



**DMÖN DESTEKLİ STEM UYGULAMALARININ
ORAN – ORANTI VE YÜZDELER KONUSUNDA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Gizem BERK

Doktora Tezi

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim

Dalı

2020

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**DMÖN DESTEKLİ STEM UYGULAMALARININ
ORAN – ORANTI VE YÜZDELER KONUSUNDA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

(Determining the Effects of Stem Practices Supported by Dynamic Mathematics Learning
Objects on Ratio –Proportion and Percentages)

DOKTORA TEZİ

Gizem BERK

Danışman: Prof. Dr. Aslan GÜLCÜ

Erzurum
Aralık, 2020

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Gizem BERK tarafından hazırlanan “DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Oran – Orantı ve Yüzdelere Konusunda Etkisinin İncelenmesi” başlıklı çalışması 07/12/2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Hatice Ferhan ODABAŞI	Aslı Islak İmzalıdır.
	<i>Anadolu Üniversitesi</i>	
Danışman:	Prof. Dr. Aslan GÜLCÜ	Aslı Islak İmzalıdır.
	<i>Atatürk Üniversitesi</i>	
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Nurettin ŞİMŞEK	Aslı Islak İmzalıdır.
	<i>Ankara Üniversitesi</i>	
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Yaşar DEMİR	Aslı Islak İmzalıdır.
	<i>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi</i>	
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Zeynep TURAN	Aslı Islak İmzalıdır.
	<i>Atatürk Üniversitesi</i>	

Enstitü Yönetim Kurulunun
....../....../.... tarih ve sayılı
kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum “DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Oran – Orantı ve Yüzdelere Konusunda Etkisinin İncelenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

15/12/2020

Aslı Islak İmzalıdır.

Gizem BERK

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında ve tüm çalışmalarında bana destek olup katkı sağlayan değerli danışmanım Prof. Dr. Aslan GÜLCÜ'ye en içten sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmada kullanılan bilgisayar destekli öğrenme nesnelerinin geliştirilmesi aşamasında iş birliği yaptığım Atatürk Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü lisans öğrencisi Turgay ALTINDAĞ'a emeklerinden dolayı teşekkür ederim.

Tez izleme komitemde yer alarak kıymetli fikirlerini benimle paylaşan Dr. Öğr. Üyesi Zeynep TURAN ve Prof. Dr. Yaşar DEMİR hocalarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

Lisans ve lisansüstü eğitim hayatım boyunca fikirleriyle yol gösteren Prof. Dr. Yüksel GÖKTAŞ, Prof. Dr. Selçuk KARAMAN, Doç. Dr. Engin KURŞUN hocalarıma ve çalışmanın nesne geliştirme sürecinde yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Abdullatif KABAN'a teşekkürü borç bilirim.

Çalışmanın gerek hazırlık gerekse yürütülmesi sürecinde önerileriyle yol gösteren, uygulama sürecinde fiilen katkı sağlayan ve çalışmanın yazım denetlemelerini yapan eşim Dr. Öğr. Üyesi Rıfat Ramazan BERK'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Akademik hayatım boyunca verdikleri moral ve desteklerden dolayı aileme sonsuz teşekkür ederim.

Gizem BERK

ÖZ

DOKTORA TEZİ

DMÖN DESTEKLİ STEM UYGULAMALARININ ORAN-ORANTI VE YÜZDELER KONUSUNDA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Gizem BERK

Aralık 2020, 151 Sayfa

Amaç: Gerçek yaşam problemleri bağlamında geliştirilen, DMÖN destekli STEM uygulamalarıyla desteklenen matematik derslerinin öğrencilerin oran-orantı ve yüzdelere konusundaki başarılarına, STEM'e yönelik tutumlarına ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisini incelemek ve çalışmaya yönelik öğrenci görüşlerini belirlemektir.

Yöntem: Çalışmada karma araştırma yöntemlerinden çeşitleme deseni kullanılmıştır. Uygun örnekleme yöntemiyle belirlenen çalışma grubu Bayburt ilindeki iki ortaokulda öğrenim gören 89 7. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak başarı testi, STEM'e yönelik tutum ölçeği, BDBD ölçeği ve öğrenme günlüğü kullanılmıştır. Verilerin analizinde t-testi, ANCOVA ve içerik analizi kullanılmıştır.

Bulgular: Ulaşılan bulgulara göre deney ve kontrol grupları arasında başarı ve STEM'e yönelik tutum açısından deney grupları lehine anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir. Bilgisayarca düşünme becerisi açısından ise yaratıcılık boyutunda bir okulda anlamlı farklılık görülmezken diğer boyutlar açısından deney grupları lehine anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.

Öğrencilerin bu uygulamalarla öğrenmeye yönelik görüşlerinin genellikle pozitif olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler, uygulamaların daha kolay, hızlı ve eğlenceli öğrenme sağladığını, konuyu somutlaştırdığını, derse karşı ilgiyi artırdığını ve gerçek yaşamla okul öğrenmeleri arasında bağlantı kurmalarını sağladığını belirtmişlerdir. Öğrenciler geliştirilen DMÖN'e ilişkin ise kullanımının kolay, motive edici, eğlenceli öğrenme ortamı sunan, aktif katılım ve ürün oluşturma fırsatı sağlayan nesneler oldukları yönünde görüş belirtirken bazı öğrenciler bilgisayar kullanımının öğrenmeyi bazen zorlaştırdığını belirtmiştir.

Sonuç: DMÖN destekli STEM uygulamaları başarıyı pozitif yönde etkilemekte ve daha anlamlı öğrenme sağlamaktadır. Yürütülen çalışmanın STEM alanlarında olumlu tutum geliştirdiği ve bilgisayarca düşünme becerilerini büyük ölçüde olumlu etkilediği görülmüştür. Bu nedenle matematik alanında STEM temelli uygulamalara ve bilgisayar teknolojilerine yer verilmesinin STEM'e yönelik tutuma, bilgisayarca düşünme becerisine ve öğrenmeye katkı sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: STEM, dinamik matematik öğrenme nesnesi, akademik başarı, STEM'e yönelik tutum, bilgisayarca düşünme becerisi, oran-orantı, yüzde.

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

DETERMINING THE EFFECTS OF STEM PRACTICES SUPPORTED BY DYNAMIC MATHEMATICS LEARNING OBJECTS ON RATIO –PROPORTION AND PERCENTAGES

Gizem BERK

December 2020, 151 Pages

Purpose: To examine the effect of mathematics lessons developed in the context of real life problems and STEM practices supported by mathematics learning objects on the success of students in ratio-proportion and percentages topics, students' attitudes towards STEM and computational thinking skills and to determine the students' opinions about the study.

Method: The triangulation design, one of the mixed research methods, was used in the study. The sample group -determined with the appropriate sampling method- consists of 89 7th grade students studying in secondary schools in Bayburt/Turkey. Achievement test, the attitude towards STEM scale, computational thinking levels scale, and learning diaries were used as data collection tools. T-test, ANCOVA, and content analysis used in analyzing data.

Findings: According to the findings, it was determined that there is a significant difference between the experimental and control groups in terms of success and attitude towards STEM in favor of the experimental groups. In terms of computational thinking skills, while there was no significant difference in creativity dimension in a school, it was found that there was a significant difference in favor of the experimental groups in terms of other dimensions of computational thinking.

Students' views on learning with STEM practices were generally positive. Students stated that these practices provide easier, faster and joyful learning. They also stated that these practices made learning subjects more concrete to learning, and increased interest in the lesson and enabled them to establish a connection between real life and school learning. Regarding to developed dynamic mathematics learning objects, students stated that these objects are easy to use, motivating, provide joyful learning environment, active participation and opportunity to create products while some students stated that using computers made learning difficult sometimes.

Results: STEM practices supported by dynamic mathematics learning objects effected success and provided more meaningful learning. It was observed that the study conducted developed positive attitudes in STEM fields and positively effected most dimensions of computational thinking skills. For this reason, including STEM-based practices and using computer technologies in education will contribute to the attitude towards STEM fields, computational thinking skills and learning.

Keywords: STEM, dynamic mathematics learning object, academic achievement, attitude towards STEM, computational thinking skills, ratio-proportion, percentages.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	iii
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xii
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Problem Durumu	3
Araştırmanın Amacı	8
Araştırmanın Önemi.....	9
Araştırmanın Sınırlılıkları	12
Araştırmanın Varsayımları.....	13
Terim ve Tanımlar.....	13
İKİNCİ BÖLÜM	15
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Çalışmalar.....	15
Kuramsal Çerçeve	15
STEM eğitimi.....	15
STEM eğitiminin entegrasyonu.	19
STEM ve 21. yüzyıl becerileri.	26
STEM ve bilgisayarca düşünme.....	27
Mühendislik eğitimi tasarım süreci.	31
İlgili Çalışmalar.....	32
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	40
Yöntem	40
Araştırmanın Modeli	40
Evren ve Örneklem	41
Veri Toplama Araçları	42

Akademik başarı testi.	43
Bilgisayarca düşünme beceri düzeyi (BDBD) ölçeği.	46
STEM'e yönelik tutum ölçeği.	47
Öğrenme günlüğü formu.	47
Çalışma Süreci	48
Analiz.	48
Tasarım.....	50
Geliştirme.	51
Uygulama.	54
Veri Analizi	60
Araştırmacının Rolü	61
Araştırmaya Ait Geçerlik ve Güvenirlilik	61
Geçerlik önlemleri.....	62
Güvenirlilik önlemleri.	62
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	63
Bulgular	63
ANCOVA Testi Varsayımları.....	63
Bağımsız Gruplar t-testi Varsayımları	64
DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Öğrenci Başarısına Etkisi	68
Okullara göre öğrencilerin başarı durumlarına ait betimsel veriler.	68
Okullara göre öğrencilerin başarı durumları ancova testi bulguları.....	69
DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Öğrencilerin STEM'e Yönelik Tutumlarına Etkisi	70
Okullara göre öğrencilerin stem'e yönelik tutumlarına ilişkin bağımsız gruplar t-testi bulguları.	70
DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Öğrencilerin Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeylerine Etkisi.....	71
Okullara göre öğrencilerin bilgisayarca düşünme beceri düzeylerine ilişkin bulgular. ..	71
Öğrenme Günlükleri Aracılığıyla Ulaşılan Nitel Bulgular	72
BEŞİNCİ BÖLÜM	76
Tartışma, Sonuç ve Öneriler.....	76
Tartışma.....	76
DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisi.	76

DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin stem'e yönelik tutumlarına etkisi.	77
DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi.	78
DMÖN destekli STEM uygulamaları ile öğrenmeye ilişkin öğrenci görüşleri.	81
Sonuç.....	83
Öneriler	85
Gelecek araştırmalara yönelik öneriler.	85
Uygulayıcılara yönelik öneriler.....	86
KAYNAKÇA	87
EKLER	103
EK-1. STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği	103
EK-2. Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği	105
EK-3. Akademik Başarı Testi (Ön-Test)	106
Ek-4. Akademik Başarı Testi (Son-Test)	107
Ek-5. Türk Bayrağı Uygulamasına Ait Öğrenme Günlüğü	108
Ek-6. Meyve Salatası Uygulamasına Ait Öğrenme Günlüğü	108
Ek-7. Ev Isı Yalıtımı Uygulamasına Ait Öğrenme Günlüğü	110
EK-8. Türk Bayrağı Uygulaması	111
EK-9. Meyve Salatası Uygulaması	111
EK-10. Ev Isı Yalıtımı Uygulaması	113
EK-11. Pilot Uygulamada Kullanılan Öğrenme Nesneleri	114
EK-12. Kontrol Gurubunda Kullanılan Öğrenme Nesneleri.....	115
EK-13. Uygulamalardan Görüntüler.....	115
EK-14. Okul 1 ve Okul 2'ye Ait ANCOVA Analizi Doğrusal İlişki Grafikleri.....	118
EK-15. Okul 1'e Ait STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği Normallik Analizi Grafikleri... ..	119
EK-16. Okul 1'e Ait STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği Box-Plot Grafikleri.....	121
EK-17. Okul 2'ye Ait STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği Normallik Analizi Grafikleri.	122
EK-18. Okul 2'ye Ait STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği Box-Plot Grafikleri.....	124
EK-19. Okul 1'e Ait Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği Normallik Analizi Grafikleri	125
EK-20. Okul 1'e Ait Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği Box-Plot Grafikleri	128
EK-21. Okul 2'ye Ait Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği Normallik Analizi Grafikleri	129

EK-22. Okul 2'ye Ait Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği Box-Plot Grafikleri	132
EK-23. Stem'e Yönelik Tutum Ölçeği İzni	133
EK-24. Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği İzni.....	134
EK-25. Araştırma İzni.....	135
ÖZ GEÇMİŞ	136



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Entegrasyon Modellerinin Karşılaştırılması</i>	25
Tablo 2. <i>Çalışma Gruplarına Ait Demografik Bilgiler</i>	42
Tablo 3. <i>Araştırma Sorularına Göre Kullanılan Veri Toplama Araçları</i>	43
Tablo 4. <i>Başarı Testine Ait Belirtke Tablosu</i>	45
Tablo 5. <i>Başarı Testine İlişkin Madde Analizi</i>	46
Tablo 6. <i>Okullara Göre Grupların Matematik Başarı Puanlarına Ait Betimsel Veriler</i>	69
Tablo 7. <i>Okul 1’deki Grupların Matematik Başarı Puanı Farklılıklarına İlişkin Kovaryans Analizi Sonuçları</i>	69
Tablo 8. <i>Okul 2’deki Grupların Matematik Başarı Puanı Farklılıklarına İlişkin Kovaryans Analizi Sonuçları</i>	70
Tablo 9. <i>Okul 1 ve Okul 2’ye Ait STEM’e Yönelik Tutum Ölçeğine İlişkin t-testi Bulguları</i> ...	70
Tablo 10. <i>Okul 1 ve Okul 2’ye Ait BDBD Ölçeğine İlişkin t-testi Bulguları</i>	71
Tablo 11. <i>DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Öğrenmeye Etkisine Ait Bulgular</i>	73
Tablo 12. <i>DMÖN’ye İlişkin Görüşlere Ait Bulgular</i>	74
Tablo 13. <i>Uygulama Sürecinde Yaşanan Olumsuzluklara Ait Bulgular</i>	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Çok disiplinli entegrasyona örnek ders planlaması.	21
Şekil 2. Disiplinler arası entegrasyona örnek ders planlaması.....	22
Şekil 3. Disiplinler üstü entegrasyona örnek ders planlaması.	24
Şekil 4. Araştırmanın modeli.	41
Şekil 5. STEM çemgisi.	52
Şekil 6. STEM Uygulamalarında kullanılan öğrenme nesneleri.....	53
Şekil 7. Pilot uygulama doğrultusunda alınan tedbirler.	54
Şekil 8. Türk Bayrağı uygulamasına ait disiplin ve kazanımlar.	56
Şekil 9. Meyve salatası uygulamasına ait disiplin ve kazanımlar.	58
Şekil 10. Isı yalıtımı uygulamasına ait disiplin ve kazanımlar.	60
Şekil 11. Araştırma soruları doğrultusunda veri analiz yöntemleri.	60
Şekil 12. Okul 1'in ANCOVA testi varyasımalarına ilişkin bulgular.	63
Şekil 13. Okul 2'nin ANCOVA testi varyasımalarına ilişkin bulgular.	64
Şekil 14. Okul 1'e Ait STEM'e yönelik tutum ölçeği normal dağılım ve varyans eşitliği bulguları.	65
Şekil 15. Okul 2'ye Ait STEM'e yönelik tutum ölçeği normal dağılım ve varyans eşitliği bulguları.	66
Şekil 16. Okul 1'e ait bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeği normal dağılım ve varyans eşitliği bulguları.	67
Şekil 17. Okul 2'ye ait bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeği normal dağılım ve varyans eşitliği bulguları.	68

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

BDBD	: Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi
BTHP	: Bilgi Temelli Hayat Problemi
CDF	: Computable Document Format
CSTA	: Computer Science Teachers Association (Bilgisayar Bilimi Öğretmen Vakfı)
DMÖN	: Dinamik Matematik Öğrenme Nesnesi
FeTeMM	: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
ISTE	: International Society for Technology in Education (Uluslararası Eğitim Teknoloji Topluluğu)
NSF	: National Science Foundation
OECD	: Organisation for Economic Cooperation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
RME	: Realistic Mathematics Education (Gerçekçi Matematik Eğitimi)
SMET	: Science, Math, Engeneering and Technology
SRI	: Stanford Research Institute (Stanford Araştırma Enstitüsü)
STEM	: Science, Technology, Engeneering and Math
3B	: Üç Boyutlu
2B	: İki Boyutlu

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

21. yüzyılda, küreselleşmenin ve bilgiye dayalı ekonominin faydaları ve zararlarıyla yüzleşirken bilimsel ve teknolojik yeniliklerin önemi giderek artmaktadır. Bilgiye dayalı yeni ekonomi ve yüksek teknoloji toplumunda öğrenciler bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki becerilerini geliştirmeli ve geçmişte yeterli görülen düzeyin üzerine çıkmalıdır. Çağın ihtiyaçlarına karşılık veremeyen bir eğitim sistemi, toplumları ekonomik, teknolojik ve bilimsel açıdan olumsuz etkileyecektir. Eğitim sistemlerindeki yenilikler takip edilerek çağın gereksinimlerine uygun öğrenci ve bireylerin yetişmesi sağlanmalıdır. Nitekim Birleşik Devletler’de 1944’ten bu yana bilimsel yeteneğin geliştirilmesi için raporlar hazırlanmaktadır. Konuyla ilgili olarak “Sınırı Olmayan Sınır, Bilim” (Science, The Endless Frontier) başlıklı ilk rapor, Almanya ve Japonya’nın bilimsel rekabet gücüne bir yanıt niteliğindedir (Bush, 1945). Sonraki yıllar boyunca bunu birçok rapor ve program takip etmiştir. Mevcut Beyaz Saray programı, öğrencilerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) konularında başarılı olmalarına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Bütün bu raporların ve programların ortak endişeleri ise gelecek için daha fazla bilim adamı, teknisyen, mühendis ve matematikçi ihtiyacı; bilimde, teknolojide, mühendislikte ve matematikte eğitim almış daha nitelikli işçilere olan ihtiyaç ve okulların bu ihtiyaçları karşılayabilmek için ne yapabilecekleridir. Raporlardaki temel amaç teknolojik ve bilimsel ilerlemeler için toplumsal ihtiyaçları çözmek, ulusal güvenlik için ekonomik ihtiyaçları belirlemek ve üretken, bilgili vatandaşların yetişmesi için bireylerin ihtiyaçlarının karşılanmasıdır. ABD mühendisliğe ve yenilikçiliğe yatırım yapmayı her geçen gün daha da artırmaktadır. ABD’de mühendislik eğitime ilk ve ortaokul programlarında yer vermeye başlanmış ve STEM (Science, Technology, Engineering ve Math) olarak adlandırılan eğitim yaklaşımı popüler olmaya başlamıştır. Hatta STEM yaklaşımı ABD’nin ötesinde tüm dünyada yaygınlaşmaktadır (Akgündüz vd., 2015). Öğrenenlerin bilgi temelli ekonomiye hazırlanması ve nitelikli iş gücüne sahip bireylerin yetiştirilmesine olan ihtiyaç STEM eğitimi yaygınlaştırmaktadır (Çorlu, Capraro & Capraro, 2014). Nitekim Finlandiya, Almanya, Çin, Güney Kore, Avusturya gibi ülkeler de ABD gibi bilime ve mühendisliğe yatırım yaparak mevcut eğitim sistemlerine STEM’i entegre etmişlerdir. Bu ülkelerin ortak amacı savunma sanayi ve teknolojiye gelişimi yakından takip ederek ekonomik kalkınmayı sürdürmektir.

STEM, araştırmacıların kendi perspektifleri doğrultusunda farklı tanımları yapılmaya devam eden bir yaklaşımdır. Kısa bir tanımla STEM; bilim (fen), matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin anlamlı biçimde bütünleştirilerek öğretildiği bir eğitim yaklaşımıdır (Breiner, Johnson, Harkness & Koehler, 2012). Başka bir ifadeyle STEM; bilim (fen), teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının bütünleştirildiği, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerine odaklanan, evrensel farkındalığa, medya ve teknoloji okuryazarlığına dikkat çeken, proje tabanlı, bir probleme çözüm arayan, bilimin gerçek yaşama entegre edildiği, ürün ve tasarım temelli, sürece ve beceri gelişimine odaklanan bütünsel bir öğrenme-öğretme yaklaşımıdır (Çorlu vd., 2014; Honey, Pearson & Schweingruber, 2014; Kennedy & Odell, 2014; Lai & Viering, 2012; Riechert & Post, 2010; Smith & Karr-Kidwell, 2000).

STEM ilk olarak Bilim, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji (Science, Mathematics, Engineering and Technology, SMET) şeklinde (Sanders, 2009) Amerikan Ulusal Bilim Vakfı tarafından (NSF, National Science Foundation) eğitimsel öncelik olarak ortaya atılmıştır. Bu eğitimsel önceliğin amacı ise öğrencilere eleştirel düşünme becerileri kazandırmak ve bu sayede onların yaratıcı, problem çözücü bireyler olarak iş hayatına atılmalarını sağlamaktır (White, 2014).

STEM basit bir kısaltma olarak görülse de bu eğitsel önceliğe bütçe ayırmakla görevli hükümet yetkilileri, öğrencilere STEM eğitimi vermesi beklenen öğretmenler, ebeveynler, gelecekteki insan kaynakları yatırımlarını planlaması gereken şirketler ve bu gayretlerin ürünü olacak öğrenciler tarafından farklı perspektiflerden görülebilmektedir. Eğitimsel perspektiften bakıldığında ise STEM eğitime giriş birçok aktiviteyi içerir. Fakat genel olarak geleneksel ders temelli öğretim stratejilerinin yerine araştırma ve proje temelli yaklaşımların benimsenmesi olarak ifade edilebilir (Breiner vd., 2012).

21. yüzyıl evrensel standartlarına ulaşma, dünya standartlarında bilimsel ve teknolojik gelişimleri yakalama ve ülke ekonomisine katkı sağlayacak nitelikteki iş gücüne sahip bireylerin yetişmesinde yenilikçi eğitim yaklaşımları oldukça önemlidir (Akgündüz vd., 2015, s. 1-12). STEM yaklaşımının ortaya çıkma nedenleri, yayılım hızı, amacı, uygulanış biçimi ve temelini öğrenilen konularla gerçek yaşam problemleri arasında ilişki kurmaya dayanması gibi faktörler incelendiğinde yeni nesil öğrenenlerin çağa uygun bireyler olarak yetişmesi için bu eğitim yaklaşımının öğretim programlarında yer alması gereklidir.

Problem Durumu

Ülkeler arası endüstriyel ve teknolojik gelişmişlik yarışlarının hızlanmasıyla birlikte dünya genelinde nitelikli eğitim tartışmaları ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu tartışmalar genel olarak yaşadığımız yüzyıla uygun iş gücünün nasıl karşılanacağı ve 21. yüzyılın gerektirdiği becerilerin gelecek nesillere ne şekilde öğretileceği ve ne oranda ölçülebileceğine odaklanmaktadır. Bu bağlamda, bahsedilen becerileri öğrencilere kazandırma konusunda bilim/fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematiğin (mathematics) bir araya getirilerek okul öncesi dönemden yükseköğrenime kadar disiplinler arası bir yaklaşımla ele alınması şeklinde tanımlanabilecek STEM eğitimi dünya genelinde ciddi bir karşılık görmekte ve eğitim sistemlerine entegrasyonu sağlanmaktadır.

Elli yıl öncesine kadar okuyabilmek, yazabilmek ve basit aritmetik işlemleri bilmek bir iş sahibi olmaya ve toplum içinde hem tüketici hem de vatandaş olmak için oldukça yeterli görülmekteydi. Bugünün öğrencileri ise eğitim-öğretim süreçlerinin ardından henüz kendileri öğrenciyken icat edilmemiş yeni teknolojilerle çalışmak zorunda kalmakta ve hem vatandaş hem de bir seçmen olarak büyük mühendislik projeleriyle ilgili bilinçli kararlar almak zorunda kalmaktadır. Ayrıca bu öğrenciler güvenli ve temiz elektrik enerjisi, dünya nüfusunu doyuracak yeterli besinlerin temini, yükselen deniz seviyesi ve bugün düşünebilmekten dahi çok uzak olduğumuz birçok sorunun çözümünde sorumluluk almak durumunda kalacaklardır (Vasquez, Sneider & Comer, 2013, s. 56). Bu yüzden öğrencilerin lise sonrası kariyer hedeflerine hazırlıklı olmalarının haricinde küresel topluluğun problem çözen, eleştirel düşünen, durumları analiz edebilen vatandaşları olarak yetişmesi oldukça önem kazanmıştır. Bu bağlamda STEM eğitiminin ve bilgisayar teknolojilerinin öğretiminin gerekliliği önemli bir nokta teşkil etmektedir.

Morrison (2006)'a göre STEM eğitimi öğrencilerin hem teknolojik gelişmeleri takip etmeleri ve benimsemelerini sağlar hem de algoritmik, mantıksal düşüncelerini sağlayarak özgüvenlerini yükseltmelerine yardımcı olur. Robelen (2011), STEM eğitiminde gerçek yaşam durumlarının kullanılmasından ve öğrencilerin matematiksel kavramları gerçek yaşam durumlarına uygulayabilmesinden dolayı öğrencilerin matematik öğrenme yeteneklerini ve eleştirel düşünme becerilerini geliştireceğini belirtmektedir. Ayrıca STEM eğitiminin öğrencilerin problem çözme, eleştirel ve analitik düşünme becerilerini geliştirdiği ifade edilmektedir (Brown, Brown, Reardon & Merrill, 2011). Gardner (2003)'e göre ise “makinelerin yapamadığı işleri yapan” nesillerin, fizik, kimya, biyoloji ve matematik gibi temel bilimlerin ortaya koyduğu teorik bilgileri, teknoloji ve mühendisliğin uygulama alanıyla harmanlayarak gerçek hayata yansıtması gerekmektedir. Dolayısıyla etkili bir STEM eğitimi

öğrencilerin eğitim-öğretim ortamlarında edilgen kalmalarının önüne geçerken doğru bilgiyi nasıl öğrenmesi gerektiğini bilen ve bu bilgiyi ne şekilde kullanacağını düşünebilen öğrenciler yetiştirilmesinde oldukça önemlidir.

STEM eğitiminin amacı bütün öğrencilerin günümüz yüksek teknoloji çağında işlevsel ve başarılı olmasını sağlamak yani STEM okuryazarı olmalarını sağlamaktır. STEM okuryazarlığı ise bireysel karar verme, topluma katılım ve kültürel ilişkiler, ekonomik üretkenlik için gerekli olan bilimsel ve matematiksel süreçler ve kavramlar hakkında biliş ve anlayışa sahip olmak olarak tanımlanmaktadır (National Research Council, 2011, s. 5). Birçok araştırmacıya göre STEM yaklaşımı bağlamında henüz kavramsallaştırılamamış bir eğitim anlayışı devam etse bile bu eğitimin tüm insanlar için gerekliliği ve herkesin belli düzeyde STEM okuryazarı olması gerektiği konusunda fikir birliği vardır (Assefa & Rorissa, 2013; Breiner vd., 2012; Marder, 2013). Aslında STEM okuryazarlığı, günümüz topluluğunun işaret ettiği bir bireyde veya öğrencide bulunması gereken temel kazanımları 21. yüzyıl becerileri olarak karşımıza çıkarmaktadır. 21. yüzyıl becerileri öğretim programları, uluslararası değerlendirme sınavları başta olmak üzere hayatın hemen her alanında karşımıza çıkmaktadır (Çepni & Ormancı, 2017).

Bybee (2010)'a göre STEM eğitimi, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesine katkı sağlar. STEM Eğitimi Türkiye Raporu'nda da sanayi döneminin bittiğine ve bireysel sanayi döneminin başladığı bu süreçte “yaratıcılık”, “eleştirel düşünme”, “problem çözme”, “işbirliği yapabilme” gibi 21. yüzyıl becerileri hayatta kalabilmek için bir tür evrensel okuryazarlık olarak değerlendirilmektedir (Akgündüz vd., 2015, s. 18-19). Bilim (fen), matematik, mühendislik ve teknoloji içeriklerini öğrencilere birbirinden kopuk olarak vermek yerine onlara yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, algoritmik düşünme ve işbirlikli öğrenme gibi becerileri kazandıracak yenilikçi, bütüncül bir yaklaşım olarak STEM eğitime öğretim programlarında yer vermek kaçınılmaz görülmektedir.

STEM eğitimi, eğitimcilerin yanı sıra diğer sektörlerde çalışan bireyler açısından da önem arz eden bir yaklaşımdır. Birçok sektörden işveren çalışanların aldıkları eğitimler sonrasında iş hayatında beklentiyi karşılayamadıklarını belirtmekte ve okul ile iş hayatı arasındaki kopukluğun altın çizmektedir. Hatta İngiltere’de 2000 yılında okul ve iş dünyası arasındaki bağlantıya yönelik çalışmalar başlamıştır. Bu doğrultuda “Genç Öngörü” adı verilen bir çalışma başlatılmıştır. Bu çalışma kapsamında hedeflenen 14 yaşındaki öğrencilerin okul-sanayi bağlantısına aşina olmaları bu konuda farkındalık geliştirmeleri amaçlanmıştır (Yıldırım, 2018).

Birçok ülke daha kaliteli eğitim sağlamak, bilim ve teknolojiyi daha ileriye taşımak, sanayi ve endüstride iş gücünü artırmak için mühendisliğe ve yenilikçiliğe yatırım yapmaya odaklanmıştır. Dolayısıyla birçok ülke başta ABD olmak üzere STEM eğitimine büyük önem vermektedir. Ülkemizde de özellikle 2010 yılı itibariyle görülen STEM eğitimi hareketi, “Vizyon 2023 Projesi” ve 2017 yılından sonra öğretim programlarına dâhil edilmesi ile hız kazanmıştır. STEM birçok ülke gibi ülkemiz için de uluslararası düzeyde mücadele ve rekabet gücünün arttırılabilmesinde oldukça önemlidir (Çorlu vd., 2014). Bu bağlamda ülkemizde STEM ile ilgili akademik çalışmalar henüz çok fazla olmamakla birlikte (Çorlu, 2014) bu tür çalışmaların her geçen gün arttığı ifade edilebilir.

STEM’e yönelik çalışmalar Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)’nin raporlarında yer almasına rağmen (STEM Eğitim Raporu, 2016) bu alanda atılması gereken adımların yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir. Bunun yanı sıra diğer kamu ve özel kuruluşların (TÜBİTAK, üniversiteler, özel okullar, vs.) da STEM’le ilgili çalışmalar yaptığı bilinmektedir. Fakat STEM yaklaşımının ortaya çıkmasından çok uzun bir süre geçmiş olmasına rağmen ve dünya genelinde STEM yaklaşımına hangi disiplinlerin eklenebileceği tartışılırken (STEAM, STEM-C, STEM-H, STEM-E, STEM+ vb.) (Altunel, 2018) ülkemizde hâlâ bu yaklaşımın gerekliliğinin tartışıldığına ve STEM’in bazı özel girişimler tarafından sadece bir vitrin olarak kullanıldığına şahit olunmaktadır. Bilhassa özel eğitim kurumlarının bu işi bir pazar haline getirdiği ve amacından sapan STEM merkezleri, STEM laboratuvarları kurularak gerçek dışı bir STEM yaklaşımı velilere ve öğrencilere sunulmaktadır. Bu durum, ülkemizde verilen okuma, fen ve matematik eğitiminde uluslararası sınavlardaki başarı durumumuzu olumsuz yönde etkilemektedir.

OECD tarafından gerçekleştirilen PISA (The Program For International Student Assessment) ve TIMMS (Trend in International Mathematics and Science Study) gibi sınavlar öğrencilerin okulda öğrendiklerini günlük hayatla ilişkilendirebilme becerisini ölçen sınavlardır ve ülkemiz bu sınavlarda istenilen başarıyı elde etmiş değildir. 2000 yılından itibaren üç yılda bir 15 yaş grubundaki öğrencilerin fen ve matematik okuryazarlığı ve okuma becerilerini ölçen PISA sınav sonuçlarına bakıldığında öğrencilerimizin fen ve matematik alanında gösterdiği başarının yetersiz olduğu görülmektedir (MEB, 2016). TIMMS 2015 Raporuna göre ise dördüncü ve sekizinci sınıf düzeylerindeki öğrencilerin 1999 yılından itibaren fen ve matematik alanında artan bir başarı göstermesine rağmen TIMMS ortalamasının altında kalmıştır (TÜBİTAK, 2017). Bu bağlamda, ülkemiz eğitim sisteminin 21. yüzyıl iş gücünü karşılayabilmesi ve ülkeler arası ekonomik rekabeti sürdürebilmesi adına fen ve matematik

eğitiminde istenilen başarının elde edilebilmesi için STEM eğitime yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Genellikle STEM eğitiminde kullanılan stratejilerin ve farklı özellikteki STEM okullarının karşılaştırıldığı, STEM meslek seçimindeki eğilimlere ve STEM'e duyulan ihtiyaca yönelik çok sayıda araştırma olmasına karşın STEM eğitimi alan öğrencilerin akademik başarısını ortaya koyan araştırma sayısı oldukça azdır. Ayrıca Türkiye'de STEM eğitimi üzerine yürütülen çalışmaların sayısının yurt dışındaki çalışmalara kıyasla az olduğu ve var olan çalışmaların ise fen alanında yoğunlaştığı görülmektedir (Bakırcı & Kutlu, 2018; Ceylan, 2014; Eroğlu & Bektaş, 2016; Irak, 2019; İnançlı & Timur, 2018; Kurt & Benzer, 2020; Özcan & Koca, 2019; Yıldırım & Altun, 2015). Bu durum fen alanına ait öğrenmelerin günlük hayatla daha kolay ilişkilendirilebilmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle, bu çalışmada günlük yaşam problemlerinden esinlenilerek oluşturulan senaryolara dayanan STEM uygulamaları kullanılmıştır. Böylelikle matematik dersi kazanımları ile günlük yaşam problemleri arasındaki kopukluğun giderileceği ve matematik merkezli STEM çalışmalarına örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

21. yüzyıl dünyasında bireylerin sahip olması beklenen bilgi ve beceriler genellikle teknoloji, matematik ve mühendislik gibi STEM alanlarına dayanmaktadır. STEM eğitimi, öğrencilerin STEM alanlarına karşı daha ilgili, meraklı ve istekli olmalarını ve STEM'e yönelik olumlu tutum geliştirmelerini sağlamaktadır (Gülhan & Şahin, 2016; Tseng, Chang, Lou & Chen, 2013). Öğrencilerin STEM eğitime yönelik olumlu tutum geliştirmeleri, STEM odaklı mesleklere yönelmeleri günümüzde ihtiyaç duyulan iş gücü nitelikleri açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle eğitim sistemlerinin bu yönde düzenlenmesi ve öğrencilerin erken yaşlarda STEM alanları ve meslekleriyle ilgili bilinçlenmeleri sağlanmalıdır (Wyss, Heulskamp & Siebert, 2012). Tseng vd. (2013) proje tabanlı STEM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik başta olmak üzere fen, teknoloji ve matematiğe karşı olumlu tutumlarını pozitif etkilediğini ifade etmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin bu alanlara yönelik ilgi ve tutumlarının pozitif yönde geliştirilmesi önemlidir ve ders programlarına entegre edilecek STEM uygulamaları bu bağlamda büyük öneme sahiptir.

Yukarıda ifade edilen eksiklikler, sorunlar ve yeni eğitim yaklaşımı gereksinimleri doğrultusunda bu çalışmada STEM eğitimi yaklaşımı dikkate alınarak matematik ve fen öğretimini farklılaştıracak ve destekleyecek bir takım STEM uygulamalarının dâhil edildiği bir çalışma yürütülmüştür. Özellikle matematik disiplininin merkeze alınma sebebi öğretim programında hedeflenen matematik kazanımlarının öğrenciler tarafından günlük yaşamda nerede, nasıl kullanıldığına ilişkin farkındalığın artmasını sağlamak ve matematiğe yönelik

öğrenme isteği ve başarısını artırmaktır. Çünkü diğer alanlara göre daha fazla soyut kazanım içeren matematik alanında öğrencilerin zorlandığı bilinmektedir (Alakoç, 2003). 21. yüzyılda bilgisayar sistemlerinin, yazılımların, yapay zekânın ön plana çıktığı aşikârdır. Bu sistemlerin temelinde matematik bilgi ve becerileri yer almaktadır. Matematik eğitiminde başvurulacak yeni yöntemler ve eğilimler teknolojik, bilimsel ve ekonomik gelişimi tetikleyecektir. Bu nedenle matematik alanındaki kazanımlar çağımızın ihtiyaçlarına cevap verebilme noktasında oldukça önem kazanmaktadır. Elbette yenilenen öğretim programlarıyla öğrenmeleri somutlaştırmayı sağlayan proje tabanlı ve yaparak yaşayarak öğrenme temelli yeni yöntem ve teknolojilerin öğrenme ortamlarına kazandırılması önem taşımaktadır. Ancak öğretmenler zaman yönetimi ve kullanım kolaylığı açısından daha etkili öğrenme nesnelerine ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmada kullanılmak üzere hazırlanan STEM uygulamaları öğretim programına kolaylıkla dâhil edilebilecek nitelikte hazırlanmıştır. Böylece etkili bir STEM eğitimi sağlamak amaçlanmıştır.

Okullarda yürütülen STEM uygulamalarının genellikle daha kolay ulaşılabilir, alışıldık ve düşük maliyetli teknolojik araçlar kullanılarak yürütülmeye çalışıldığı görülmüştür. Bu çalışmada yeni teknolojilerden biri olan üç boyutlu (3B) yazıcı kullanımına yer verilmiştir. Bu teknolojinin STEM eğitiminde öne çıkan teknolojilerden biri olduğu bilinmektedir. Ancak bu teknoloji hem yaygın biçimde çalışmalarda henüz yer bulamamış hem de bu teknolojinin kullanıldığı çalışmalarda genellikle sadece ürün oluşturmaya yoğunlaşıldığı görülmüştür. Ancak STEM eğitiminde özellikle fen/matematik bilgilerinin teknoloji ve mühendislik bağlamında pratik uygulamalarının sergilenmesi beklenir. Bu çalışmada kullanılan matematik yazılımı (Wolfram Mathematica) aracılığıyla öğrencilerin hem matematiksel hesaplamaları etkileşimli biçimde yapmaları sağlanmış hem de hesaplamalar doğrultusunda arayüzde tasarlanan yapıların yazılım sayesinde iki ve üç boyutlu uzantıları (.jpg ve .stl) edinilerek ürün tasarlama ve geliştirme sürecinin daha eğitimsel olmasına özen gösterilmiştir. Bu yönüyle çalışmanın 3B yazıcı teknolojisinin STEM araştırmalarında kullanımında örnek teşkil edeceği ve özellikle ulusal alanyazında bu yöndeki eksiklikleri giderecek niteliktedir.

Günümüzde kodlama, robotik, bilgisayar ve yapay zekâ teknolojileri çağın gereksinimleri açısından önemi her geçen gün artan teknolojilerdir ve yürütülen çalışmalarda gittikçe daha fazla yer almaktadır. Bu uygulama ve teknolojilerin temelinde yer alan ve dijital çağdaki bireylerin sahip olması gerektiği düşünülen (Wing, 2006) bilgisayarca düşünme becerisi de kritik 21. yüzyıl becerilerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak Türkiye'deki STEM çalışmalarında bilgisayarca düşünme becerisi üzerinde henüz

yoğunlaşmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada geliştirilen STEM uygulamalarının bilgisayarca düşünme becerisi üzerindeki etkisinin de belirlenmesi hedeflenmektedir.

Araştırmanın Amacı

Hollanda’da geliştirilen “Gerçekçi Matematik Eğitimi” (Realistic Mathematics Education-RME) anlayışına göre matematik gerçekliğe dayandırılmalıdır. Bu öğretim anlayışındaki gerçekçilik, gerçek dünyayla olan bağlantıyı işaret ettiği gibi öğrencilerin zihinlerindeki gerçek problem durumlarını da ifade etmektedir. De Lange (1996) öğrencilere sunulacak problem durumunun gerçek dünya bağlamında olabileceğini ya da problemin bu şekilde sunulamayacağı durumlarda problem bağlamının uygulama veya modellemeler aracılığıyla da sunulabileceğini ifade etmektedir. Bu yönde benimsediği öğretim anlayışıyla yol alan Hollanda’nın uluslararası matematik sınavlarında başarılı olduğu görülmektedir. Matematik okuryazarlığına odaklanan bu sınavlarda Hollanda’nın ulaştığı bu sonuçlara tesadüf gözüyle bakılmamalıdır. Bu durum matematik okuryazarlığının yaşam gereksinimlerini karşılamasıyla açıklanabilir. Bireylerin ve toplumun yaşamı ve faaliyetleri için gerekli matematiksel kavramları öğrenme gerekliliği olarak da ifade edilebilir. Bu anlamda “Neden matematik öğreniyorum?” sorusunun cevabına ulaştıracak bir yaklaşım olarak bağlam temelli gerçekçi öğretim yaklaşımı üzerinde durulması gereken bir yaklaşım olarak görülebilir. Öğrencilere bilişsel öğrenmelerin günlük yaşamda nasıl kullanılacağını göstermeyi ve disiplinleri bütünleştirmeyi amaçlayan STEM eğitim yaklaşımı öğrencilerin matematik okuryazarlığını geliştirmek için kritik bir öneme sahiptir (Çepni, 2018, s. 355-358).

Bu çalışmada, gerçek yaşam problemleri bağlamında geliştirilen DMÖN destekli STEM uygulamalarına yer verilen matematik derslerinin öğrencilerin akademik başarılarına, STEM’e yönelik tutumlarına ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisini incelemek ve çalışmaya yönelik öğrenci görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

1. Ön test kontrol altına alındığında DMÖN destekli STEM uygulamalarının deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
2. DMÖN destekli STEM uygulamalarının deney ve kontrol grubu öğrencilerinin STEM’e yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
3. DMÖN destekli STEM uygulamalarının deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
4. Öğrencilerin DMÖN destekli STEM uygulamaları ile öğrenmeye yönelik görüşleri nelerdir?

Araştırmanın Önemi

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de 21. yüzyıl becerilerine sahip yenilikçi bireyler yetiştirmek amaçlanmaktadır. Bu kapsamda en güncel eğitim yaklaşımlarından olan STEM eğitimi karşımıza çıkmaktadır. Dünya genelinde STEM yaklaşımına yönelik çalışmalar gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bu nedenle bu eğitim yaklaşımına yönelik çalışmalar yapmak önem arz etmektedir. STEM, son yıllarda Türkiye’de popüler olmaya başlayan ve henüz çalışmaların başlangıç aşamasında olduğu bir yaklaşım olduğundan bu alanda eğitsel çalışmalar yürütmek oldukça önemlidir. STEM sayesinde bilim (fen) ve matematiği, teknoloji ve mühendislikle birleştirerek kavramları ve becerileri daha hızlı ve derin öğrenmenin yanı sıra disiplinler arası eğitimle öğrenmenin daha ilgi çekici olması sağlanabilir ve öğrencilerin öğrendiklerini karşılaştıkları sorunları çözmede kullanmaları için daha yüksek motivasyon ve eğilim kazandırılabilir (Morrison, 2006; Niess, 2005; Wang, 2012). Bilim (fen), teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının doğasının farkında olma ve bu disiplinlere ait temel içeriklere aşinalık, kısacası STEM okuryazarı olmak bütün öğrenciler için eğitimsel bir öncelik olmalıdır (Bybee, 2010). 21. yüzyıl standartlarını yakalayabilmek için yeni eğitim yaklaşımlarının öğretim programlarına dâhil edilmesi kaçınılmazdır. STEM yaklaşımı gibi temeli bireylerin bilgiyi üretebilmeleri ve gerçek yaşamda kullanabilmelerine dayanan bir eğitim yaklaşımının bu ihtiyaçlara karşılık verebileceği öngörülebilir. Tolliver (2016)’a göre STEM eğitiminde farklı stratejilerin kullanımı ve STEM’e duyulan ihtiyaca yönelik çok fazla çalışma olmasına rağmen STEM eğitimi alan öğrencilerin akademik başarısını ortaya koyan araştırma sayısı oldukça azdır. Bu nedenle çalışmada matematik dersinde belli konulardaki akademik başarının ortaya çıkarılmasının hedeflenmesi önemlidir.

Öğrenmesi daha zor görülen matematik alanında öğrencilerin bireysel öğrenmelerinin desteklenmesi gerekmektedir. Çalışmanın bu disiplin merkezinde gerçekleştirilmiş olması da önem taşımaktadır. Odağına matematik kazanımlarını alan bu çalışmanın aktif öğrenme ortamı oluşturması ve somutlaştırmayı hedeflemesi önemlidir. Matematik diğer alanlara göre daha soyut öğrenmeler içerir. Nitekim Davis (2011) matematik öğretiminde teknoloji kullanımının öğrencilerin özgüvenlerini ve başarılarını artırmada birçok faydası olduğunu ileri sürmektedir. Patel (2010)’e göre, matematik, fen, teknoloji ve mühendislik disiplinlerindeki karmaşık kavramlar en iyi aktif katılımı yani yaparak yaşayarak öğrenilmektedir. Ayrıca soyut kazanımların elde edilmesinde somut materyallerin önemli bir yere sahip olduğunu belirten birçok çalışma vardır (Bozkurt & Polat, 2011; Bulut vd., 2002; Byoung, 2001; Clements & McMillen, 1996; Çelik, 2007; Kutluca & Akın, 2013; Olkun, Altun & Smith, 2005). Ayrıca günümüz öğrencilerinin uygulamalı etkinlikler, yeni teknolojiler içeren aktif öğrenmenin sağlanabildiği derslerde daha iyi hissettikleri belirtilmektedir (Philips & Trainor, 2014). Bu

nedenle çalışma kapsamında geliştirilen DMÖN destekli STEM uygulamalarının ve süreç sonunda ulaşılan somut öğrenme çıktılarının öğrencilerin matematik öğrenmelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca uygulamaların günlük hayata dayandırılarak senaryolaştırılmış olmasının okul öğrenmelerini gerçek hayat problemlerine aktarmayı sağlama açısından oldukça etkili olacağı ve daha anlamlı öğrenmeler sağlayacağı düşünülmektedir.

Wing (2006) günümüzde öğrencilerden beklenen becerilerden birinin de bilgisayarca düşünme becerisi olduğunu ifade etmektedir. Wing (2011)'e göre bilgisayarca düşünme ve matematiksel düşünme birbiriyle ilişkilidir. Bu durumda bilgisayarca düşünme ile matematiksel zekâ ve problem çözme becerileri arasında da bir ilişki olabilir (Oluk & Çakır, 2019). Bu araştırmada son yıllarda alanyazında dikkat çeken çalışmalar arasında yer aldığı görülen bilgisayarca düşünme becerisi üzerinde de çalışılmıştır. Bu nedenle çalışmada matematik dersi kapsamında kullanılan STEM uygulamalarının bilgisayarca düşünmeye etkisinin ortaya çıkarılması önemlidir.

21. yüzyılda ekonomik rekabetin yanı sıra öne çıkan bir başka faktör de teknolojidir. Hatta ülke ekonomilerini teknolojinin yönlendirdiği söylenebilir. STEM eğitimi oluşturan alanlardan biri de teknolojidir. Bu açıdan STEM'in dikkatleri üzerine çekmeye devam edeceği açıktır. Teknolojik açıdan gelişmede bilim, mühendislik ve matematik alanlarının büyük öneme sahip olduğu ortadadır. Bu nedenle çalışmada teknolojinin etkili biçimde entegre edilmeye çalışıldığı STEM disiplinlerini barındıran matematik merkezli uygulamaların ihtiyaç duyulan bireyler yetişmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Yeni teknolojiler kullanılarak yürütülen bu çalışmanın alanyazın açısından önemli olduğu ve bu teknolojilerin eğitim ortamlarına nasıl dahil edileceği sorusuna cevap verebilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir. Özellikle 3B yazıcının öğrenciler tarafından hazırlanan ürünlerin oluşturulması amacıyla kullanılmasının oldukça etkili ve yeni bir öğrenme ortamı sağlayacağı düşünülmektedir. Yeni yaklaşım ve teknolojiler kullanılarak öğrencilere günlük yaşamda ihtiyaç duyabilecekleri öğrenmelerin fark ettirilmesi ve öğrendikleri bilgileri kullanabilme yeteneğinin kazandırılması önemlidir. Çalışmaya dâhil edilen teknolojilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesinin hem STEM yaklaşımı açısından uygun olduğu hem de öğrencilerde teknolojiye dair farkındalık oluşturmada etkili olacağına inanılmaktadır. Geliştirilen DMÖN'lerin matematiksel hesaplamalar, çeşitli görseller ve 3B nesneler gibi çeşitli öğeleri desteklemesi, bu çalışmanın hem öğrenci ihtiyaçlarını hem de STEM yaklaşımının gerekliliklerini karşıladığına inanılmaktadır.

STEM alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmalarda yer alan grupların orta öğretim ve lisans düzeyinde yoğunlaştığı görülmektedir. Oysa STEM eğitiminde kazandırılması hedeflenen beceri ve öğrenmeler daha erken yaşlarda kazanıldığı takdirde daha etkili olabilecek kazanımlardır. STEM'in özellikle öğrenilenleri gerçek yaşam problemlerine dayandırmayı amaçlaması ve uygulamalı öğrenme ortamını vurgulaması ilköğretim veya ortaokul düzeyindeki öğrencilerin bu süreçlerden daha fazla faydalanabileceğine işaret etmektedir. Murphy (2011)'nin de belirttiği gibi çocuklar; doğal bilim adamları, mühendisler ve problem çözücülerdir. Çocuklar çevrelerindeki dünyayı düşünerek, dokunarak, inşa ederek keşfederler. Bu nedenle, bu çalışmadaki örneklem seviyesinin alanyazında yukarıda ifade edilen boşluğu doldurabileceği söylenebilir.

Bu çalışmada öğrencilerin fen/matematik dersinde öğrendiklerini uygulama fırsatı bulmaları hedeflenmektedir. Çalışmada kullanılan uygulamalar aracılığıyla özellikle matematik kurallarını anlamının yanı sıra standartlara uygun model geliştirmeleri ile mühendisliğe adım atmaları sağlanmıştır. Öğrencileri ürün tasarlama ve geliştirme süreciyle öğrenmede daha aktif öğrenenler haline getirecek olan bu çalışmanın öğrencilerin detaylı düşünen, sorgulayan ve yaratıcı bireyler olabilmelerini tetikleyeceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada öğrencilerin deneyimleme fırsatı buldukları kurgulanmış bir problem senaryosu üzerinde çalışmalarını STEM temelli öğrenme deneyimlerini anlamlı hale getirmelerine katkı sağlayacaktır.

Eğitimin en önemli amaçlarından biri, öğrencilerin günlük hayatlarını kolaylaştırmayı sağlamak ve onları iş dünyasına hazırlamaktır. Bu amacın gerçekleşmemesi aynı zamanda yüzyılın en büyük sorunlarından biri ve üzerinde çalışılması gereken bir konudur (Trilling & Fadel, 2009). Eğer okul eğitimi ve okul dışı öğrenme faaliyetleri, öğrencileri gelecekteki vatandaş, çalışan, yönetici, ebeveyn, gönüllü ve girişimci gibi yetişkin rolleri için hazırlarsa, bugünkü çocuklar gelecekteki zorluklarla başa çıkabilirler. Gençlerin, yetişkin olduklarında tüm potansiyellerini ortaya çıkarmak için matematik ve diğer okul konularını içeren birçok beceriyi geliştirmeye ihtiyaçları vardır (National Research Council, 2012). Nitekim yeni nesil öğrencilere kazandırılması hedeflenen 21. yüzyıl becerilerinin edinilmesi ve onları pasif bireylerden aktif bireylere dönüştürecek bu gibi uygulamaların alanyazına kazandırılması önemlidir.

Gün geçtikçe karmaşık bir hal alan toplum yapısı ve teknolojik gelişmeler, siyasi, sosyal ve ekonomik krizler bireyin problemler yaşamasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla günümüz toplumu bireylerin yaratıcı, eleştirel, analitik düşünebilen ve karşılaştığı farklı sorunlara etkili çözümler üretebilen bireyler olmasını gerekli kılmaktadır (Büyükkaragöz & Çivi, 1995). Bu bağlamda öğrenme kuramlarındaki son gelişmeler, iş yaşamındaki yeni ihtiyaçlar, değişen yaşam koşulları dikkate alındığında öğrencilerin farklı düşünme becerilerini özellikle problem

özme becerisini kullanmalarını teşvik edecek ğretim programlarına duyulan ihtiyaç ortaya çıkmaktadır (Foshay & Kirkley, 2003).

Bu alışma, ğrencilerin STEM yaklaşımıyla desteklenen öğrenme sürecine katılmalarının sağlanması ve sürece yönelik görüşlerinin belirlenmesi, bu tür uygulamaların matematik alanında başarıya, bilgisayarca düşünme becerisine ve STEM'e yönelik tutum üzerinde etkili olup olmadığını ortaya koyarak alanyazına katkı sağlaması açısından önem arz etmektedir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmada aşağıdaki sınırlılıklar bulunmaktadır;

1. Çalışma grubu, 2018-2019 eğitim ğretim yılında Bayburt ilindeki iki okuldan seçilen 7. sınıf düzeyinde 89 öğrenciyle sınırlıdır.
2. Çalışma üç adet DMÖN destekli STEM uygulaması ve bu uygulamaların 4'er saat kullanım süreleriyle sınırlıdır.
3. Öğrencilerin ilgili uygulamaları tanımaları ve alışmaları için sadece birkaç örnek yapılmış sonrasında asıl uygulamaya geçilmiştir.
4. Öğrenciler tarafından geliştirilen projelerin sayısı ve kapsamı kullanılabilecek ders saati ile sınırlandırılmıştır.
5. STEM uygulamalarının birinde 3B yazıcı kullanılmıştır. 3B yazıcı aracılığıyla çıktı almak oldukça zaman alan bir faaliyettir. Bu nedenle çalışmada bir adet 3B yazıcının kullanılması sınırlayıcı faktörlerden biri olmuştur.
6. Geliştirilen STEM uygulamaları her ne kadar ünite kazanımlarını içerse ve öğrenmeyi desteklese de ders ğretmeni üniteyi tamamlama kaygısını sık sık dile getirmiştir. Bu durum bazı uygulamalarda sınırlayıcı olmuştur.

Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada aşağıdaki varsayımlar benimsenmiştir;

1. Her iki okuldaki deney ve kontrol grubu öğrencileri benzer özelliklere sahiptir.
2. Deney ve kontrol grupları arasında uygulama sürecinde herhangi bir etkileşim olmamıştır.
3. Öğrencilerin kullanacakları öğrenme nesnelerinin arayüzlerini ve kullanımını tanımları için verilen süre yeterlidir.
4. Uygulamanın tüm aşamalarında öğrencilere yeterli rehberlik sağlanmıştır.
5. Çalışma sürecinde kullanılan test ve ölçekler araştırmanın amacına ve kapsamına uygun niteliktedir.
6. Öğrenciler çalışma sürecinde kullanılan test ve ölçekleri içtenlikle yanıtlamışlardır.
7. Çalışma ve veri toplama araçları için alınan geçerlilik ve güvenilirlik önlemleri yeterlidir.

Terim ve Tanımlar

Bu bölümde araştırmada yer alan bazı terimlerin tanımları sunulmaktadır.

STEM Eğitimi: STEM bütünlük bir eğitim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım ile günlük yaşamda karşılaşılan problemleri Bilim (S), Teknoloji (T), Mühendislik (E) ve Matematik (M) alanlarını kullanarak çözmek hedeflenmektedir. Öğrencilerde çevrelerindeki dünyayı birbirinden izole ve ayrı ayrı küçük parçalardan ziyade anlamlı ve girift bir yapıya sahip olduğu duygusunu uyandırmaktır (Morrison, 2006).

Dinamik Matematik Öğrenme Nesnesi (DMÖN): Öğrenmeyi desteklemek amacıyla geliştirilen ve sürekli geliştirilme ve güncellenme özelliği taşıyan etkileşimli öğrenme materyalleridir (Longmire, 2004; Wagner, 2002).

Bilgisayarca Düşünme Becerisi: Bilgisayarları üretim amacıyla gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanabilmek için gerekli olan bilgi, beceri ve tutumlara sahip olmaktır (Özden, 2015).

21. Yüzyıl Becerileri: 21. yüzyılda öğrencilerin, çalışanların ve liderlerin çağın gereksinimlerine uygun faaliyet gösterebilmeleri için gerekli görülen birtakım yetenekler 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılmaktadır (Bybee, 2010; NRC, 2010; Partnership for 21st Century Skills, 2009). 21. yüzyıl becerileri bilişsel beceriler (ör., eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık), kişilerarası beceriler (iletişim becerileri, sosyal beceriler, ekip çalışması, kültürel duyarlılık, zorluklarla baş etme) ve içsel (intrapersonal) beceriler (öz yönetim, öz

düzenleme, zaman yönetimi, kişisel gelişim, yaşam boyu öğrenme, uyumluluk) olarak sınıflandırılmaktadır (Yalçın, 2018).

DMÖN Destekli STEM Uygulaması: Bilgisayar temelli, etkileşimli öğrenme nesneleri ile desteklenmiş senaryoları içeren uygulamalardır.

Wolfram Mathematica: Mathematica, Wolfram Research tarafından üretilmiş olan, bir simgesel matematik yazılımdır (Gülcü, 2004).

Wolfram CDF Player: Wolfram Research tarafından üretilen Computable Document Format (cdf) uzantılı dosyaları oynatmayı sağlayan bir programdır (Wolfram, 2020).



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Çalışmalar

Bu bölümde çalışmanın temelini oluşturan STEM eğitimi, STEM eğitiminin temel ilkeleri, STEM'in entegrasyonu, STEM ve 21. yüzyıl becerileri, bilgisayarca düşünme becerisi, mühendislik tasarımı ve ilgili çalışmalar sunulmaktadır.

Kuramsal Çerçeve

STEM eğitimi.

STEM eğitimi, bilim (fen), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini birbirinden ayıran geleneksel bariyerleri kaldıran ve öğrencilerin öğrenme deneyimleri kazanmaları için bu disiplinleri gerçek hayatın içine entegre eden bir yaklaşımdır (Vasquez vd., 2013, s. 4). STEM, bugün Birleşmiş Milletler'de ve dünyada sıkça kullanılmaktadır.

STEM yaklaşımına yönelik ilk ciddi kısaltma SMET (science, mathematics, engeneering and technology) olarak yapılmış ancak söylenişin daha kolay olması açısından STEM'e dönüşmüştür (Breiner vd., 2012; Sanders, 2009). STEM, ilk olarak Ulusal Fen Derneği (National Science Foundation – NSF)'nin (Çevik, Şentürk & Abdioğlu, 2019; Vasquez vd., 2013; White, 2014) eğitimle ilgili bütün şubelerindeki programları kapsayıcı bir terim olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise bu kısaltma birçok farklı bağlamda ve önceden ayrı ayrı öğretilen konuların birleşiminden oluşan yeni ve tutarlı bir çalışma sahası olarak kısaca bir meta-disiplin olarak bilinmektedir (Vasquez vd., 2013, s.18). Örneğin, nispeten yeni bir alan olan biyoteknoloji, yaşayan organizmaları ve süreçlerini mühendislik boyutuyla ele alan biyoloji çalışmalarındandır. Bu tür bir eğitim “bir disiplin temelli olup diğer disiplinlere ait bilgilerin birleştirilmesi ile yeni bir bütün oluşturulması”dır. Bu birbirinden ayrı disiplinler arasında köprü kurarak disiplinler arasılığı sağlayan STEM'dir (Morris, 2006, s.4). Son zamanlarda eğitim ortamlarında sıkça kullanılan STEM; İngilizce bilim (fen), teknoloji, mühendislik ve matematik (science, technology, engineering and mathematics) disiplinlerinin ilk harflerinden oluşan bir kısaltmadır.

Alanyazın incelendiğinde STEM eğitiminin tanımı üzerinde farklılıklar görülmektedir. Bybee (2010), STEM'in tanımında henüz araştırmacıların fikir birliğine ulaşamadığını belirtmektedir. Tsupros, Cohler ve Hallinen (2009, s.7), “öğrencilerin gerçek yaşam problemleri ile bağdaştırılmış önemli kavramları öğrenmek için bilim, teknoloji, mühendislik

ve matematik bağlamında başvurdukları disiplinlerarası yaklaşım” olarak tanımlamaktadır. Vasquez vd. (2013, s.4), “bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini ayrı ayrı düşünen geleneksel engelleri ortadan kaldıran ve öğrenciler için bu disiplinleri ilgili deneyimlere entegre eden disiplinlerarası yaklaşım” olarak tanımlamaktadır. Brown vd. (2011) ise “bütün öğretmenlerin, özellikle de STEM öğretmenlerinin belli bir disipline yönelik içeriği entegre yaklaşımıyla öğrettiği standartlara dayalı, meta-disiplin” şeklinde biraz daha farklı bir tanım yapmaktadır.

English (2016), alanyazında STEM eğitiminin tanımlarındaki farklılığa dikkat çekerek STEM eğitime yönelik ortak bir anlayışın olmayışını bir problem olarak değerlendirmektedir. Alanyazında STEM eğitiminin ne olduğuna dair ortak bir tanım olmasa da STEM eğitiminin amacı konusunda araştırmacılar hemfikir görünmektedir. STEM eğitiminin amacı bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğe ilişkin kavramların anlaşılması ve uygulanabilir bilginin edinilmesidir (English, 2016; Morrison, 2006; National Research Council, 2012).

STEM terimindeki “T” ve “E” harflerinin temsil ettiği teknoloji (technology) ve mühendislik (engineering) ise çoğunlukla göz ardı edilmiştir. Çünkü sadece fen ve matematik disiplinleri okul programlarında yerini almıştır. Ayrıca birçok insan teknolojiyi sadece fişe takılan bilgisayar ya da daha yüksek teknolojik araçlar olarak düşünmektedir oysa teknoloji terimi daha derin ve geniş yelpazedeki ürünleri, işlemleri ve sistemleri kapsamaktadır. Mühendislik terimi de bu bağlamda insanlar tarafından oldukça az anlaşılan terimlerdenidir. İnsanların çoğu mühendislik terimini sadece matematik ve fende başarılı insanların elde ettiği bir meslek olarak düşünürken; bazıları ise su tesisatı ya da araba tamiri ile alakalı olduğunu düşünmektedir (Vasquez vd., 2013, s.18). Aslında 21. yüzyıl vatandaşları için matematik, fen, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinden her birinin kendine has ve eşsiz bir bilgi birikimi ve farklı uygulamaları vardır.

STEM eğitimi dört disiplini (bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik) ve bu disiplinlere ait beklentileri birbiriyle bütünleştirmektedir (Bybee, 2013). STEM yaklaşımı ile öğrencilerin eğitimleri planlanırken 21. yüzyıl becerileri, fen, matematik, teknoloji, mühendislik becerileri ve bu disiplinler arasındaki iş birliği ön plandadır. Bir öğrenci ister STEM eğitimi verilen bir okula gitsin ister STEM eğitimi verilmeyen normal bir okula gitsin, bu eylemdeki temel amaç öğrencinin eğitsel, kültürel, ekonomik ilişkilerde topluma katkı sağlayacak nitelikte yetişmesidir (Morrison, 2006; NRC, 2012; PCAST, 2010).

STEM yaklaşımı odaklı yürütülen araştırmalarda bu dört disiplin dışındaki alanlarla bu yaklaşımın kapsamı genişletilmeye çalışılmıştır. Zamanla STEM disiplinlerine “sanat” alanı dahil edilmeye başlanmış ve STEM kısaltması STEAM biçimine dönüştürülerek kullanılmaya

başlanmıştır. Bu kısaltma ise ilk kez 2009 yılındaki Sanat Eğitimi için Florida Birliği'nin raporunda yer almıştır (Allina, 2018). Bu durumu tetikleyici en temel düşünce aslında sanatın da STEM'in içinde var olması ve sanat boyutunun diğer disiplinler kadar önemli görülmesidir (Wynn ve Harris, 2012). Araştırmacılar sanat alanının öğretimde bütünleştirilmesinin öğrencilerin özgüven, motivasyon ve yaratıcılık gibi duyuşsal becerilerini etkileyeceğini ve öğrenmede de olumlu etki oluşturacağını belirtmektedir (Land, 2013; Rabalais, 2014, s.59). STEAM bakış açısında öğrencilerin kazanımlarını problem çözümünde kullanmalarında, ürüne dönüştürmelerinde bir bilim insanı gibi davranmaları kadar bir sanatçı yaratıcılığı ve özeniyle ürünlerini oluşturmaları da gerekli ve önemlidir (Watson & Watson, 2013). STEAM'a göre öğrencilerin kendilerini bilim insanı ve mühendis gibi görmelerinin yanı sıra yaratıcı birer tasarımcı olarak görmeleri de sağlanmalıdır (Cook, Bush ve Cox, 2017, s.86).

STEM eğitiminin tam olarak ne olduğu veya nasıl entegre edileceğine ilişkin çok sayıda farklı görüş vardır. STEM araştırmalarında bazen STEM'in tüm disiplinlerine atıf yapılırken bazen sadece bir disipline vurgu yapılır. Bazen de dört disiplin ayrı ancak eşit varsayılırken bazen bu dört disiplinin bütünleştirilmesi gerektiği vurgulanır. Bazı çevreler ise en az iki STEM disiplininin bütünleştirilmesiyle öğretimin gerçek hayata bağlantılar kurularak öğrenciler için daha hayata dönük ve anlamlı hale getirilmesi şeklinde tanımlamaktadır (Smith & Karr-Kidwell, 2000, s. 22). Bu nedenle STEM eğitimi için net bir görüş etrafında uzlaşamadığı ifade edilebilir (Bybee, 2013; Honey, Pearson & Schweingruber, 2014). Ancak modern anlamdaki STEM tanımlarında entegrasyon (bütünleşik) ifadesinin mutlaka kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Breiner vd., 2012). STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine yönelik birçok model ortaya konulsa da bu çalışmaların amacı hangi yöntemin daha etkili olduğunu belirlemekten çok, farklı kavramsal gelişimleri ortaya çıkarmaktır. STEM eğitimi 2000'li yıllara kadar Bybee (2013)'nin görüşleri doğrultusunda ayrık disiplinler dördlüsü olarak algılanıyorken, günümüzde daha çok bütünleşik disiplinler olarak açıklanmaktadır (Ring, 2017). Moore vd. (2014) ise bütünleşik STEM eğitimi "öğrencilerin, fen ya da matematik kazanımlarını anlamlı bir şekilde öğrenmesini ve uygulamasını gerektiren teknolojiler geliştirmenin bir aracı olarak mühendislik tasarımına katılmalarını sağlamak için eğitimcilerin bir çabası" olarak tanımlamaktadır. Bütünleşik STEM eğitiminin bu tanımında ise mühendisliğe özel bir vurgu yapılmakta ve öğrenme sürecinde mühendisliğin, fen ve matematik dersleri ile bütünleştirilmesi vurgulanmaktadır. STEM'de önemli olan bu uygulamaların tamamen iç içe olmasıdır. En temel biçimde ise bütünleşik STEM eğitimi savunucuları STEM disiplinleri bağlamında ilişki kurulan, gerçek hayat problemlerine dayanan entegrasyonların STEM uygulamaları için en anlamlı uygulama yöntemi olacağını ifade etmektedir (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014).

STEM eğitiminin temel ilkeleri.

Vasquez vd. (2013, s.18 - 19)'nin sunduğu STEM eğitimi yaklaşımına ilişkin birtakım ilkeler aşağıdaki gibidir:

Entegrasyon: İki ya da daha fazla disiplini birleştirmek öğrencilerin kavramlar arasındaki ilgiyi görebilmesine, birbirinden ayrı bloklar şeklinde görünen bilgileri bağlayabilmesine fırsat sağlar. Bilimin iki alanını, fenle mühendisliği ya da sosyal bilimlerle matematiği birleştirmek, öğrencinin bilgi tabanında farklı kavramlar arasında bağlantı kurabilmesine yardım edecektir. Böylelikle öğrenciler anladıklarını uygulamaya dökebilecek ve verilen bir problem hakkında daha geniş, yenilikçi ve yaratıcı çözümler üretebilecektir.

İlişki Kurma: Birçok öğrenci okulda öğrendiği bilgileri günlük yaşam içerisinde kullanmakta zorluk yaşamaktadır. Bu nedenle, öğrencileri, bilgileri nasıl ve nerede kullanabilecekleri konusunda yönlendirmek önemlidir. Bu bağlamda “Bu bilgiyi neden dikkate almalıyım? Bu bilgi gerçek hayata ilişkin bir problemi mi çözüyor ya da gündemde olan bir olayı mı çözüme kavuşturuyor? Bölgesel ya da küresel açıdan hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç duyacağım bir sorunu mu oluşturuyor? Üzerinde ciddi bir şekilde düşünmem gereken bir kariyer ya da iş fırsatı mı sağlıyor? Bunu bilirsem ya da bu becerimi geliştirirsem daha iyi bir iş sahibi olabilecek miyim?” gibi sorular öğrenci açısından ele alınmalı ve cevaplanmalıdır.

21. Yüzyıl Becerilerini Vurgulama: Yarının iş gücü için en önemli ihtiyaç vatandaşların bilgiye sahip olmaları değildir. Bilgiye ihtiyaç duyulduğunda insanların bilgiye nasıl ulaştıkları ve ulaştıkları bu bilgiyi problem çözümünde kullanabilip kullanamadıklarıdır. Bu nedenle eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, iletişim ve işbirliği gibi 21. yüzyıl becerileri yarının iş gücünün arzulanan nitelikleri olacaktır (Partnership for 21st Century Skills, 2009).

Rekabet Ortamı Yaratma: Öğrencilerin düzeylerine uygun rekabet ortamları yaratmak, öğrenciler için dersleri daha ilgi çekici hale getirir. Öğrenciler için planlanacak görevler ne öğrenciyi görevi tamamlamaktan vazgeçirecek kadar zor ne de sıkıcı bulacakları kadar kolay olmalıdır. Bu süreçte 21. yüzyıl becerilerine odaklanmak ise sadece içerik bilgisine sahip olan öğrencilerin değil bütün öğrencilerin derse katılımını artıracaktır.

Birleştirme: Problem tabanlı (çözümü için yaratıcılık gereken bir problemi görev olarak öğrenciye vermek) ve proje tabanlı (ürün oluşturmaya odaklanmak) öğrenme yaklaşımlarını işin içine dengeli biçimde katmak oldukça önemlidir.

STEM eğitiminin entegrasyonu.

STEM entegrasyonunu ve STEM entegrasyonunun disiplinlerarası bağlantılarının etkili bir şekilde nasıl yapılabileceğine yönelik gayretleri tanımlamak oldukça zordur (Reeve, 2015). Sanders (2009, s. 21), STEM entegrasyonunu “İki ya da daha fazla STEM konu alanını hem kendi aralarında hem de kendi içlerinde öğretme ve öğrenme” şeklinde tanımlamaktadır. Ancak bu tanımın uygulamaya konulmasında, STEM öğretmenleri arasındaki işbirliği zayıflığından veya STEM öğretmenlerinin birbirlerine olan desteklerinin az oluşundan dolayı sorunlar yaşanmaktadır (Stohlman, Moore & Roehrig, 2012). Ayrıca STEM yaklaşımları değerlendirildiğinde, araştırmacıların ne STEM eğitimi ne de bütünsel STEM eğitimi için açık bir tanım etrafında henüz birleşemediği görülmektedir (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014). STEM entegrasyonu konusunda araştırmacılar arasında fikir birliği olmamasına rağmen bazı araştırmacılar (Kelley & Knowles, 2016; Thomas & Watters, 2015) STEM etkinliklerinde teknoloji ve mühendislik tasarımının merkeze alınıp diğer alanlara ilişkin bilgi ve becerilerin birbiriyle ilişkilendirilerek öğretilmesini vurgulamaktadır. Buna rağmen öğretim programlarının bütünleştirilmesine yönelik yaklaşımların STEM uygulayıcıları tarafından anlaşılması ve STEM entegrasyon modellerinin bilinmesi oldukça önemlidir.

Bu bölümde, alanyazında yer alan bazı STEM entegrasyon modelleri sunulmaktadır. Özellikle en yaygın ve temel modelleme olarak görülen Drake ve Burns (2004) tarafından oluşturulan STEM entegrasyon modeli ve en güncel modellerden biri olan Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig (2015)’e ait STEM entegrasyon modeli detaylı biçimde açıklanmıştır.

İlköğretim seviyesindeki öğrencilere okuldaki bir günleri sorulduğunda, birçoğu şu şekilde cevap verecektir “Sabah okuma yaptık sonra okuma gruplarına ayrıldık. Sonra ara verdik ve öğleden önce matematik öğrendik.” Bu kestirimden çıkarılacağı üzere öğrenciler öğrendikleri konuları birbirinden ayrı değerlendirmektedirler. Çünkü bu konular farklı standartlar ve farklı müfredat materyalleri ile birbirleriyle bağlantı kurulmadan anlatılmaktadır. STEM’in temel amacı bilim (fen) ve matematik ile okul dışındaki teknoloji üretimi ve tasarımı arasındaki izolasyonu kırmaktır (Vasquez vd., 2013, s.58).

STEM eğitiminin hedeflerine ulaşabilmesi için elbette STEM yaklaşımının öğretim programlarında doğru uygulanması gerekmektedir. STEM’in uygulanması noktasında da henüz kesinlikle kabul gören modeller veya örnek uygulamalar olmasa da kabul gören bazı entegrasyon modelleri vardır. STEM’in entegrasyonunda rehber olarak değerlendirilen modellerden biri Drake ve Burns’un çok disiplinli veya tematik (multidisciplinary), disiplinler arası (interdisciplinary) ve disiplinler üstü (transdisciplinary) olmak üzere üç yaklaşım içeren

entegrasyon modelidir. Disiplinlerin bütünleşme düzeyi ayrık disiplinlerden çok disiplinli, disiplinler arası ve disiplinler üstüne doğru artan bir bütünleştirme yöntemine işaret etmektedir.

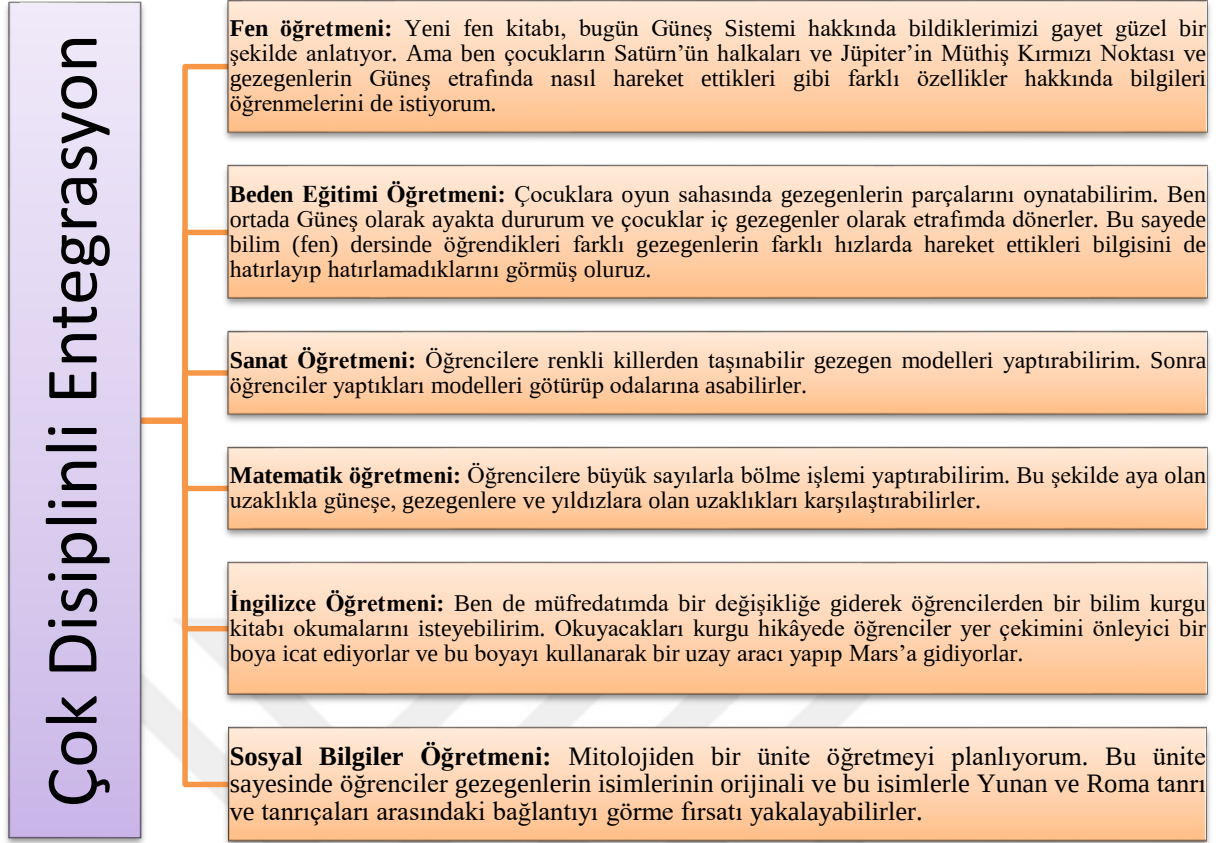
Bu yaklaşımların nasıl kullanılacağına geçmeden önce üç önemli nokta üzerinde durulmalıdır. Birincisi, birleştirme (entegrasyon) standartları terk etmek demek değildir. Öğrencilerin disiplinsel alanlarda tanımlanan kavram ve becerileri standart dokümanlarda (öğretim programları vs.) belirtildiği gibi kazanmaları gerekmektedir. İkincisi, STEM'in gerçek gücü konu alanlarının birleştirilmesinde yatmaktadır. Öğrencilerin farklı disiplinlere ait kavram ve becerilerin ilgi çekici soruları ve anlamlı problemleri çözmede bir araya gelişinin kendilerine nasıl yardımcı olduğunu farketmeleri önemlidir. Üçüncüsü ise birleştirilmiş bir STEM müfredatında öğretmenin odak noktası her bir disipline ait kavram ve becerileri nasıl öğreteceğinden ziyade öğrencilerin öğrendiği STEM kavram ve becerilerini okul yaşantılarının dışındaki yaşantılarına nasıl uygulayabilecekleri konusunda öğrencilere yardımcı olmaktır.

Çok disiplinli veya tematik entegrasyon.

Çok disiplinli entegrasyonda öncelik disiplinlere odaklanmaktır. Çok disiplinli yaklaşımın zengin, ilgili ve etkili bir eğitimsel araç olarak kullanılabilmesi için öğrencilerin ilgisini çekecek ve her disiplinin eğitimsel standartlarını karşılayacak çok disiplinli bir tema bulunması oldukça önemlidir. Farklı disiplinlerden öğrenme hedefleri bir tema etrafında birleştirilmeye çalışılır. Öğrencilerin aynı anda farklı derslerdeki kazanımları kullanarak dersler arasında bir tema veya konu üzerinden bağlantı kurmaları gerekir. Bazı eğitimcilere göre, temaya dayalı çalışma daha güçlü bir öğretim yöntemidir. Genellikle üç veya daha fazla konu üzerinde durularak ünite bir sonuca vararak noktalanır (Drake & Burns, 2004).

Çok disiplinli veya tematik yaklaşım farklı disiplinleri, “Okyanuslar”, “Ekosistemler”, “Uçuş” veya “Korsanlar” gibi ortak bir temada birleştirir. Bu yaklaşım müfredatlar arasında tutarlılık sağlar ve öğrenciler herhangi bir şey hakkında öğrenmenin birçok yolu olduğunu görme fırsatına sahip olur. Örneğin, bir İngilizce öğretmeni Robert Lewis Stevenson’ın “Hazine Adası” adlı hikâyesini öğrencilerine okutmaya karar verir. Fen (bilim) öğretmeni de bu öneriye karşılık olarak öğrencilerine “kaldırma kuvveti” ünitesi altında gemileri anlatabilir. Sosyal bilgiler öğretmeni de bu doğrultuda öğrencilerine ders kitaplarındaki “korsanların tarihi” adlı üniteyi ödev olarak verir. Matematik dersinde ise öğrenciler “korsan altınlarının günümüz piyasasındaki para değeri”ni öğrenebilirler. Çok disiplinli ya da tematik yaklaşımın öğrenciler için farklı alanlardaki fikirleri/düşünceleri arasında bağlantı kurma gibi bir avantajı olsa da çoğu zaman farklı konuların koordine edilmemiş bir potporisinin sunulması gibi dezavantajları ya da riskleri de bulunmaktadır (Vasquez vd., 2013, s.58-59).

Vasquez vd. (2013, s.58-59)’nin sunduğu, öğretmenlerin bir toplantıda bir araya gelerek Güneş Sistemi ile ilgili çok disiplinli bir STEM uygulaması hazırladıkları örnek Şekil 1’de sunulmaktadır.



Şekil 1. Çok disiplinli entegrasyona örnek ders planlaması.

Şekil 1 incelendiğinde bütün aktivitelerin Güneş Sistemi ile bir şekilde ilişkilendirildiği görülmektedir. Ancak, bağlantılar dışsal olma eğilimindedir. Yani ortak temayla ilgili ama öğrencilerin güneş sistemiyle ilgili anlayışlarını derinleştirecek önemli içerikler ya da gerekli beceriler üzerinde öğretmenler arasında ortak bir anlayış oluşmamaktadır. Bunun yanı sıra, farklı disiplinlerin gözle görülür bir şekilde bağlantıları da sunulmamakta ve sadece Güneş Sistemi ile ortak noktalarından bahsedildiği görülmektedir.

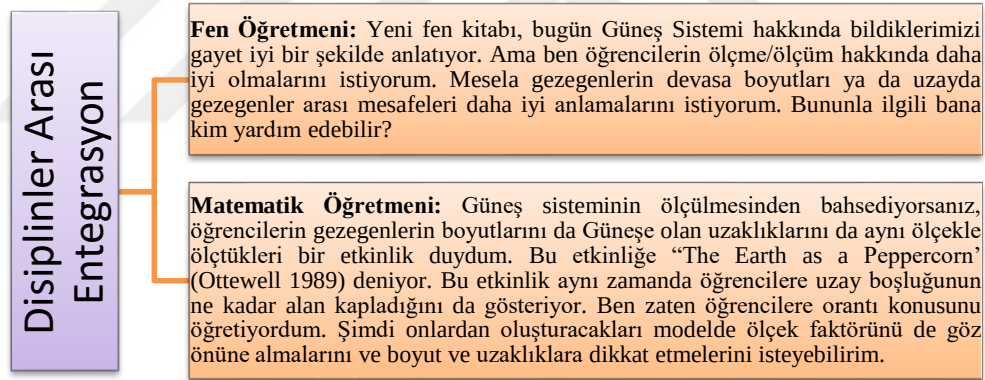
Disiplinler arası veya birleştirme entegrasyonu.

Disiplinler arası entegrasyonda öğretmenler disiplinler arası ortak öğrenmeleri bir müfredatta organize eder. Her bir disiplin içine gömülmüş ortak öğrenmeleri bir araya getirerek disiplinler arası beceri ve içeriklere vurgu yapılır. Disiplinler ayırt edilebilir bir durumdadır. Fakat disiplinler, disiplinler arası yaklaşımda çok disiplinli yaklaşımdakinden daha az bir öneme sahiptir. Yani disiplinler ayırt edilebilir ancak disiplinler arasındaki sınırlar çok disiplinli yaklaşıma göre daha az belirgindir (Drake & Burns, 2004). Bu yüzden, bu tür bir STEM müfredatı hazırlamada ilk adım bütün öğrencilerin öğreneceği, iki ya da daha fazla disiplinden bilgi ve becerilerini birleştirerek zenginleştireceği anahtar bir içerik ya da beceri belirlemektir.

Disiplinler arası yaklaşım, çok disiplinli yaklaşımdan tamamen farklı bir birleştirmeymiş gibi algılanmamalıdır. İki yaklaşım da öğrenci açısından tutarlı bir müfredat sağlamayı amaçlamaktadır. Örneğin bir tema bir ya da daha fazla disiplin tarafından öğretilen bir konu içeriyorsa disiplinler arası birleştirme çok disiplinli bir yaklaşımın içinde de gerçekleşebilir. Bir başka ifadeyle disiplinler arası birleştirme yaklaşımı çok disiplinli yaklaşım içerisinde de gerçekleşebilecek bir entegrasyon şeklidir.

Disiplinler arası birleştirme birbirinden tamamen farklı disiplinleri de birbirine bağlayabilir. Örneğin matematik ve fen gibi ya da teknoloji ve sosyal bilgiler gibi. Çok disiplinli yaklaşımda, odak noktası ortak bir tema iken, disiplinler arası yaklaşımda, iki ya da daha fazla disiplinin öğrenme amaçları anahtar bir konuyu ya da beceriyi oluşturmak için birbiri içerisinde eritilebilir. Bu durum zincirin halkalarının birbirine bağlanması ile oluşmasına benzetilebilir.

Vasquez vd. (2013, s.58-59)'nin sunduğu, öğretmenlerin bir toplantıda bir araya gelerek Güneş Sistemi ile ilgili disiplinler arası bir STEM uygulaması hazırladıkları örnek Şekil 2'de sunulmaktadır.



Şekil 2. Disiplinler arası entegrasyona örnek ders planlaması.

Şekil 2 incelendiğinde öğretmenlerin disiplinler arasındaki ortak öğrenmelerden bir müfredat oluşturdukları görülmektedir. Farklı disiplinler içindeki ortak öğrenme noktalarını bir araya getirerek disiplinler arasındaki becerilerin ve konuların üzerinde durulmaktadır. Bu arada disiplinlerin hâlâ ayırt edilebilir olduğunu, disiplinler arası yaklaşımda disiplinlere, çok disiplinli yaklaşımdan daha az önem verildiği görülmektedir. Yukarıdaki senaryoda anahtar içerik olan ölçek/ölçme konsepti öğrencilerin güneş sistemini sadece gezegenlerin boyutlarını yüzeysel olarak öğretmekten ziyade orantı konusundaki becerilerini de işin içine katarak, daha derin bir şekilde anlamalarını sağlamaktadır. Bu sayede öğrenciler orantı konusundaki bilgi ve becerilerini uygulamaya dökme fırsatı yakalamaktadır.

Birleştirilmiş planda, fen ve matematik arasındaki bağlantı derin kavramsal düzeydedir. Matematik öğretmenin açısından bakarsak, öğrenciler güneş sisteminin gerçek boyutları ve uzaklıkları hakkındaki gerçek verilerden hareketle orantı konusunda genişleyen anlayışlarını kullanmakta ve tasarladıkları bir model üzerinde bunu kullanmaktadır. Fen öğretmeni açısından bakıldığında, öğrencilerin gerçek bir model tasarlaması, güneş sistemindeki aşırı boyutları ve mesafeleri hiçbir ders kitabıyla sağlayamacakları oranda yakalamalarını sağlamaktadır. Aynı zamanda öğrenciler, modelleme deneyimlerinden hareketle, gezegenlerin iki geniş kategori altında toplanabileceğini keşfetmektedir. Dünya gibi küçük karasal gezegenlerin yanı sıra Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün gibi büyük gaz gezegenlerinin de olduğunu fark etmektedir. Bu modele Plüton da eklendiğinde öğrenciler Plüton'un diğer ana gezengelerden ne kadar farklı olduğunu görürken, Güneşten daha uzak olduğunu ve gazlardan oluşan gezegenlerle karşılaştırıldığında ne kadar küçük olduğunu keşfederek anlamaktadır.

Disiplinler üstü entegrasyon.

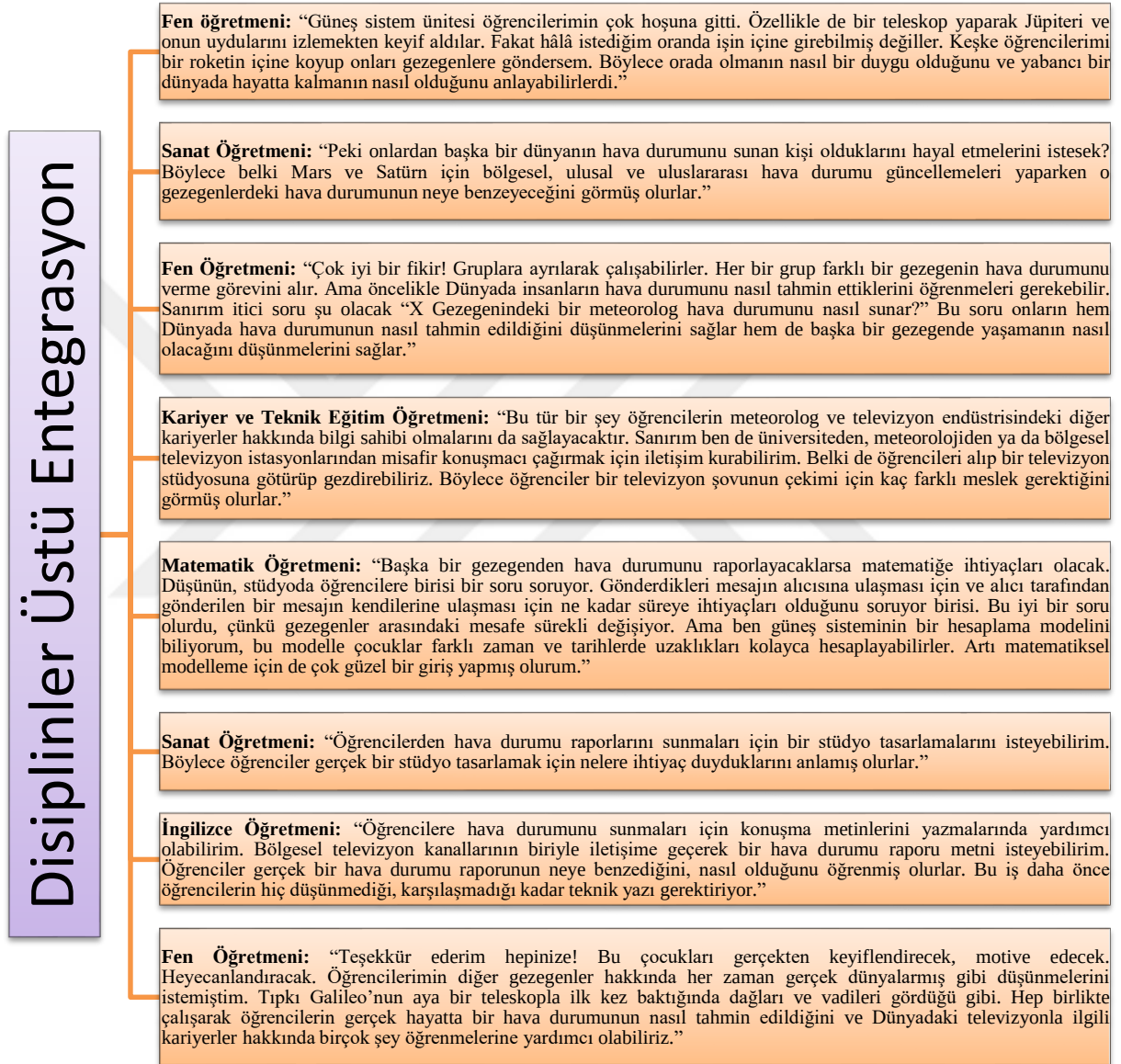
Disiplinler üstü entegrasyonda, öğretmenler müfredatlarını öğrencilerin soruları ve ilgileri doğrultusunda oluşturur. Burada öğrencilerden beklenen öğrenmeyi sahiplenmeleri ve bilgi/becerilerini gerçek dünya bağlamına uygulayabilmeleridir. Disiplinler üstü yaklaşımda, odak noktası öğrencilerin öğrendikleri bilgiyi gerçek hayatta kullanabilme becerileridir. Disiplinler üstü entegrasyonda odak noktası farklı konu alanlarına değil gerçek yaşam sorunlarıdır. Bu yaklaşımda, program öğrencilerin soruları, ilgi alanları ve merakları etrafında yapılandırılmalıdır.

Disiplinler üstü yaklaşım yapılandırmacı kuram üzerine temellendirilmiştir (Fortus, Krajcik, Dershimer, Marx & Mamlok-Naaman, 2005). Öğrencilerin bilimsel işlemler ya da matematiksel problem çözme gibi üst-düzey bilişsel görevlerdeki başarılarını ifade eder. Bu entegrasyondaki bileşenlere: “soru” şoför; “STEM öğrenme hedefleri” yol haritası; “öğrencilerin önceki öğrenme deneyimleri” de işaret levhaları benzetmesi yapılabilir.

Disiplinler üstü yaklaşımda, öğretmenler 21. yüzyıl becerilerini, bilgiyi ve tutumu gerçek hayat uygulamaları ve problem çözme stratejileriyle bir araya getirir. Gerçek hayat üzerine problem/proje tabanlı stratejiler daha derin ve ilgili öğrenme deneyimleri sağlar. Burada bahsedilen gerçek hayatta karşılaşılan problemler çok iyi tanımlanmazlar ve bu sorunların tek bir çözümü de olmayabilir. Bu entegrasyonda gerçek hayat koşullarıyla ilgili proje ya da problem tabanlı aktiviteler sınıf ortamında mühendislik tasarım süreçleriyle birleştirilmektedir (Capraro vd., 2016; Vasquez vd., 2013; Vasquez, 2015). Disiplinler üstü yaklaşım öğrencinin verilen bir görevi başarması için içerikle ilgili bilgi ve becerilerini STEM disiplinleriyle

ilişkilendirerek yansıtmasını gerektirir. Böylelikle grup çalışması, iletişim ve işbirliği gibi sosyal beceriler de yukarıdaki becerilerin yanı sıra gelişmiş olacaktır (Vasquez, 2015).

Vasquez vd. (2013, s.58-59)'in sunduğu, öğretmenlerin bir toplantıda bir araya gelerek Güneş Sistemiyle ilgili disiplinler üstü bir STEM uygulaması hazırladıkları örnek Şekil 3'te sunulmaktadır.



Şekil 3. Disiplinler üstü entegrasyona örnek ders planlaması.

Bu yaklaşımda, bir disiplinler üstü bölüm oluşturulurken öğrencilerin düşüncelerine yer vermek ve bir sonraki aşamada ne olacağına karar vermede işbirliği yapmalarını sağlamak bu yaklaşımı planlamak kadar önemlidir. Yukarıdaki senaryoda, amaç, temel bir sorunun içine yerleştirilmiştir: “X Gezegeninde bir meteorolog hava durumunu nasıl sunar?” Her bir öğretmen kendi disiplini için öğrencilerin kazanması gereken kavram, bilgi ve becerileri ayrı

ayrı belirtmiştir. Fakat her bir durumda kendi yaratıcı düşüncelerini açıklayabilecekleri, özgür bir ortam sunulmuştur. Örneğin bazılarında hava durumu raportörü, bazılarında stüdyo tasarımcısı olarak görev almışlardır. Şunu da unutmamak gerekir ki öğrencilerin bu tür bir projeyi tamamlayabilmeleri için öncelikle farklı disiplinlere ait birtakım gerekli bilgi ve becerilere sahip olmaları gerekmektedir. Bu bilgi ve becerileri büyük olasılıkla daha geleneksel öğrenme ortamlarında elde etmiş olacaklardır. Bu yüzden böyle disiplinler üstü bir entegrasyon her hafta ya da her ay yapılabilecek bir şey değildir.

Yukarıda açıklanan üç model de ortaokul, lise ve sonrasında eğitimin her kademesinde kullanılabilir. Bu yaklaşımlar öğretmenler tarafından planlanabileceği gibi tek bir öğretmen tarafından da planlanabilir. Burada sunulan yaklaşımlar birbirinden ayrı şeyler değildir. Hepsini bir bütünlük içinde daha az birleşmişten daha çok birleşmişe doğrudur. Müfredatların (planların) birleştirilme çeşitlerinin hepsinin kendine göre bir değeri bulunmaktadır. Hiçbiri değersiz değildir. Bu yaklaşımlardan hiçbirisi yanlış değildir ve aralarındaki fark sadece derece farkıdır, tür farkı değildir. Entegrasyon modelleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koymak için özet bilgiler Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. *Entegrasyon Modellerinin Karşılaştırılması*

	Çok Disiplinli	Disiplinler Arası	Disiplinler Üstü
Organizasyon Merkezi	Disiplinlerin standartları bir tema etrafında organize edilir.	Disiplinler arası beceri ve konseptler disiplinler standartları içine gömülür.	Gerçek hayat bağlamında, proje/problem temelli, öğrenci merkezli sorularla planlanır.
İçeriğin Geliştirilmesi	Bilgi ve beceriler en iyi şekilde bir disiplin yapısıyla öğrenilir.	Bilgi ve beceriler birbirine bağlı ve bağımlıdır.	Bilgi ve becerilerin bir kısmı öğretmen bir kısmı ise öğrenciler tarafından belirlenir.
Disiplinlerin Rolü	Disiplinlere ait farklı beceri ve konseptler diğer disiplinlerden bağımsız olarak öğretilir. Disiplinlere ait prosedürler çok önemlidir.	Disiplinler arası beceri, uygulamalar ve konseptler birlikte dokunur. Prosedürler farklı disiplinlerin niteliğini birleştirir.	Disiplin sınırları, öğrenciler gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri bir problem ya da proje üzerinde çalışırken kaybolur. Prosedürler öğretmenin belirlediği amaçlar doğrultusunda kısmi olarak öğrenciler tarafından belirlenir.
Öğretmenin Rolü	Her bir disiplindeki eğitime öncülük eder ve öğrenmeyi hızlandırır.	Disiplinler arasındaki eğitime öncülük eder ve öğrenmeyi hızlandırır	Amaçları belirler, disiplinler arası öğrenmeyi hızlandırır ve öğrencileri, öğrenmelerini şekillendirmeye davet eder.
Öğrenme Hedefleri	Disipline özgü içerik (konsept) ve beceriler.	Disiplinler arasında köprü kuran içerik (konsept) ve beceriler	Disiplinler, gerçek hayat bağlamları, öğrenci ilgi ve endişeleri arasında köprü kuran içerik (konsept) ve beceriler.
Entegrasyon Derecesi	Düşük.	Orta.	Yoğun.

Drake ve Burns (2004)’un entegrasyon modeli dışında alanyazında yer alan diğer STEM entegrasyon modelleri: Fogarty (1991)’nin “Öğretim Programlarının Bütünleştirilmesine İlişkin On Yol”, Bybee (2013)’nin “Bütünleşik STEM Modelleri” ve Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig (2015)’in “STEM Entegrasyon Formları” olarak karşımıza çıkmaktadır. Drake ve Burns (2004)’un entegrasyon modeli ve Fogarty’nin (1991) öğretim programlarının bütünleştirilmesine ilişkin on yol modeli karşılaştırıldığında; çok disiplinli yaklaşımın örüntülü

ve sıralı modeller ile disiplinler arası yaklaşımın bağlantılı, iç içe geçmiş, paylaşmalı, bağlı ve bütünleştirilmiş modeller ile disiplinler üstü yaklaşımın yoğunlaştırılmış ve ağ modelleri ile benzerlik göstermektedir (Wang, 2012). Bybee (2013)'nin bütünleşik STEM modelleri yaklaşımında ise dokuz farklı model tek disiplinli STEM'den bütünleşik STEM'e doğru derecelendirilmektedir. Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig (2015)'in STEM entegrasyonu formları modeli ise sınıf içi uygulamalarda STEM disiplinleri entegrasyonunun şu üç formdan birini aldığını belirtmektedir. Bunlar içerik entegrasyonu, destekleyici içerik entegrasyonu, bağlam entegrasyonudur.

İçerik entegrasyonu birden fazla disipline ait öğrenme hedefleri olan üniteler ve etkinlikler anlamına gelir. Desteklenmiş içerik entegrasyonu ana içeriğin öğrenme hedeflerini (ör., matematik) desteklemek için kapsam dâhilinde başka bir içeriğin (ör., fen) kullanıldığı ünite ve aktiviteleri ifade eder. Bağlam entegrasyonu bir disiplinin öğrenme hedeflerini konumlandırmak için başka bir disiplini bağlam olarak kullanır veya bir disiplinin öğrenme hedefleri başka bir disipline bağlam olarak yerleştirilir. Bağlamsal bütünleşmede odak tek bir disiplindedir, ikinci bir disiplinden öğrenme hedefi içermez, dolayısıyla diğer disiplinler problem için sadece bağlam sağlar. Bağlamsal bütünleşmede genellikle ana disiplinin içerik hedefleri bir hikâyede kullanılır ve diğer disiplinleri de uygulamaya kısmen yerleştirilerek gerçekleştirilir.

Bryan vd. (2015)'ne göre destekleyici içerik entegrasyonu sınıflarda en çok kullanılandır. İçerik entegrasyonu ise çoğu zaman bir disiplinin içerik amaçlarını başka bir disiplinin uygulamalarında kullanır. Anlamlı içerik entegrasyonu STEM yol haritası projesinin nihai amacıdır. Fakat STEM yol haritası projesi bağlam, destekleyici içerik ve içerik entegrasyonlarının üçünü de kullanışlı yöntemler olarak önerir. Üçünün karıştırılarak kullanılmasını tavsiye eder. Ama vurgu daima içerik entegrasyonuna yapılmalıdır.

STEM ve 21. yüzyıl becerileri.

STEM eğitiminin son yıllarda çok fazla ön plana çıkmasının temel nedeni 21. yüzyıl dünyasında ihtiyaç duyulan bilgi, beceri ve donanımları kapsayan bir yaklaşım olmasıdır (Şahin & Top, 2015). Öğrencilerin, çalışanların ve liderlerin çağın gereksinimlerine uygun faaliyet gösterebilmeleri için gerekli görülen birtakım yetenekler 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılmaktadır (Bybee, 2010; NRC, 2010; Partnership for 21st Century Skills, 2009). 21. yüzyıl becerileri bilişsel beceriler (ör., eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık), kişilerarası beceriler (iletişim becerileri, sosyal beceriler, ekip çalışması, kültürel duyarlılık, zorluklarla baş etme) ve içsel (intrapersonal) beceriler (öz yönetim, öz düzenleme, zaman yönetimi, kişisel gelişim, yaşam boyu öğrenme, uyumluluk) olarak sınıflandırılmaktadır

(Yalçın, 2018). 21. yüzyıl becerileri günümüz bilgi toplumunda bireylerin iyi vatandaşlar ve nitelikli iş görenler olmalarını sağlayan özellikleri ifade etmektedir (Ananiadou & Claro, 2009). Ülkeler, hedeflenen gelişmişlik düzeyine erişebilmek için 21. yüzyıl becerileriyle donatılmış insan kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Özellikle fen, matematik ve mühendislik alanlarında bu becerilere sahip bireylere oldukça ihtiyaç duyulmaktadır (Bybee, 2013). Bu bağlamda bireylerin dünya standartlarına uygun; dijital çağa ayak uydurabilecek rekabetçi, bilgili, yaratıcı bireyler olmaları oldukça önemli görülmektedir. Başarılı bir okul ve iş hayatı için 21. yüzyıl becerileri büyük önem taşımaktadır (Washer, 2007). Çünkü yaşadığımız yüzyılda eğitim programlarında yer alan dersler öğrencilerin akademik başarıları için gerekli fakat çağın ihtiyaçlarına cevap verebilecek niteliklere erişmek için yeterli değildir. Günümüzde eğitim endüstriyel ve ekonomi odaklı alanlardaki iş gücünü karşılayabilecek şekilde yeniden düzenlenmelidir.

OECD (2018), yayınladığı raporda sistemdeki aktif öğrencilerin 2030'lu yıllarda birer yetişkin olacağı ve bazı meslekler kaybolurken bazı yeni mesleklerin ortaya çıkacağını belirtmektedir. Bu nedenle okullarda sadece bilginin aktarılmasından ziyade kaliteli öğrenme yaşantıları oluşturularak öğrencilerin yeni mesleklere hazırlanmaları ve bu mesleklere yönelik becerileri kazanmalarının önemi vurgulanmaktadır. Nitekim bu ihtiyaçlar geleneksel eğitimden ziyade disiplinlerarası eğitim yaklaşımına odaklanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme ve işbirlikli çalışma gibi 21. yüzyıl becerilerinin sanayi dönemi mantığıyla ve klasik eğitim anlayışı ile çocuklara kazandırılması zor görünmektedir. Gerçek yaşam problemlerini disiplinlerarası bir yaklaşımla çözmeyi amaçlayan STEM eğitimi, bu bağlamda öğretim programlarıyla bütünleştirilebilecek ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesini sağlayacak bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Alanyazındaki birçok çalışmada STEM eğitiminin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için en uygun yaklaşım olduğu vurgulanmaktadır (Bybee, 2010; Ejiwale, 2012; Ostler, 2012). Bütünleştirilmiş STEM eğitimi 21. yüzyıl becerilerini büyük ölçüde barındırdığından öğrencilere bu becerileri geliştirmeleri için birçok fırsat sunmaktadır. Öğrenciler STEM eğitimi sırasında araştırma yapma, teknoloji kullanma, gruplar halinde çalışma, ürün oluşturma ve sunum yapma gibi bir dizi beceri kullanmaktadır. Bu nedenle bu becerileri kullanmaya ve geliştirmeye imkân sağlayan STEM uygulamalarının ders müfredatlarıyla bütünleştirilerek öğretim ortamlarına yansıtılması 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine ve yeni ortaya çıkacak mesleki formasyonun şekillendirilmesine katkı sağlayacaktır.

STEM ve bilgisayarca düşünme.

Bilgisayarca düşünme kavramı 2006 yılında Janette Wing tarafından popüler hale getirilmiştir ve bilgisayarca düşünme temel bir beceri olarak bilgisayar bilimi tarafından kabul

görmüştür. Son yıllarda bilgisayarca düşünme kavramının tanımına yönelik birçok söylem oluşmuştur (Bundy, 2007; Garcia, Lewis, Dougherty & Jadud, 2010; Wing, 2006). Genelde bu söylemlerden ikisi üzerinde durulmaktadır. Birincisi Bilgisayar Bilimi Öğretmenler Vakfı (CSTA) diğeri ise Google'nin Bilgisayarca Düşünmeyi Açıklama İnisiyatifi tarafından yapılan tanımdır. Google (2011) bilgisayarca düşünmeyi dört düşünme tekniği içeren bir süreç olarak tanımlar. Bunlar ayrışma, örüntü tanıma, örüntü genelleme ve soyutlama içeren algoritma tasarımıdır. CSTA ise bilgisayarca düşünmeyi aşağıdaki maddeleri de içeren bir problem çözme süreci olarak ele almaktadır:

- Sorunları bilgisayar ve diğer araçları kullanarak çözmemizi sağlayacak şekilde formüle etme
- Verileri mantıksal olarak düzenleme ve analiz etme
- Verileri modeller ve simülasyonlar gibi soyutlamalarla açıklama
- Algoritmik düşünme yoluyla çözümleri otomatikleştirme
- Mümkün olan en iyi ve etkili sonuca ulaşmak amacıyla olası çözümleri belirleme, analiz etme ve uygulama
- Problem çözme sürecini çok çeşitli problemlere genelleme ve transfer etme (CSTA, 2011).

Korkmaz, Çakır ve Özden (2015) ise bilgisayarı günlük yaşam problemlerinin çözümünde kullanabilmek için gerekli olan bilgi, beceri ve tutumlara sahip olmayı bilgisayarca düşünme becerisi olarak tanımlamaktadır. Günümüz bireylerinin teknolojiye yeni gelişmelerin etkisiyle temel bilgisayarca düşünme becerilerine sahip olması beklenmektedir (Wing, 2014). Bilgisayarca düşünme sadece bilgisayar bilimi ile ilgilenenlerin değil herkesin kazanması gereken bir düşünme biçimi olarak ifade edilmektedir (Yadav, Mayfield, Zhou, Hambruch & Korb, 2014). Tahminlere göre Amerika'da önümüzdeki 10 yılda her yıl 150.000 yeni programlama işi doğacak ve STEM'le ilgili işlerin yarısı programlama işi olacaktır (Kaczmarczyk & Dopplick, 2014). Bu iş gücü ihtiyacını gidermek için birçok kaynak gelecek nesil bilgisayar bilimcilerin yetiştirilmesine ve bununla ilgili değişkenleri anlamak için kullanılacaktır. Amerika'da bilgisayar bilimi lisans bazında yayılmaya ve resmî olarak öğretmen olmayan eğiticiler de bilgisayar bilimi etrafında toplanmaya başlamıştır. STEM'in diğer alanlarında olduğu gibi bilgisayar bilimlerinde de yakın gelecekte çok çeşitli iş gücüne ihtiyaç olacağı ortadadır. Bu yüzden birçok organizasyon liseyi bitirmeden önce öğrencileri bilgisayar bilim alanlarına çekmeye çalışmaktadır. Ancak, iş gücü gelişiminin ötesinde, tüm K-12 öğrencilerine bilgisayar becerilerini öğretmenin başka sebepleri de vardır. Öğrenciler bilgisayar bilimiyle ilgili kariyerlere ve kodlamaya ilgi göstermeseler bile bilgisayarca

düşünme becerilerini geliştirmeleri ve problem çözme süreçlerinde bilgisayar bilimi kaynaklı becerileri kullanmaları gerekmektedir.

Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu (ISTE), bilgisayarca düşünme becerisinin öğrencilerin problemin çözümüne karar verme adımlarında, veri toplamada, verileri analiz etme sürecinde ihtiyaç duyacakları bir beceri olduğunu ve bu amaçla dijital araçları kullanarak verileri değişik yollarla sunduklarını ifade etmektedir. Mishra ve Yadav (2013), bilgisayarca düşünme becerisinin öğrencileri teknolojiyi sadece tüketen bireyler olmaktan kurtarıp teknolojiyi üretici ve yaratıcı bir şekilde kullanmalarını sağlayacağını ifade etmektedir. Bilgisayarca düşünme becerisi ile öğrencilerin sorunları anlayan ve açıklayabilen, problem çözme süreçlerini uygulayan ve problemlere daha verimli çözüm üretebilen bireyler olarak yetiştirilmesi sağlanabilir (Czerkowski & Lyman, 2015).

Bilgisayarca düşünme becerisi alt boyutları.

Bilgisayarca düşünme becerisinin daha iyi anlaşılması için Korkmaz vd. (2017) tarafından bu beceriye ilişkin belirlenen alt boyutlar aşağıda sunulmaktadır:

Eleştirel düşünme.

Ater-Kranov, Bryant, Orr, Wallace ve Zhang (2010) eleştirel düşünmenin bilgisayarca düşünme becerisi için kritik becerilerden olduğunu ifade etmektedir. Eleştirel düşünmenin doğasında var olan karmaşıklık, kavramın tanımlanmasını da zorlaştırmaktadır. Voskoglou ve Buckley (2012) birçok eleştirel düşünme tanımından sentezleyerek “bireyin geçerli bilgiyle doğrulanabilecek rasyonel sonuçlara ulaşabilmek adına öznel benliğini isteyerek aşma yeteneği ya da becerisi” şeklinde bir tanım getirmişlerdir. Eleştirel düşünme becerisi, kişinin araştırıp sorgulayan, merak eden, olgulara çoklu bakabilen ve onları değerlendirebilen, kendi tercihlerini yapabilen, yeniliklere açık bireyler olmasını sağlar (Çokluk Bökeoğlu & Yılmaz, 2005).

Yaratıcı düşünme.

Yaratıcı düşünme, eleştirel düşünmenin önemli bir boyutu ve bilgisayarca düşünmenin de bir diğer boyutudur (DeSchryver & Yadav, 2015). Yaratıcı düşünme günlük hayatla ilişkili bir beceridir ve problemlere çözüm getirmede analitik ve eleştirel düşünme gibi yetenekler gerektirdiği için matematik ve diğer alanlar için önemlidir (Taşkın, 2017). Bilgisayarca düşünme ilkelerini problem çözmede kullandığımızda, çözümleri şekillendirmede önemli bir derecede yaratıcı düşünme kullanılır (Snalune, 2015; Voskoglou & Buckley, 2012).

İşbirliği.

İşbirlikli öğrenme grup çalışması bağlamında hem bireysel hem de grup üyelerinin öğrenmelerinin en üst düzeyde sağlanmasını hedefleyen bir öğrenme yöntemidir (Veenman, Benthum, Bootsma, Dieren & Kemp, 2002). İşbirlikli öğrenme modelinde öğrenciler küçük gruplar halinde çalışırlar ve birbirlerinin öğrenmelerine yardımcı olurlar (Slavin, 2015). Bir problemin karmaşıklığı arttıkça bu problemin çözümü için işbirliği yapmak bir gereklilik haline gelmektedir (NRC, 2011). Warneken, Steinwender, Hamann ve Tomasello (2014, s. 49), işbirlikli problem çözmenin birkaç farklı davranışsal ve sosyal-bilişsel becerinin eşzamanlı kullanılmasını gerektirdiğini belirtmektedir. İşbirlikli öğrenme bilginin paylaşılabilmesi ve sosyal ilişkilerin kurulabilmesi gibi öğrenme başarısına pozitif etki edebilecek özellikleri nedeniyle öğrenme yöntemleri arasında tercih edilir bir yere sahiptir (Korkmaz, Çakır, Özden, Oluk & Sarioğlu, 2015).

Algoritmik düşünme.

Bilgisayarca düşünme 1950'li yıllardan beri algoritmik düşünce kavramı olarak bilgisayar bilim alanında ele alınmaktadır (Denning, 2009). Zamanla bu iki kavram arasında fark oluşmuştur. Algoritmik düşünme, problemin çözümüne götüren adımları şekillendiren düşünce sürecidir (Hu, 2011; Katai, 2014). Geleneksel olarak, hesaplama bir girdinin alınıp sonuca gitmek için sıralı olarak işlendiği algoritmik bir yapıyı takip eder. Bu yüzden algoritmik düşünme bilgisayarca düşünmenin önemli becerilerinden biridir ve hem bilgisayar bilimleri hem de bilgisayarca düşünmenin merkezinde yer alır. Algoritmalar gündelik hayatta herkesin bir şekilde dâhil olduğu basit işlerden mesela yemek tarifine uymanın ya da araba sürmenin içinde dahi yer alır (Yadav, Stephenson & Hong; 2017, s. 57). Kiss ve Akri (2017) algoritmik düşünme yetkinliği olmayan lise öğrencilerinin zorluk yaşadığını ifade etmektedir. Ayrıca araştırmacılara göre geleneksel öğretim yöntemleri, öğrencilerin problem çözme ve kodlama becerilerini kavramsallaştıracak çerçeveyi vermekte yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden ilkökul ve ortaokul eğitiminde algoritmik ve bilgisayarca düşünme stratejilerine odaklanmak gerektiğinin altını çizmektedirler.

Problem çözme.

Genel anlamıyla problem, karmaşık ya da sonucu belirsiz bir sorudur ve problem çözme, belli bir amaca ulaşmak için karşılaşılan güçlükleri ortadan kaldırmaya yönelik çabaları ifade eder (Korkmaz & Kaptan, 2001). Araştırma, tartışma ya da bir düşünme durumudur (Van De Walle, 1989, s. 20). Lev Vygotsky (1978)'e göre ise problem çözme sosyal etkileşimlerle öğrenilen bir yetenektir. Günlük yaşantıda karşılaşılan problemleri çözebilmek eğitimin

amaçlarından biridir ve Gagne (1964) problem çözenin, düşünme becerilerini geliştirmek ve yeni anlayışlar üretmek için bir öğrenme biçimi olduğunu ifade etmektedir. Araştırmacıya göre öğretimin temel amaçlarından biri; insanlara düşünmeyi, mantıklarını kullanmayı ve daha iyi problem çözümler olmayı öğretmektir. Ayrıca problem çözme becerisi, bireyin kendine güveni, iletişim becerilerinin etkililiği, karar verme stilleri, akademik ve sosyal özsaygıları ile yakından ilişkilidir (Erden & Akman, 2007; McCabe, Blankstein & Mills, 1999).

Mühendislik eğitimi tasarım süreci.

Mühendislik tasarım süreci disiplinler arası entegrasyonun sağlandığı, mühendislik becerileri ile fen ve matematik disiplinlerini içeren bir süreç olarak tanımlanabilir. Mühendislik temelli STEM yaklaşımı, öğrencileri bir mühendis gibi farklı disiplinler arasında bir işbirliğine yönlterek, onları iletişime açık, sistematik düşünebilen, yaratıcı, etik değerlere sahip ve problemlere en uygun çözümü bulabilecek, bilim okuryazarı, takım çalışmasında ve mühendislikte tasarım projelerinde başarılı bireyler olarak yetiştirmeyi amaçlar (Guzey, Thank, Wang, Roehrig & Moore, 2014; Rogers & Porstmore, 2004). Mühendislik bağlamında STEM yaklaşımı öğrencilere materyal kullanarak öğrencilerin çeşitli duyularını harekete geçirerek öğretmeyi amaçlar ve matematik ile fen disiplinlerine yönelik birleştirilmiş bir uygulama alanı sağlar (Bairak, Tarova, Evangelou, Bagiati & Brophy, 2011). Mühendisliğin STEM öğretim modeline entegre edilmesi öncelikle öğrencilere günlük yaşamdan bir problem sunulması ve bilim insanlarının bu problemin çözümünü nasıl bulduğuna dair cevapların aranmasını hedefler. Öğrencilerin doğrudan temel konularla ilgili bilimsel araştırma yapabilecekleri, mühendislik tasarım projeleri gerçekleştirebilecekleri düzeye ulaşmaları beklenmektedir.

Mühendislik alanı, belirli bir amaç için verimli ve ekonomik teknolojilerin tasarımı, üretimi ve işletilmesine odaklanmıştır. Bu teknolojiler ise yapılar, süreçler ve sistemler olabilmektedir. Bu teknolojilerin tasarımı, bilimsel ve matematiksel kavramların yaratıcı ve dikkatlice planlanmış uygulamalarını gerektirir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy & Roehrig, 2014). K-12 Fen Eğitimi Çerçevesi (NRC, 2012) ve Gelecek Nesil Bilim Standartları (NGSS Lead States, 2013) gibi STEM’le ilgili son reform belgelerinde belirtildiği gibi tasarım süreçleri mühendislik uygulamalarının kalbidir ve bu nedenle K-12 seviyesinde mühendislik odak noktasını oluşturmaktadır. Mühendislik tasarım süreçleri, problem kapsamı belirleme, arka planı öğrenme, çözüm için planlama, uygulama, çözümü test etme ve çözümlerin testlerini değerlendirme gibi tasarım aşamalarında yinelemeli ve yansıtıcı uygulamalarla temsil edilebilir. Mühendislik tasarımının ayrılmaz bir parçası mühendisçe düşünmedir. Bunlar sistem düşüncesi, yaratıcılık, iyimserlik, azim, yenilik, işbirliği, iletişim ve etik düşünmedir. Bunlara ek olarak, mühendisler risk ve belirsizliği yönetmeli, başarısızlıktan ders almalı, tasarlanan

teknolojileri geliştiren ve kullananların güvenliğini göz önünde bulundurmalı ve önceki deneyimleri dikkate almalıdır (Moore vd., 2014). Mühendislik tasarımı, mühendislik düşüncesi ile birleştiğinde, öğrencilerin sorunları çözmek için birden fazla fikri bir araya getirmeyi öğrenmiş, bağımsız, yansıtıcı düşünürler olmalarına olanak tanır.

Kaliteli STEM entegrasyonu öğrenme deneyimlerini ve mühendislik tasarım uygulamalarını fen ve matematik içeriğiyle anlamlı bir şekilde bütünleştirir. Tasarım gerçekleştirebilme, öğrencilerin matematiği ve feni mühendislik tasarımına yansıtılabilmelerini gerektirir.

Bybee (2013) öğretim programlarında anlamlı değişiklikler sağlanmadan da öğretmenlerin fen bilimleri ve matematik derslerinde teknoloji ve mühendislik pratikleri içeren etkinlikler ile STEM eğitimi yapabileceklerini belirtmektedir. STEM eğitimiyle mühendislik uygulamalarının öğrencilere sunulması ve öğrencilerin bilimsel bilgiyle karşılaşmalarını sağlamak günümüzde ihtiyaç duyulan öğrenci profili açısından önemlidir. STEM eğitimi bağlamında yürütölen mühendislik uygulamaları için bazı oyuncaklar, robotik araç ve yazılımlar öğretim programlarında yerini almıştır. Öğrencilere, mümkün olduğu kadar erken yaşlarda öğrenecekleri içeriği mühendislik uygulamalarıyla ilişkilendirerek sunmak onların bilimsel süreç becerilerinin, yaratıcılıklarının gelişmesine katkı sağlayacaktır.

STEM eğitimi ve mühendislik uygulamaları sayesinde öğrenciler disiplinler arası bakış açısı kazanır. Öğrenilenlerin kalıcı olmasını ve önceki öğrenilenlerle ilişkilendirilmesine katkı sağlar. Öğrencilerin üst düzey düşünmelerine imkân sağlayarak mühendislik alanında bireylere tasarım oluşturma, prototip geliştirme olanağı verir. Ayrıca STEM uygulamaları, Bloom taksonomisinin üst düzey basamaklarına hitap eder (Yıldırım & Altun, 2015). Bu avantajlar yeni nesil meslek ihtiyaçları ve dijital çağda gereksinim duyulan insan nitelikleri açısından önemlidir ve öğretim programlarıyla bütünleştirilmesi okuldaki öğrenmelerin gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanılabilmesine katkı sağlar.

İlgili Çalışmalar

Genellikle STEM eğitiminde kullanılan stratejilerin ve farklı özellikteki STEM okullarının karşılaştırıldığı, STEM meslek seçimindeki eğilimlere ve STEM'e duyulan ihtiyaca yönelik çok sayıda araştırma olmasına karşın STEM eğitimi alan öğrencilerin akademik başarısını ortaya koyan araştırma sayısı oldukça azdır. Türkiye'de ise STEM eğitimi üzerine yürütölen çalışmaların sayısının yurt dışındaki çalışmalara kıyasla az olduğu ve fen alanında yoğunlaştığı görölmektedir. Bu bölümde STEM eğitimi yaklaşımının akademik başarıya,

STEM'e yönelik tutuma ve bilgisayarca düşünme becerisine etkisiyle ilgili uluslararası ve ulusal bazı çalışmalar sunulmaktadır.

Wade-Shepherd (2016), STEM eğitiminin yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin fen ve matematik başarılarına etkisini incelemiştir. West Tennessee'deki dört ortaokulda 2071 öğrenci araştırmanın çalışma grubunu oluşturmaktadır. Öğrencilerin bir kısmı STEM odaklı eğitim alırken diğerleri geleneksel öğretim yöntemleri ile öğrenime devam etmiştir. Yedinci ve sekizinci sınıf STEM eğitimi alanlarla almayan öğrencilerin matematik ve fen puanları arasında güçlü ve pozitif korelasyon gözlenmiştir. Ancak akademik başarı açısından sekizinci sınıflarda matematik ve fen derslerinde STEM odaklı eğitim alan öğrenciler ile diğerleri arasında anlamlı farklılık görülürken, yedinci sınıf düzeyinde anlamlı farklılık görülmemiştir.

Stotts (2019), Gürcistan'da STEM sertifikasına sahip 20 ilkokuldan sertifika öncesi ve sonrası olmak üzere topladığı verileri öğrencilerin başarılarına etkisi incelemiştir. STEM sertifikasının öğrencilerin dil, matematik, fen ve sosyal becerilerine etkisi belirlenmiştir. Araştırma sonucunda STEM sertifikasının, öğrenci başarı düzeyleri üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı tespit edilmiştir.

Han, Capraro ve Capraro (2015), Texas'taki ortaokul ve lise öğrencileriyle yürüttükleri çalışmada, problem temelli STEM eğitiminin matematik başarı düzeylerine etkisini bazı demografik değişkenlere göre incelemiştir. 51 okulun 2'si kontrol grubunu 49'u deney grubunu oluşturmaktadır. Okullardaki deney gruplarında problem temelli STEM eğitimi verilirken kontrol gruplarında bu eğitim verilmemektedir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında başarı durumu orta ve ileri düzeydeki öğrencilerde önemli farklılık görülmezken, başarı durumu düşük düzeydeki öğrencilerde orta ve ileri düzeydeki öğrencilere göre problem temelli STEM eğitiminin pozitif etkisi olduğu görülmüştür.

Han, Rosli, Capraro ve Capraro (2016), proje-tabanlı STEM eğitiminin öğrencilerin cebir, geometri, olasılık ve problem çözme başarılarına etkisini incelemiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin akademik başarıları 2008, 2009 ve 2010 yılları boyunca takip edilmiştir. Araştırma sonucunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik problem temelli öğrenme derslerinin öğrencilerin matematik, cebir, geometri ve olasılık başarı puanlarına olumlu etki ederken problem çözmede olumlu bir etki görülmemiştir. Aynı zamanda proje tabanlı STEM eğitimi gören okulların diğer okullara göre geometri, olasılık ve problem çözmede daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Bicer ve Copraro (2019), Texas'ta geleneksel yöntemlerle eğitim veren okullarla STEM eğitimi veren okullardaki öğrencilerin matematik başarılarını karşılaştırmışlardır. 46 okuldan

23'ü STEM eğitimi verirken 23 okulda geleneksel yöntemlerle eğitim verilmektedir. Çalışma sonucunda öğrencilerin matematik başarı puanlarında anlamlı farklılık görülmemiştir.

Tolliver (2016), STEM eğitiminin beşinci sınıf öğrencilerinin matematik ve okuma başarılarına etkisini araştırmıştır. Çalışma grubunu STEM eğitimi verilen ve geleneksel yöntemler kullanılan iki okul oluşturmaktadır. Ulaşılan veriler öğrencilerin matematik puanlarında anlamlı farklılık olmadığını gösterirken, okuma puanları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.

Olivarez (2012), karşılaştırmalı yöntemle yürüttüğü araştırmasında Texas'taki STEM eğitiminin sekizinci sınıf öğrencilerinin standardize edilmiş sınavlardan aldıkları puanlara etkisini incelemiştir. STEM programına katılan öğrencilerin matematik, okuma ve fen puanlarında pozitif etki bulunmuştur.

Young, House, Wang, Singleton ve Klopfenstein (2011) Texas'taki geniş ölçekli ve yoğunlaştırılmış STEM okulundan dört yıl veri toplayarak boylamsal bir çalışma yürütmüştür. Araştırmacılar STEM okulundan topladığı verileri geleneksel yöntemlerle öğretimine devam eden bir okulla karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin başarısına genel bir etkisinden ziyade konu temelli etkisi olduğu tespit edilmiştir. STEM okulundaki dokuzuncu ve onuncu sınıf öğrencilerinin matematik ve fen puanlarında geleneksel yöntemle öğrenime devam eden öğrencilere göre biraz daha yüksek başarı sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Irak (2019), "Işığın Yayılması" ünitesinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarı ve STEM'e karşı tutumları üzerine etkisini incelenmiştir. Bu amaçla TEOG sınavında farklı sıralamaya sahip iki okulun her birinden 5. sınıf düzeyinde ikişer deney ve kontrol grubu seçilmiştir. 113 kişiden oluşan deney gruplarında dersler STEM etkinlikleri ile işlenirken 105 kişiden oluşan kontrol gruplarında ders kitaplarında yer alan etkinlikler uygulanmıştır. Çalışmada ulaşılan verilerin analizi sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı görülmüştür. Ek olarak, çalışmada örneklem olarak alınan öğrencilerin okullarının TEOG sınavındaki başarı sıralaması ile öğrencilerin STEM uygulamalarından elde ettiği akademik başarı arasında bir ilişki olmadığı da tespit edilmiştir. STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca TEOG sınavında daha başarılı olan okuldaki öğrencilerin STEM'e karşı tutumlarının diğer okuldaki öğrencilere göre daha olumlu olduğu tespit edilmiştir.

Becker ve Park (2011) yürüttükleri meta-analiz çalışmasında STEM disiplinlerini bütünleştirme yaklaşımlarının ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite öğrencilerinin öğrenmelerine olan etkisini incelemiştir. Çalışmada STEM disiplinlerini matematik-fen, matematik-

teknoloji, fen-teknoloji, mühendislik-fen, mühendislik-fen-teknoloji şeklindeki kombinasyonlarla bütünleştirme yaklaşımlarını incelemişlerdir. Çalışmanın geneli için etki büyüklüğü 0.63 bulunmuştur. Sınıf düzeylerinde ise ilkokul düzeyinde en yüksek etki değeri 1.12 olarak saptanırken en küçük değer ise 0.33 olarak kolej seviyesinde belirlenmiştir. Bütünleştirme türlerine gelindiğinde dört disiplinin birleştirildiği kategoride 1,76 etki değeri en yüksek değer olarak tespit edilmiştir. Mühendislik-Matematik ve Mühendislik-Fen-Teknoloji bütünleştirmeleri ise 0.03 şeklinde en küçük etki değerini vermiştir. Yani dört STEM disiplininin bütünleştirildiği yaklaşımla en yüksek akademik başarının elde edildiği söylenebilir.

Ashford (2016), Güneydoğu Amerika’da okul sonrası (normal zamanda okula gidememiş öğrenciler için) STEM eğitiminin ilköğretim üçüncü, dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin başarıları üzerine etkisini araştırmıştır. Programa katılan öğrenciler ve katılmayan öğrencilerin matematik ve fen derslerindeki başarıları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda okul sonrası STEM eğitiminin üçüncü, dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin matematik ve fen başarılarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Guzey, Harwell, Moreno, Peralta, ve Moore (2016), tasarım tabanlı entegre edilmiş STEM programının 4-8. sınıf öğrencilerinin mühendislik, fen ve matematik başarısına etkisini araştırmıştır. Deney ve kontrol gruplarına ön test-son test olarak fen, mühendislik ve matematik sınavları uygulanmıştır. Araştırma sonucunda tekli regresyon analizine göre fen dersinde deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunurken çoklu regresyon analizine göre anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoğlu ve Ocak (2016), altıncı sınıf öğrencilerinin okul dışı STEM eğitim programına ait algılarını incelemiştir. Çalışma sonucunda öğrenciler programın bilişsel, tasarım, mühendislik ve bilgisayar becerilerine katkı sağladığını ifade etmişlerdir. STEM eğitim programında kullanılan etkinlikler öğrencilerin fen, matematik ve teknolojik kavramları somutlaştırarak uygulamalarına olanak sağlamıştır. Ayrıca öğrenciler mühendislik tasarım uygulamaları hakkında fikir sahibi olmuşlardır.

Çakır ve Ozan (2018), FeTeMM etkinliklerinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi akademik başarılarına, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine ve matematik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Çalışma grubunu 27’si deney ve 26’sı kontrol grubu olmak üzere 53 öğrenci oluşturmaktadır. FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin matematik dersi akademik başarılarını kontrol grubu öğrencilerine göre istatistiki olarak anlamlı bir şekilde daha fazla artırdığı görülmüştür.

Macun (2019), problem temelli STEM etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin oran orantı ve yüzdeler konularındaki matematik başarılarını incelediği çalışmada STEM etkinliklerinin deney grubu öğrencileri lehine pozitif etki yarattığı görülmüştür.

Kurt ve Benzer (2020), STEM uygulamalarının altıncı sınıf öğrencilerinin akademik başarı, problem çözme becerileri, STEM'e yönelik tutumları ve öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgisi üzerine bir araştırma yapmıştır. Araştırma sonucunda hem deney hem kontrol grubunun akademik başarı açısından ön test-son test puanları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Buna karşın son test akademik başarı puanlarının karşılaştırılması sonucunda deney grubu lehine daha yüksek puanlar gözlenmiştir. Deney grubunun akademik başarı açısından istatistiki açıdan anlamlı fark sergilediği tespit edilmiştir. Ayrıca STEM uygulamalarının problem çözme, STEM'e yönelik tutum ve STEM alanlarına ilgi değişkenleri açısından hem ön test-son test hem de son test puanları karşılaştırmasının deney grubu lehine anlamlı farklılık yarattığı gözlenmiştir.

Karışan ve Yurdakul (2017), STEM etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Aydın ilinde özel bir okulda öğrenim gören 100 öğrenci çalışma grubunu oluşturmuştur. Çalışma sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Aydın, Saka ve Guzey (2017), 4-8. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik derslerine yönelik tutum düzeylerinin bazı demografik verilere göre değişiklik gösterip göstermediğini incelemiştir. Çalışma grubu İstanbul, Edirne, Denizli, Antalya ve Kahramanmaraş illerinden 964 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin STEM tutum düzeylerinin “katılıyorum” seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra STEM tutum düzeylerinin cinsiyet, okul (özel – devlet), ebeveyn eğitim durumu değişkenleri açısından farklılık göstermezken sınıf düzeyi, yaşanan şehir ve meslek tercihleri değişkenlerinde anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Damar, Durmaz ve Önder (2017) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamalarının 5-8. sınıf öğrencilerinin tutumlarına etkisini ve öğrencilerin uygulamalarla ilgili görüşlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamalarının öğrencilerin tutumlarını artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler STEM etkinliklerini ilgi çekici bulmuşlar, bilimsel araştırma ve projede yer aldıkları için kendilerini popüler hissettiklerini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra etkinliklere heyecanla katıldıklarını, ders sürelerinin uzatılması gerektiğini, STEM uygulamaları ile teknolojik araçların çalışma prensiplerini daha iyi anladıklarını, kodlamanın hayatlarını değiştirdiğini belirtmiştir.

Özcan ve Koca (2019), STEM yaklaşımıyla öğretilen “Basınç” konusunun yedinci sınıf öğrencilerinin başarıları ve STEM’e yönelik tutumları üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma grubunu 20 deney 13 kontrol grubu öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda STEM yaklaşımıyla öğretim yapılan deney grubunun kontrol grubundan daha başarılı olduğu bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin STEM’e yönelik tutumları incelendiğinde deney grubunun STEM’e yönelik tutumlarının daha pozitif olduğu belirlenmiştir.

Karakaya ve Avgın (2016), demografik değişkenlerin (cinsiyet, anne-baba eğitim durumu, sınıf seviyesi) ortaokul öğrencilerinin STEM’e yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Altı, yedi ve sekizinci sınıf seviyelerinden 581 öğrenci çalışma grubunu oluşturmuştur. Araştırma sonucunda cinsiyet ve sınıf seviyesi değişkenlerinin STEM’e yönelik tutuma herhangi bir etkisi bulunamazken, anne-baba eğitim seviyesinin oldukça etkili bir değişken olduğu görülmüştür.

Yerdelen, Kahraman ve Taş (2016), düşük gelirli ortaokul öğrencilerinin STEM’e yönelik kariyer ilgilerini cinsiyet, sınıf seviyesi ve STEM’e yönelik tutumları bağlamında incelemiştir. Araştırmanın çalışma grubunu altı, yedi ve sekizinci sınıflardan 263 öğrenci oluşturmuştur. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelik pozitif duygular taşıdıkları ve bu duyguların cinsiyete göre değişmediği bulunmuştur. Hem erkekler hem de kızlarda STEM kariyerlerine yönelik ilgi seviyesi yüksek çıkmıştır. Öğrencilerin STEM kariyer ilgileri ile STEM’e yönelik tutumları arasında ise pozitif ilişki bulunmuştur.

Bircan (2019), STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin STEM’e yönelik tutumlarına, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisini incelemiştir. Çalışma grubunu ilkokul 4. sınıf düzeyindeki 34 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma sonunda STEM eğitiminin öğrencilerin matematik başarılarında anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. 21.yüzyıl becerileri ve STEM’e yönelik tutumlarında ise anlamlı etkisi olduğu belirlenmiştir.

Daymaz (2019), çember ve daire ünitesine uyarlanmış STEM uygulamalarının öğrencilerin matematik başarılarına, motivasyonlarına ve STEM meslek alanlarına yönelik ilgisini incelemiştir. Çalışma sonucunda, bu uygulamaların öğrenci başarısını ve STEM meslek alanlarına olan ilgilerini pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Özdemir (2018), STEM temelli matematik eğitiminin meslek lisesi öğrencilerinin mesleki matematik başarısının ve ilgisinin gelişimine etkisini incelemiştir. Araştırmanın çalışma grubu 32 deney grubu ve 32 kontrol grubu olmak üzere toplam 64 11. sınıf öğrencisi ve 3’ü kurum idarecisi 22 öğretmenden oluşmaktadır. Mesleki matematik başarı testi ile ulaşılan veriler karşılaştırıldığında son-test puanlarında deney grubu lehinde anlamlı fark olduğu

gözlenmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin STEM alanları tutumlarında, kariyer ve meslek seçimlerinde de artış olduğu gözlenmiştir.

Guzey, Moore, Harwell ve Moreno (2016), mühendislik tasarımı temelli bilim programının yedinci sınıf öğrencilerinin öğrenmeleri ve tutumları üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin STEM'e yönelik başarı ve tutumlarında pozitif etki tespit edilmiştir.

Korkmaz, Kılıç, Çakır ve Erdoğan (2019), meslek lisesi bilişim teknolojileri bölümü öğrencileriyle yürüttükleri çalışmada öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerine dönük algıları ile STEM beceri düzeylerine dönük algıları arasında mühendislik ve teknoloji ile matematik faktörleri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Korelasyon kat sayılarına bakıldığında aralarındaki ilişkinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumda öğrencilerin bilgisayarca düşünme beceri düzeylerine dönük algıları yükseldikçe STEM beceri düzeylerine dönük algılarının ve fen, mühendislik, teknoloji, matematik becerilerinin de geliştiğini ifade etmektedirler. Bilgisayarca düşünme becerilerine dönük algılarının işbirliklilik ve eleştirel düşünme faktörleri ile STEM beceri düzeylerine dönük algılarının ve faktörlerinin arasındaki ilişki incelendiğinde de benzer bir durum gözlenmiştir.

Weese, Feldhausen ve Bean (2016), STEM deneyimlerinin 5-9. sınıf öğrencilerinin bilgisayarca düşünmeye yönelik öz-yeterliliklerine etkisini incelemiştir. Çalışmada 5, 6 ve 7. sınıf öğrencileri “Mars Görevi” adlı uygulamaya katılırken, 8 ve 9. sınıf öğrencileri “Oyun Tasarımı” adlı uygulamaya katılmıştır. İki uygulamada da “Scratch” yazılımı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda iki uygulamada da öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerinde gelişme görülmüştür.

Swaid (2015), STEM eğitime bilgisayarca düşünme becerilerinin entegre edilmesi amacıyla yola çıkarak bunun avantajlarını ortaya koyan bir çalışma yürütmüştür. Araştırmacıya göre karmaşık verilerle birleşen ileri teknolojiler ortaya çıkmaya devam edecektir. Gelecekte karşılaşılabilecek zorlu ve karmaşık problemlerin bilgisayarca düşünme becerileri kullanılmadan çözülmesi mümkün olmayacağından, STEM eğitimcileri öğretimlerinde bilgisayarca düşünme becerilerini kullanmaya teşvik edilmelidirler.

Psycharis ve Kotzampasaki (2019), Yunan devlet okullarında öğrenim gören 5-6. sınıf seviyesindeki 115 öğrenciyle deneysel bir çalışma yapmıştır. Çalışmada öğrencilerin bilgisayar kullanma öz-güvenlerini ve bilgisayarca düşünme becerilerini ölçmek amaçlanmıştır. STEM’le desteklenen eğitsel oyunların ve teknolojik araçların kullanılmasının öğrencilerin bilgisayar kullanmaya yönelik öz-güvenlerine ve bilgisayarca düşünme becerilerine pozitif etki ettiği tespit edilmiştir.

Çimentepe (2019), 6. sınıf fen bilimleri dersi kuvvet ve hareket ünitesi kapsamında 4 hafta boyunca STEM etkinlikleri kullanarak bir çalışma yürütmüştür. 23 öğrenciden oluşan deney grubu öğrencilerinin eğitiminde STEM etkinlikleri kullanılırken kontrol grubundaki öğrenciler öğretim programında yer alan müfredata uygun öğrenim görmüştür. Çalışma sonucunda deney ve kontrol gruplarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının bilgisayarca düşünme becerileri son test bulguları incelendiğinde deney grubu puan ortalamasının kontrol grubu puan ortalamasından yüksek olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Bu bölümde araştırmanın modeli, örnekleme ilişkin bilgiler, DMÖN'lerin geliştirilme süreci, pilot uygulama, asıl uygulama, veri toplama araçları, verilerin analizi, geçerlik ve güvenirlik önlemleri ve araştırmacının rolü yer almaktadır.

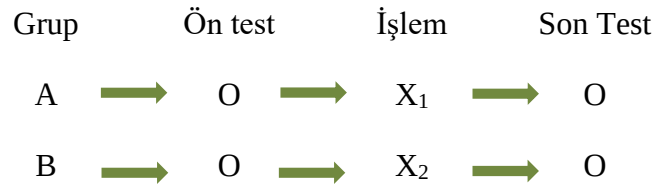
Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada DMÖN ile desteklenen STEM uygulamalarının akademik başarı, STEM'e yönelik tutum ve bilgisayarca düşünme becerisine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Karma araştırma yöntemi, nitel ve nicel çalışmaların sınırlılıklarını gidermek için bu yöntemlerin kombinasyonlarını kullanmayı sağlar ve araştırmacıların aynı çalışmada veya ilgili bir dizi çalışmada nitel ve nicel çalışmaların avantajlı taraflarını kullanabilmelerini sağlar (Creswell, 2017; Johnson & Christensen, 2019; Johnson & Onwuegbuzie, 2004; Tashakkori & Teddlie, 1998). Creswell (2017)'e göre nicel ve nitel yöntemleri birlikte kullanmak, bu yöntemleri tek başına kullanmaya oranla araştırma problemlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlar.

Karma araştırma yönteminde araştırmanın amacına, nitel ve nicel yöntemlerin kullanım sırasına göre farklı araştırma desenleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada Creswell (2017)'in sınıflandırması doğrultusunda birleştirme (çeşitleme) araştırma deseni kullanılmıştır. Bu desenin amacı nicel ve nitel veri analiz sonuçlarının birleştirilmesidir. İki veri türü farklı bakış açıları sağladığından problemi hem nicel hem de nitel olarak tanımlamayı ve probleme farklı görüş açılarıyla bakmayı sağlar (Creswell, 2017, s.36-37). Birleştirme eş zamanlı biçimde nitel ve nicel verilerin toplanması, bu verilerin analizlerinin yapılması, verilerin birlikte yorumlanmasına dayanan ve böylece ele alınan araştırma sorularının derinlemesine incelenmesini sağlayan bir desen olarak da açıklanabilir (Creswell, 2017; McMillan & Schumacher, 2014).

Araştırmanın nicel boyutunda yarı-deneyssel araştırma deseni kullanılmıştır. Bu yöntem deney ve kontrol gruplarının rastgele atama yapılmadan seçildiği deneyssel bir işlemde bulunan grupların karşılaştırıldığı bir yöntemdir (Creswell, 2016; Fraenkel & Wallen, 2000; McMillan & Schumacher, 2014). Yarı-deneyssel desenler kendi içinde pek çok modeli kapsamaktadır. Bu çalışmada eşit olmayan gruplar ön test-son test deseni kullanılmıştır. Bu

desende iki ya da daha fazla gruba müdahalede bulunularak sonuçlar karşılaştırılır (Cook, Campbell & Peracchio, 1990). Araştırmanın modeli Şekil 4’de sunulmaktadır.



Şekil 4. Araştırmanın modeli.

Araştırmanın nitel boyutunda ise durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışmalarında bir ya da daha fazla olayın, programın, sosyal grubun, ortamın veya diğer birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine incelenmesi, duruma ilişkin açıklama geliştirmek ve durumu değerlendirmek amaçlanır (Gall, Borg & Gall, 1996; Mcmillan, 2000: akt. Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2015; Yıldırım & Şimşek, 2008). Durum çalışmalarında keşfedici, açıklayıcı veya betimleyici araştırma soruları sorulabildiğinden (Yin, 1994) araştırmacının bir durumla ilgili ayrıntılı bilgi edinmesini ve sunmasını sağlar (Johnson & Christensen, 2019). Araştırılan durumlar birbirinden farklı olduğu için (öğretmenin tecrübe farkı, farklı öğrenci tepkileri gibi) sonuçların genellenmesi söz konusu değildir (McMillan & Schumacher, 2014). Ancak bir duruma ilişkin olarak elde edilen sonuçların benzer durumların anlaşılmasına yönelik örnekler ve deneyimler oluşturması beklenir. Bu nedenle çalışmanın nitel boyutunda ulaşılan nicel bulguların daha iyi anlaşılmasını sağlayacağı düşünüldüğünden deney grubu öğrencilerinden yazılı görüşler toplanmıştır. Bu bağlamda tasarlanan STEM uygulamalarına, DMÖN’e, uygulama sürecine, kullanılan teknolojik araçlara yönelik görüşler toplanması hedeflenmiştir.

Bu araştırma modeli doğrultusunda çalışmanın yürütülmesi için iki ayrı okuldan ikişer grup olmak üzere dört grup belirlenmiştir. Müfredata uygun olarak oran-orantı ve yüzdelere ünitelerinin işlendiği dersler deney gruplarında DMÖN destekli STEM uygulamalarıyla yürütülürken, kontrol gruplarında bu ünitelerin işlendiği dersler yine Wolfram Mathematica yazılımı aracılığıyla geliştirilen öğrenme nesneleriyle desteklenmiştir. Deney grubundaki öğrenciler öğrenme süreçleri sonunda üç adet STEM odaklı ürün geliştirirken kontrol gruplarında böyle bir uygulama yapılmamıştır.

Evren ve Örneklem

Bu çalışmanın evrenini Bayburt ortaokullarındaki 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemini ise Bayburt ilindeki 2 ortaokulda 2018-2019 eğitim-öğretim yılı II.

döneminde dört farklı 7. sınıfta öğrenim gören 40 erkek 49 kız olmak üzere toplam 89 öğrenciden meydana gelmektedir. Örneklemle ilgili demografik bilgiler Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2. *Çalışma Gruplarına Ait Demografik Bilgiler*

Gruplar	Kız	Erkek	Toplam
Deney 1	13	10	23
Kontrol 1	14	10	24
Deney 2	22	0	22
Kontrol 2	0	20	20
Toplam	49	40	89

Örneklemin belirlenmesinde araştırmanın çok sayıda uygulama aracı gerektirmesinden dolayı sürecin daha kolay gerçekleştirilebileceği seçkisiz olmayan örneklem yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminde araştırmacı ihtiyaç duyduğu çalışma grubunu erişilebilir kişilerden, maksimum tasarruf sağlayacak ve yönetimi kolay durumları gözeterek belirler (Cohen & Manion, 1989; Fraenkel, Wallen & Hyun 2011; McMillan & Schumacher, 2014; Ravid, 1994: akt. Büyüköztürk vd., 2015).

Veri Toplama Araçları

Araştırmalarda sadece bir veri toplama aracının kullanılması veri toplama aracının barındırdığı sınırlılıkların bulguları etkilemesine yol açmaktadır. Bu nedenle iki ya da daha fazla veri toplama aracı kullanıldığında, bir veri toplama aracı diğerinin sınırlılıklarını ve ön yargılarını ortadan kaldırarak daha güvenilir bulgulara ulaşmayı sağlamaktadır (Cohen, Manion & Morrison, 2007, s. 396-412; Creswell, 2017; Johnson & Christensen, 2019; Johnson & Onwuegbuzie, 2004; McMillan & Schumacher, 2014). Bu doğrultuda, çalışmada birden fazla veri toplama aracı kullanılmıştır.

Çalışmanın nicel boyutunda başarı testi, bilgisayarca düşünme beceri düzeyi ölçeği ve STEM'e yönelik tutum ölçeği kullanılırken, nitel boyutunda yazılı görüş formu biçiminde oluşturulan öğrenme günlükleri kullanılmıştır. Araştırma soruları çerçevesinde çalışmada kullanılan veri toplama araçları Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3. *Araştırma Sorularına Göre Kullanılan Veri Toplama Araçları*

Araştırma Soruları	Veri Toplama Araçları	Test/Ölçek/Form	Kaynak
1	Akademik Başarı Testi	Çoktan Seçmeli Test	Araştırmacı tarafından oluşturulmuştur
2	Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği	5'li Likert Tipi Ölçek	Korkmaz, Çakır ve Özden (2015) tarafından geliştirilmiştir
3	STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği	5'li Likert Tipi Ölçek	Özcan ve Koca (2019) tarafından Türkçe'ye uyarlanmıştır
4	Öğrenme Günlükleri	Yazılı Görüş Formu	Araştırmacı tarafından geliştirilmiştir

Çalışmada kullanılan veri toplama araçlarına yönelik birtakım geçerlilik ve güvenilirlik önlemleri alınmıştır. Geçerlilik, ölçme aracının kullanılış amacına uygunluk derecesi, kapsadığı maddelerin örnekleme uygunluğu, ölçülmek istenen değişken ya da değişkenleri kapsama düzeyi, maddelerin açık bir şekilde ifade edilmesi ve dil uygunluğu olarak tanımlanabilir (Fraenkel, Wallen & Hyun, 2011; McMillan & Schumacher, 2014; Sönmez & Alacapınar, 2014).

Güvenilirlik ise ölçme aracının hatalardan arınık olma derecesini, duyarlılık ve tutarlılığını ifade eder. Ölçme aracının tutarlılığı ölçülen niteliğin her ölçümde aynı veya yakın sonuçlar elde etmesi anlamına gelirken; duyarlılık ölçme hatasının olmaması demektir (Büyüköztürk vd., 2015; McMillan & Schumacher, 2014; Sönmez & Alacapınar, 2014). Bu doğrultuda çalışmada kullanılan veri toplama araçları için alınan geçerlilik ve güvenilirlik önlemleri aşağıda sunulmaktadır.

Akademik başarı testi.

Bu çalışmada, öğrencilerin oran-orantı ve yüzdeler konularına ait başarı durumunu belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından ders öğretmenleri iş birliğiyle çalışma gruplarının seviyelerine uygun, bir ders saatinde cevaplandırabilecekleri 15 sorudan oluşan başarı testi oluşturulmuştur. Testin güvenilirlik çalışmaları kapsamında iç tutarlılık belirleme yöntemlerinden Cronbach Alfa değeri hesaplanmıştır. Başarı testi, çalışmada ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Ön test ve son test uygulamalarında başarı testindeki soruların sadece sayısal değerleri farklılaştırılmıştır. Başarı testine ilişkin alınan geçerlik güvenilirlik önlemleri aşağıdaki gibidir:

- Başarı testindeki sorular matematik alan uzmanı eşliğinde, MEB'e ait ders kitabı ve ders öğretmenlerinin hazırladığı sorulardan seçilmiştir.
- Matematik alan uzmanı eşliğinde önemli bazı kazanımlar belirlenmiş ve bu kazanımları ölçmeye yönelik sorulara yer verilmiştir. Bu kazanımları gösteren belirtke tablosu Tablo 4'te sunulmaktadır.

- Testin dil ve görünüş geçerliğinin sağlanması amacıyla Türkçe alan uzmanı görüŖüne başvurulmuŖtur.
- Başarı testinin son hali araŖtırmacı ve iki alan uzmanı tarafından kontrol edilerek çalışmada kullanılmaya hazır hale getirilmiŖtir.
- Pilot uygulama gerçekleştirilerek gerekli düzeltmeler yapılmıŖtır.
- Teste ilişkin Cronbach Alfa değeri .81 olarak tespit edilmiŖtir.



Tablo 4. Başarı Testine Ait Belirtke Tablosu

	Oranda Çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler	Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur	Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi belirler	Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer	Bir çokluğun belirtilen bir yüzdesine karşılık gelen miktarını ve belirli bir yüzdesi verilen çokluğun tamamını bulur	Bir çokluğu diğer bir çokluğun yüzdesi olarak hesaplar	Yüzde ile ilgili problemleri çözer
Soru 1	*						
Soru 2		*					
Soru 3		*					
Soru 4			*				
Soru 5				*			
Soru 6				*			
Soru 7				*			
Soru 8							*
Soru 9							*
Soru 10							*
Soru 11					*		
Soru 12							*
Soru 13							*
Soru 14							*
Soru 15						*	

Başarı testinde bulunan sorulara ait madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri ise Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5. *Başarı Testine İlişkin Madde Analizi*

Soru	Madde Güçlük İndeksi (p)	Madde Ayırt Edicilik İndeksi (D)	Açıklama
Soru 1	0,61	0,7	Tipik iyi bir madde
Soru 2	0,63	0,7	Tipik iyi bir madde
Soru 3	0,47	0,8	Tipik iyi bir madde
Soru 4	0,61	0,3	Tipik iyi bir madde
Soru 5	0,5	0,7	Zor fakat ayırt edici bir madde
Soru 6	0,39	0,4	Zor fakat ayırt edici bir madde
Soru 7	0,61	0,4	Tipik iyi bir madde
Soru 8	0,34	0,8	Zor fakat ayırt edici bir madde
Soru 9	0,63	0,6	Tipik iyi bir madde
Soru 10	0,53	0,4	Zor fakat ayırt edici bir madde
Soru 11	0,32	0,4	Zor fakat ayırt edici bir madde
Soru 12	0,68	0,5	Tipik iyi bir madde
Soru 13	0,29	0,5	Zor fakat ayırt edici bir madde
Soru 14	0,32	0,8	Zor fakat ayırt edici bir madde
Soru 15	0,45	0,7	Zor fakat ayırt edici bir madde

Tablo 5'te görüldüğü üzere soru 1, 2, 3, 4, 7, 9, 12'nin tipik iyi bir madde; 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15'in zor fakat ayırt edici madde olduğu belirlenmiştir. Başarı testinde zayıf maddeye rastlanmadığından herhangi bir değişiklik yapılmadan deney ve kontrol gruplarında uygulanmıştır.

Bilgisayarca düşünme beceri düzeyi (BDBD) ölçeği.

Korkmaz, Çakır ve Özden (2015) tarafından daha önce üniversite öğrencilerinin bilgisayarca düşünme beceri düzeylerini belirlemek amacıyla oluşturulan ölçek 2015 yılında aynı araştırmacılar tarafından ortaokul düzeyine uyarlanmıştır. Bilgisayarca düşünme beceri düzeyi ölçeği beş dereceli Likert tipi bir ölçek olup yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirlik, eleştirel düşünme ve problem çözme olarak beş faktör altında yer alan 22 maddeden oluşmaktadır. Bu ölçeğin tercih edilmesinde araştırmanın amacına uygunluğu, 21.yüzyıl becerilerini kapsaması ve yakın tarihte geliştirilmiş olması etkili olmuştur. Ölçek ile asıl veriler toplanmaya başlamadan önce örnekleme yer almayan bir ortaokulda pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama sonunda bazı öğrencilerin ölçekte eleştirel düşünme boyutunda yer alan bir maddede geçen “sistemik” kelimesinin ne anlama geldiğini anlamadıkları gözlenmiştir. Bu doğrultuda Türkçe alan uzmanı görüşleri doğrultusunda

“sistematik” kelimesi yerine “planlı” kelimesi kullanılmıştır. Ölçeğin bu çalışmada yer alan gruplarda uygulanabilirliğinin belirlenmesi için Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. Elde edilen Cronbach Alfa katsayısı ölçeğin tamamı için .71; yaratıcılık boyutu için .80; algoritmik düşünme boyutu için .81; işbirlik boyutu için .73; eleştirel düşünme boyutu için .79; problem çözme boyutu için .71 olarak hesaplanmıştır.

STEM’e yönelik tutum ölçeği.

Ortaokul öğrencilerinin STEM’e yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla 2012 yılında Friday Institute for Educational Inovation (Friday Yenilikçi Eğitim Enstitüsü) tarafından geliştirilen STEM’e yönelik tutum ölçeği Özcan ve Koca (2019) tarafından Türkçe’ye uyarlanmıştır. Ölçek 5’li likert tipinde matematik, fen, mühendislik ve 21. yüzyıl becerileri boyutları altında 37 maddeden oluşmaktadır. Araştırmacılar tarafından uyarlanan ölçeğin geçerlik güvenirlik çalışmaları yapılmıştır. Bu ölçeğin tercih edilmesinde araştırmanın amacına uygunluğu, bütün STEM disiplinlerine ait boyutları içermesi ve yakın tarihte geliştirilmiş olması etkili olmuştur. Ölçeğin bu çalışmada uygulanabilirliğinin belirlenmesi için Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. Elde edilen Cronbach Alfa katsayısı ölçeğin tamamı için .93; matematik boyutu için .77; fen boyutu için .81; mühendislik ve teknoloji boyutu için .86; 21. yüzyıl becerileri boyutu için .87 olarak hesaplanmıştır.

Öğrenme günlüğü formu.

Öğrencilerin uygulama sürecine, öğrenme nesnelere, kullanılan teknolojik araçlara, STEM uygulamalarına ve çalışma sürecine yönelik düşüncelerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından “Öğrenme Günlüğü” olarak adlandırılan bireysel yazılı görüş dokümanları oluşturulmuştur. Bu dokümanlar öğrencilerin bireysel çalışmalarını, tecrübelerini ve inançlarını aktaran belgeler olarak tanımlanabilir (Biklen & Boğdan, 2007, s.133). Bu gibi bireysel dokümanlar bireylerin inançları, tutumları ve durumlara ilişkin görüşleri ile ilgili güvenli veri kaynaklarıdır. Günlükler, mektuplar, seyahat kayıtları, koleksiyon ve fotoğraf albümleri gibi dokümanlar bunlara örnektir (Merriam, 2009).

Araştırmacı tarafından Türkçe, fen ve matematik alan uzmanları işbirliğinde oluşturulan öğrenme günlükleri hem uygulamalara hazırlık aşamaları içeren hem de uygulama sürecine, kullanılan öğrenme nesnelere ve teknolojik araçlara yönelik görüşlerin ifade edilebileceği alanlar içeren iki bölümden oluşan formlardır. Bu formlar her uygulama için ayrı ayrı olmak üzere 3 adet hazırlanmıştır. Formlar ilgili uygulamadan 1 hafta önce öğrencilere dağıtılıp uygulama gerçekleştirildikten 1 hafta sonra toplanmıştır. İlk hafta (uygulama öncesi)

öğrenme günlüklerinin ilk bölümünü, ikinci hafta ise (uygulama sonrası) ikinci bölümünü doldurmaları istenmiştir.

Çalışma Süreci

Çalışmanın uygulama süreci analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme basamakları izlenerek yürütülmüştür. Analiz basamağında alanyazın incelemesi, içerik, hedef kitle ve ihtiyaç analizleri yapılmıştır. Tasarım aşamasında uygulamada kullanılacak öğrenme nesneleri ve içerikler tasarlanmış, geliştirme aşamasında tasarlanan nesneler, içerikler ve bazı veri toplama araçları geliştirilmiştir. Uygulama aşamasında bir pilot uygulama yapıldıktan sonra gerekli görülen düzeltmeler yapılarak asıl uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada öğrenme nesneleri aracılığıyla ikişer hafta arayla üç STEM uygulaması gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme aşamasında ise çalışmaya ilişkin ulaşılan veriler analiz edilmiştir.

Analiz.

Bu aşamada çalışılan konuya, örnekleme, veri toplama araçlarına ve çalışmada ihtiyaç duyulan araç gereçlere yönelik analizler yapılmıştır.

İçerik analizi.

Araştırmada STEM'e yönelik bir çalışma yürütüldüğünden birden fazla disipline ait içerik analizi yapılması gerekmiştir. Alanyazın incelemeleri ve fen, matematik alan uzmanlarıyla fikir alışverişi yapıldıktan sonra matematiğin daha soyut bir alan olması nedeniyle öğrencilerin öğrenme zorluğu yaşadığı ve matematik alanındaki öğrenmelerini günlük hayatla ilişkilendirmelerinin daha az gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmada matematik disiplini merkez disiplin olarak belirlenmiştir. Ayrıca uygulamaların etkililiğini artırmak amacıyla matematik alan uzmanlarıyla özellikle hangi konuları öğrencilerin günlük yaşamlarında daha sık kullanabilecekleri veya karşılaşılabilecekleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Uzman tavsiyeleri doğrultusunda oran, orantı ve yüzde konularının günlük yaşamla daha kolay ilişkilendirilebileceğine karar verilmiştir. Daha sonra fen alanı uzmanı işbirliğinde ısı yalıtımı, dengeli beslenme ve vitaminler konularına ait bazı kazanımların da fen disiplini bağlamında geliştirilmesi amaçlanan matematik uygulamalarına entegre edilmesine karar verilmiştir.

Hedef kitle analizi.

MEB müfredatı incelendiğinde oran, orantı ve yüzde konularının 7. sınıfta detaylı biçimde öğretildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışma grubunun 7. sınıf düzeyinde olmasına karar verilmiştir. Ayrıca çalışma iki ayrı okulda yürütüleceğinden ve bilgisayar, yazıcı gibi

ekipmanların uygulama ortamlarına taşınması gerektiğinden sürecin daha kolay ve verimli yürütelebileceği okul ve sınıflar çalışma grupları olarak belirlenmiştir.

İhtiyaç analizi.

Bu aşamada çalışmada kullanılacak araç gereçlere, teknolojik aygıtlara ve kullanılacak bilgisayar yazılımına ilişkin analizler yapılmıştır. Bu doğrultuda;

1. Öğrencilerin kullanabilecekleri taşınabilir bilgisayarların özellikleri ve sayılarının belirlenmesi,
2. Hedeflenen öğrenme nesnelerinin geliştirilebileceği ve bu nesneler aracılığıyla geliştirilen tasarımların ürüne dönüştürülmesine imkân sağlayacak (2B/3B uzantı alabilme) bir bilgisayar yazılımının belirlenmesi,
3. Renkli yazıcı temin edilmesi,
4. 3B yazıcı temin edilmesi,
5. Sınıf ortamında kullanmaya uygun ısı yalıtım malzemelerinin temin edilmesi,
6. Belli sayıda mutfak terazisi temin edilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Çalışma gruplarının sayısı tespit edildikten sonra 12 adet bilgisayara ihtiyaç duyulacağı tespit edilmiş ve bilgisayarlar temin edilmiştir. Belirlenen okullarda akıllı tahta bulunmaktadır ve DMÖN'ün tanıtılması vb. süreçlerinde araştırmacı tarafından aktif kullanılmıştır. İhtiyaç duyulan diğer araç gereçler de temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılacak öğrenme nesnelerini geliştirmek için uzman görüşü de alınarak Wolfram Mathematica® 11.0 yazılımının kullanılmasına karar verilmiştir. Wolfram Mathematica® yazılımı öğrencileri aktif öğrenmeye dahil ederek, STEM kavramlarını anlamalarını ve matematik, mühendislik, fizik, kimya, biyoloji, tıp, sanat, istatistik gibi birçok alanda kariyer için hazırlanmalarına yardımcı olacak etkileşimli öğrenme ortamı sağlayan bir yazılımdır. Bu yazılımın tercih edilmesinde sadece matematiğe yönelik geliştirilmemiş olması ve fen, mühendislik, tasarım yapma gibi bu çalışma da ihtiyaç duyulan diğer alanlarla iç içe çalışmaya imkan sağlayan bir arayüze sahip olması etkili olmuştur. Bunun yanısıra Wolfram'ın sürekli genişleyen ürün ve kaynak portföyü, öğrencilere modern hesaplamanın gücünü tanıtmayı ve yeni nesil öğrencilere proje başarısını sağlamayı hedefleyen bir yazılım olması tercih sebeplerindendir. Ayrıca öğrencilere basit ve kısa kodlar kullanarak karmaşık programlar, uygulamalar ve oyunlar oluşturabilecekleri bir ortam sunması da etkileyen diğer faktörlerdir. Aynı zamanda araştırmacının yazılımı tanınması ve kullanabilmesi de bu yazılımın tercih edilmesinde etkili olmuştur.

Tasarım.

Bu aşamada kullanılacak DMÖN'nin, bu nesneler aracılığıyla gerçekleştirilmesi hedeflenen STEM uygulamalarının, bazı veri toplama araçlarının ve çalışmanın yürütülme aşamalarına ilişkin planlama yapılmıştır. Geliştirilmesi planlanan nesnelerin metamatik, fen ve BÖTE alan uzmanı görüşleri doğrultusunda etkileşimli, eğlenceli, kullanımı kolay ve geri dönütler içerecek biçimde tasarlanmasına karar verilmiştir. Bu doğrultuda alanyazın dikkate alınarak ve günlük yaşantıyla ilişkilendirilerek mühendislik tasarımını vurgulayan Türk Bayrağı uygulaması; dengeli beslenmeyi vurgulayan meyve salatası uygulaması; enerji tasarrufunu vurgulayan ısı yalıtımı uygulaması ve bu uygulamalarda öğrenciyi süreçte daha aktif kılacak ve çeşitli teknolojileri kullanma fırsatı sağlayacak dinamik öğrenme nesneleri (EK-8-9-10) tasarlanmıştır. Nitekim bütünsel STEM eğitimi savunucuları gerçek yaşam problemlerinin STEM konuları içerisinde daha anlamlı olacağını iddia etmektedir (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014). Bybee (2013) ise sağlık problemleri, iklim değişikliği ya da enerji kaynaklarının kullanımı gibi problem durumlarının öğretim programlarına dâhil edilmesini STEM yaklaşımı açısından önemli görmektedir.

DMÖN Temelli STEM Uygulamaları: STEM yaklaşımına dayanan uygulamaların bilgisayar destekli öğretim ilkeleri doğrultusunda öğretime entegre edilmesi olarak tanımlanabilir. Yeni nesil öğrenenler açısından bakıldığında STEM uygulamalarının bilgisayar destekli olması kaçınılmazdır. Çünkü bilişim teknolojileri her alanı etkilediği gibi hem öğrenen özellikleri ve beklentilerinin değişmesi hem de çağın ihtiyaç duyduğu insan niteliklerinin değişmesinden dolayı öğretim teknolojilerini de oldukça etkilemektedir. Elbette bu noktada bu etkilerden en yüksek verimi alabilmek için etkili uygulamalara ihtiyaç vardır. DMÖN aracılığıyla etkili STEM entegrasyonları gerçekleştirilebilir.

DMÖN ise öğrencilerin edindikleri matematiksel bilgi ve becerileri problem çözme amacıyla kullanarak tasarım yapma, ürün oluşturma fırsatı sağlayan etkileşimli öğrenme nesneleri olarak tanımlanabilir. Ayrıca öğrencilere matematiğin soyut kavramlarını somutlaştırarak öğrenme imkânı sağlayan bu gibi öğrenme nesneleri, öğrencilerin matematiği daha kolay öğrenmelerini ve derse katılımlarının artmasını sağlamaktadır (Clements & McMillen, 1996; Moyer, 2001).

Bu nedenle çalışmanın bu aşamasında sırasıyla aşağıdaki planlamalar gerçekleştirilmiştir:

- Çağa uygun öğrenme ortamı sağlamak amacıyla günlük yaşam problemlerine dayandırılan analiz basamağında belirlenen konulara yönelik problem senaryoları oluşturulmuştur.

- Problem senaryolarında hedeflenen kazanımlara ulaşmak amacıyla fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerini bütünleştirici STEM uygulamaları tasarlanmıştır.
- STEM uygulamalarının gerçekleştirilmesinde süreci daha verimli hale getirebilmek ve bilgisayar teknolojisi entegrasyonunun sağlanması için DMÖN'lerin oluşturulması planlanmıştır.
- DMÖN'lere ilişkin içerik ve görüntü tasarımları yapılmıştır.
- STEM uygulamalarının gerçekleştirilmesinde uygulamalara hazırlık yapmayı ve uygulamaya ilişkin düşüncelerin belirlenmesi için veri toplama aracı olarak kullanılacak öğrenme günlüklerinin tasarımları oluşturulmuştur.

Geliştirme.

Çalışmada kullanılması planlanan dinamik öğrenme nesneleri araştırmacı tarafından tasarlanmış ve BÖTE bölümünde öğrenimine devam eden bir öğrenci işbirliği ile geliştirilmiştir. Bu nesneler, STEM uygulamaları sürecinde tasarım arayüzü olarak kullanılan, öğrenci seviyesine uygun ve yapılan işlemlere göre dönütler vermeyi içeren etkileşimli öğrenme nesneleridir. Bu öğrenme nesneleri Wolfram Mathematica programı kullanılarak geliştirilmiştir. Geliştirilen nesneler etkileşimli mathematica belgeleri oluşturulmasını sağlayan “.cdf” uzantılı kaydedilmiştir. Nesneler, öğrenci bilgisayarlarında Wolfram CDF player aracılığıyla görüntülenerek kullanılmıştır. CDF player yazılımı sayesinde nesneler mathematica yazılımından bağımsız olarak Mac, Windows ve Linux işletim sistemlerinde sorunsuzca kullanılabilir biçimde kaydedilmiştir. Bu durum nesnelerin daha kolay kullanılmasını ve öğrenci bilgisayarlarına yazılım yerine sadece dosya oynatıcısının kurulmasını sağlayarak iş yükünü azaltmıştır.

CDF formatındaki dosyaların öne çıkan bazı özellikleri aşağıda listelenmektedir (Wolfram, 2020: akt. Babapour Golezani, 2020):

Yüksek Etkileşim İmkânı: Geliştirilen birçok belgeyi (word, excel, pdf gibi 256 çeşit dosya formatı) etkileşimli içerikler şeklinde oluşturma imkânı sağlar.

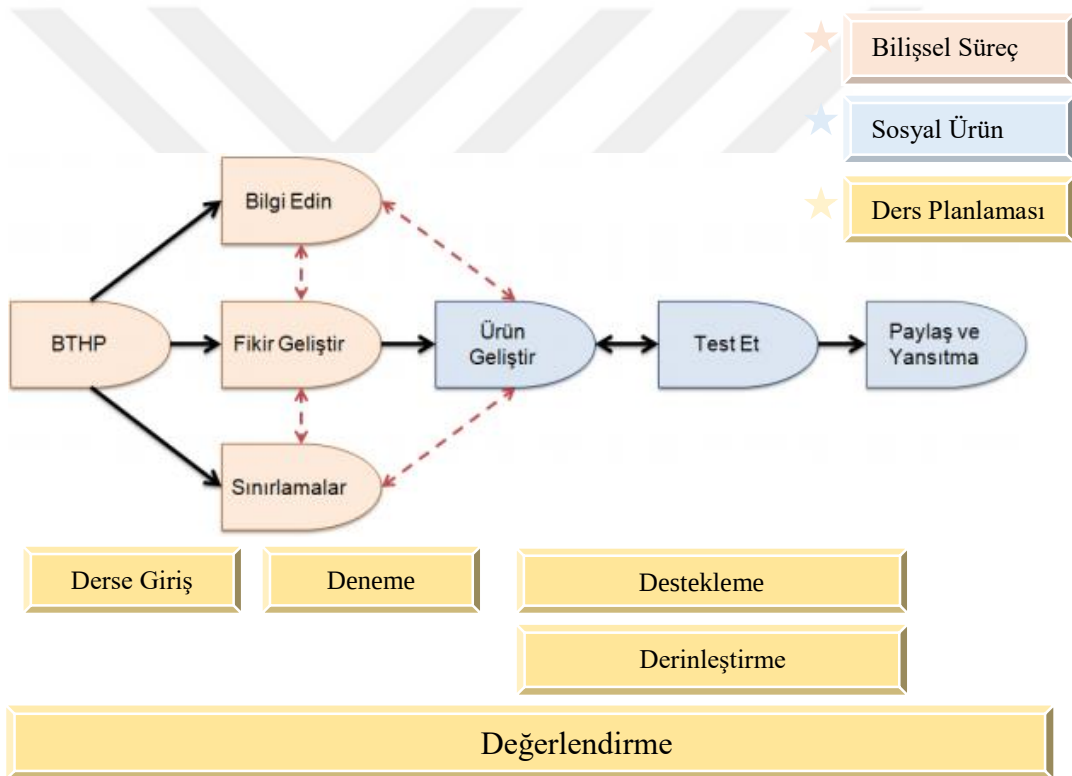
Yeniden Hesaplanabilirlik: Okuyucunun yeni keşifler ve oluşumlar gerçekleştirmesine imkân sağlar.

Kullanım Kolaylığı: Çeşitli uygulamalar için uzman programlama becerileri yerine hazır otomatik kod ve işlevler ile daha hızlı bir şekilde ürün geliştirme imkânı sağlar..

Kullanım Esnekliği: Slayt gösterileri, raporlar, kitaplar, uygulamalar ve web nesneleri gibi işlemleri kolaylıkla oluşturur.

Bilgi Deposu: Yüzlerce konu için özel algoritmalara, verilere ve görselleştirmelere erişim imkânı sağlar.

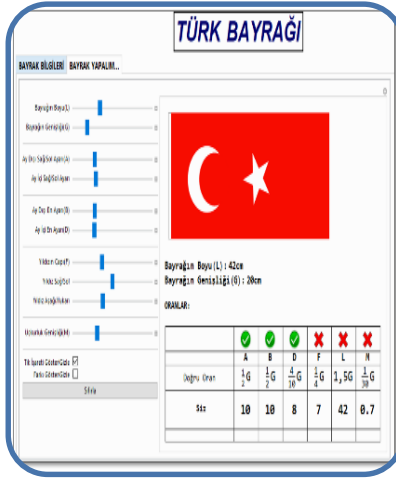
STEM eğitiminde temel olarak, gerçek hayat problemi ile içerik arasında ilişki kurulur ve bu dört temel disiplin birleştirilmeye çalışılır. Çorlu ve Çallı (2017), bilgi temelli hayat problemini (BTHP), STEM ders planlarının merkezinde olan, 21. yüzyıl bilgi toplumunun tecrübe ettiği karmaşık ve dinamik problemler olarak ifade etmektedir. BTHP'nin temel alındığı, öğretmen ve öğrencilerin kullanımı için bir öğrenme döngüsü olarak tanımlanabilecek STEM Çemgisi (STEM Learning Cycle and Line) Şekil 5'te yer almaktadır.



Şekil 5. STEM çemgisi.

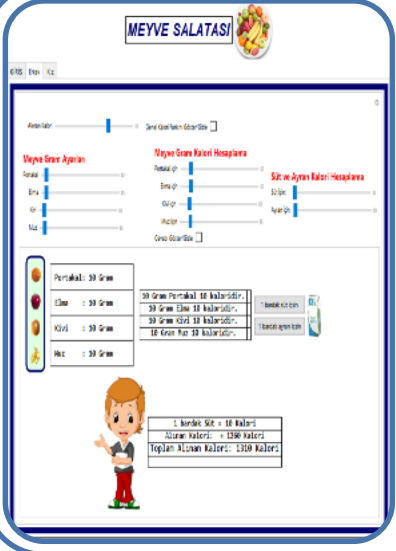
Bu çalışma kapsamında her biri gerçek hayat problemlerine dayandırılan ve yukarıdaki aşamalar izlenerek geliştirilen öğrenme nesnelerinin ekran görüntüleri ve içerikleri Şekil 6'da sunulmaktadır.

Türk Bayrağı



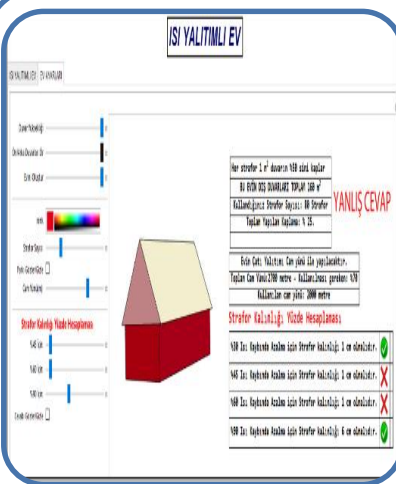
- Bu nesne iki sayfadan oluşmaktadır. 1. sekme ile ulaşılan ilk sayfada Türk Bayrağı standart oranları ve oranları temsil eden harfler tanıtılmaktadır. 2. sekme ile ulaşılan diğer sayfada ise hedeflenen bayrağın oluşturulabileceği uygulama sayfası yer almaktadır.
- Uygulama sayfasının orta kısmında girilen ölçü değerlerine göre boyutlanan Türk Bayrağı ögesi oluşmaktadır.
- Bayrağa ait oran (en, boy, uçkur, ay, yıldız) değerleri sayfanın sol tarafında öğrenciler tarafından ayarlanabilir biçimde yer almaktadır.
- Sayfada Türk bayrağının altında ise öğrenciler tarafından belirlenen oran değerlerinin sonuçları çıkmakta ve bu sonuçların uygun oran olup olmadığına yeşil renkte tik veya kırmızı renkte çarpı işaretiyle geri dönüt sağlanmaktadır.
- Tasarlanan bayrağın Export["ev.jpg", **tasarlanan bayrak nesnesi**] kodu ile yazılımdan iki boyutlu çıktısı alınıp renkli yazıcıdan bastırılabilir.

Meyve Salatası



- Bu nesne üç sayfadan oluşmaktadır. 1. sekme ile ulaşılan ilk sayfada dengeli beslenme ve bir kız çocuğu ile erkek çocuğunun günlük kalori ihtiyacına ilişkin bilgiler yer almaktadır.
- 2. sekme ile ulaşılan ikinci sayfada bir kız çocuğunun; 3. sekme ile ulaşılan üçüncü sayfada ise bir erkek çocuğunun kalori hesaplamaları yapılmaktadır.
- Bu nesnede sayfanın en üstünde o günün alınmış kalori değerinin öğrenci tarafından ayarlanabildiği bir kaydırma çubuğu bulunmaktadır.
- Alt tarafta ise belirli meyveler ile süt-ayran içeceklerinin gram ve kalori değerlerinin belirlenebildiği alanlar bulunmaktadır.
- Kalori ayarlamaları doğrultusunda sayfanın en altındaki alanda ulaşılan toplam kalori değeri oluşmaktadır.
- Toplam kalori değeri günlük sınırı aşarsa çocuk görseli şişmanlamakta ve bu yolla dönüt sağlanmaktadır.

Isı Yalıtımlı Ev



- Bu nesne iki sayfadan oluşmaktadır. 1. sekme ile ulaşılan ilk sayfada enerji tasarrufu ve örnek uygulama için bir yönerge bulunmaktadır. 2. sekmede ise uygulama sayfası yer almaktadır.
- Uygulama sayfasında evin duvarları, yüksekliği; strafor sayısı, kalınlığına dair ayarlamaların yapılabildiği alanlar yer almaktadır. 3B ev ögesi bu ayarlamalara göre sayfanın ortasında oluşmaktadır.
- Sayfanın sağ tarafında ise asıl uygulamaya hazırlık yapabilmeyi sağlayacak ev yalıtımı için gerekli strafor sayısı ve kalınlığı için yüzde hesaplama alanları yer almaktadır.
- Yapılan hesaplamalar doğru ise "DOĞRU CEVAP"; yanlış ise "YANLIŞ CEVAP" şeklinde dönüt sağlanmaktadır.
- Export["ev.stl", **tasarlanan ev nesnesi**] kodu ile yazılımdan öğenin üç boyutlu çıktısı alınıp üç boyutlu yazıcıdan bastırılabilir.

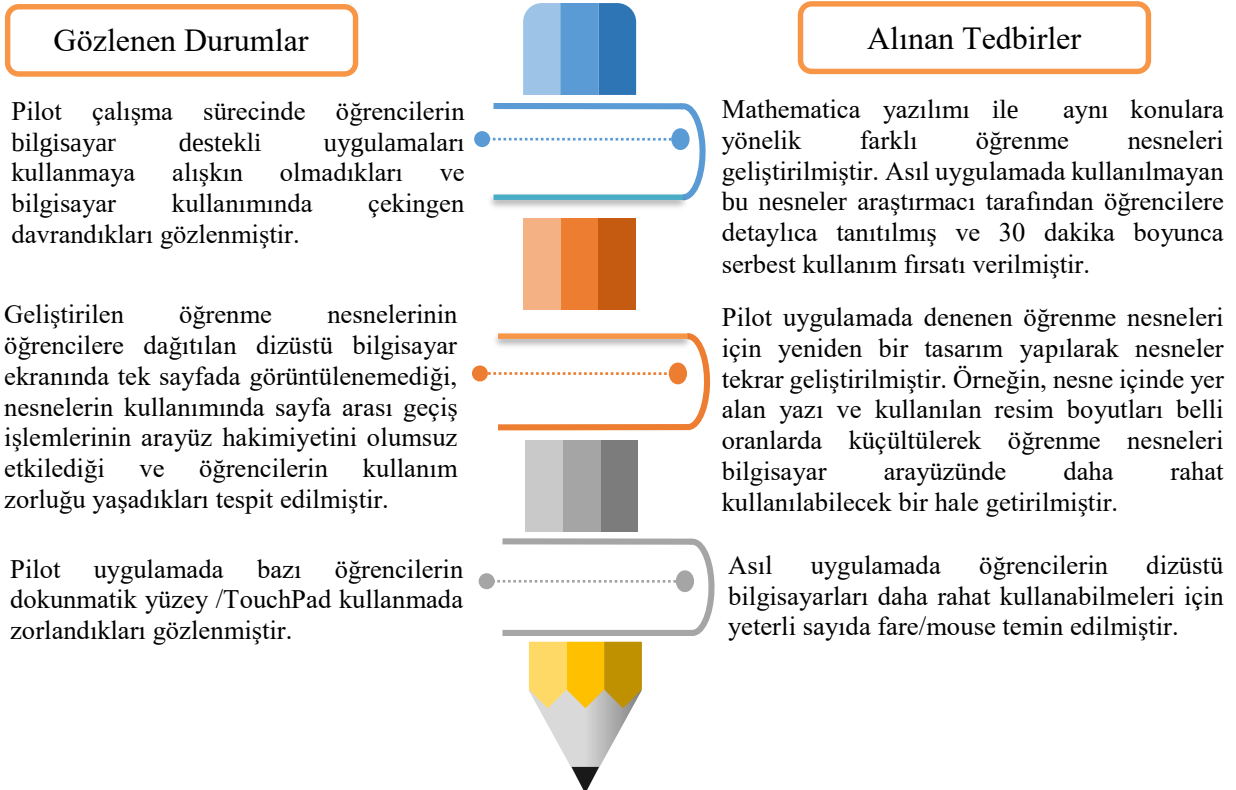
Şekil 6. STEM Uygulamalarında kullanılan öğrenme nesneleri.

Uygulama.

Çalışmanın merkezinde yer alan matematik disiplinine ait bilgi ve beceriler hem deney hem de kontrol gruplarında aynı ders öğretmenleri tarafından geleneksel yöntemler kullanılarak anlatılmıştır. Bunun yanı sıra uygulamalar öncesinde öğrencilerden ihtiyaç duyabilecekleri fen kazanımlarına ilişkin bilgileri araştırmaları istenmiştir. Böylece öğrenme günlüklerinin ilk bölümünü doldurarak derse gelmeleri sağlanmıştır. Bu yolla öğrencilerin STEM uygulamalarında sunulan problem durumlarını çözümlerken edindikleri bilgileri doğru ve yaratıcı bir şekilde kullanmaları hedeflenmiştir. Ayrıca uygulamaya ilişkin farkındalık oluşması ve daha önceden öğrenmiş oldukları fen kazanımlarını hatırlamaları sağlanmıştır. Daha sonra öğrenme nesneleri aracılığıyla ikişer hafta arayla STEM uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Her uygulama tamamlandıktan sonra öğrencilerden uygulamaya ait öğrenme günlüklerinin ikinci bölümünü doldurmaları istenmiştir. Bu yolla öğrencilerin DMÖN'ye, STEM uygulamalarıyla öğrenmeye, uygulamalarda kullanılan araçlara ve uygulama sürecine yönelik düşünceleri belirlenmiştir.

Pilot uygulama.

Asıl uygulamaya geçilmeden önce hem öğrenme nesneleri hem de öğrenci özelliklerine yönelik ön gözlemler yapılması amacıyla pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen durumlar ve sorunlara yönelik alınan tedbirler Şekil 7'de sunulmaktadır.



Şekil 7. Pilot uygulama doğrultusunda alınan tedbirler.

Uygulama 1 – Türk Bayrağı.

Bu uygulamada öğrencilerden Türk Bayrağı tüzüğüne uygun standartlarda bir Türk Bayrağı tasarımları istenmiştir. Uygulamada kullanılan araçlar aşağıdaki gibidir:

- A4 kâğıdı
- Kalem
- Bilgisayar
- Renkli yazıcı

Bu uygulamaya ait adımlar aşağıda sırasıyla sunulmaktadır:

1. Öncelikle hem ilgili öğrenme nesnesine alışılması hem de asıl uygulamaya hazırlık olması için birkaç farklı ölçü sunulup örnek uygulamalar yapmaları istenmiştir.
2. Bu uygulama gruplar halinde gerçekleştirilmiştir. Gruplar ikişer öğrenciden oluşmaktadır.
3. Alıştırma uygulamalarının ardından asıl uygulamaya geçilerek öğrencilerden genişliğinin 20 cm olduğu bilinen Türk Bayrağını ilgili öğrenme nesnesini kullanarak tasarımları istenmiştir (Bu boyutun sunulmasının sebebi sınıf ortamında A4 kâğıdıyla çıktı alınabilmesi içindir).
4. Tasarlanan bayrakların bilgisayar arayüzünde uzantısının alınması araştırmacı eşliğinde gerçekleştirilmiştir. Bu işlem Mathematica yazılımında “Export[“bayrak.jpg”, tasarlanan bayrak] kodu kullanılarak yapılmıştır.
5. Elde edilen bayrak çıktıları öğrenci bilgisayarlarında masaüstüne kaydedilmiştir.
6. Renkli yazıcı kullanılarak her grubun bayrağının çıktısı alınmıştır.
7. Bayrağı uygun boyutta yazdırılan gruplar onaylanmış, bayrağı A4 kâğıdına sığmayan veya A4 kâğıdında küçük kalan grupların bayrağının ölçülere uymadığı öğrencilerle birlikte değerlendirilmiştir.

Bu uygulamada bütünleştirilmeye çalışılan STEM disiplinleri ve hedeflenen kazanımlar Şekil 8’de sunulmaktadır.

TÜRK BAYRAĞI UYGULAMASI



Uygulamada Yapılması İstenen Görev: Genişliğinin 20 cm olduğu bilinen bayrağı Türk Bayrağı standartlarına uygun olarak tasarlayınız ve renkli yazıcıdan bastırmak için iki boyutlu uzantısını oluşturunuz.



MATEMATİK

Oranları verilen ölçümlere ait hesaplamaları yapar.

Günlük hayatta kullanılan nesnelerin üretilirken matematiksel hesaplamalardan yararlandığını keşfeder.

Günlük yaşamda matematiğin önemini fark eder.



TEKNOLOJİ

Öğrenme sürecini desteklemek için kendi çalışma grubunu ve ortamını düzenler.

Ürün oluşturmak veya gerçek yaşam problemlerini çözmek amacıyla bilinçli bir şekilde tasarım sürecini yönetir.

Teknoloji kullanımının geçmiş, günümüz ve gelecek üzerindeki etkileri üzerinde düşünür.

Teknolojik araçları fark eder ve kullanır.



MÜHENDİSLİK

Tüm hesaplama ve ölçümlerde standart oranları kullanarak ürün tasarlar.

Bir takım üyesi olarak tasarım süreçlerini uygular ve takımın bir üyesi olarak farklı roller üstlenir.

Ürünün prototipini hazırlar.

Şekil 8. Türk Bayrağı uygulamasına ait disiplin ve kazanımlar.

Uygulama 2 – meyve salatası.

Bu uygulamada öğrencilerden sınıfta bir meyve salatası hazırlamaları istenmiştir. Uygulama öncesinde öğrencilerden ihtiyaç duyacakları meyvelerin içerdiği vitamin bilgilerini öğrenme günlüğü aracılığıyla araştırmaları sağlanmıştır. Bu amaçla öğrenme günlüklerinin ilk bölümünü doldurarak derse gelmeleri istenmiştir. Böylece karşılaştıkları problem durumunda edindikleri bilgileri doğru ve yaratıcı bir şekilde kullanmaları hedeflenmiştir. Uygulamada kullanılan araçlar aşağıdaki gibidir:

- Kâğıt
- Kalem
- Meyve
- Meyve bıçağı
- Bilgisayar
- Dijital mutfak terazisi

Bu uygulamaya ait adımlar aşağıda sırasıyla sunulmaktadır:

1. Öncelikle hem ilgili öğrenme nesnesine alışılması hem de asıl uygulamaya hazırlık olması için öğrencilere örnek meyveler üzerinden birkaç farklı kalori değeri sunularak örnek uygulamalar yapmaları istenmiştir.
2. Bu uygulamada gruplar üçer öğrenciden oluşmaktadır.
3. Alistırma uygulamalarının ardından asıl uygulamaya geçilerek her gruba meyveler (elma, portakal, kivi, muz) dağıtılmıştır. Her gurubun ellerindeki meyveleri uygun miktarda kullanarak onlara sunulan yönergeye göre günlük kalori sınırını aşmayacakları bir meyve salatası hazırlamaları istenmiştir.
4. Öğrenciler meyvelerin gramını dijital mutfak terazisi kullanarak belirlemiştir.
5. Bu uygulamada öğrencilerin meyve bıçağını öğretmenleri veya araştırmacı eşliğinde kullanmaları sağlanmıştır.
6. Hazırlanacak meyve salatasında C vitamini içeren meyvelerin daha fazla kullanılması istenmiştir.
7. Öğrencilerden meyve salatası hazırlarken izledikleri adımları, hangi meyveyi ne kadar ve neden kullandıklarını not etmeleri istenmiştir.

Bu uygulamada bütünleştirilmeye çalışılan STEM disiplinleri ve hedeflenen kazanımlar Şekil 9’da sunulmaktadır.

MEYVE SALATASI UYGULAMASI



Uygulamada Yapılması İstenen Görev: Bugün 900 kalori aldığınızı bilmektesiniz. Akşam son öğün olarak meyve salatası yemek istediğinizi hayal ediniz. Mevsimin kış olduğunu ve özellikle C vitamini almanız gerektiğini aklınızda bulundurunuz. Mutfak terazisi kullanarak elinizdeki meyvelerin gramını tespit ediniz. Meyvelerden uygun miktarlarda kullanarak günlük kalori ihtiyacınızı aşmayacak şekilde bir meyve salatası hazırlayınız.



MATEMATİK

Sunulan bilgileri kullanarak oran orantı kurar.

Yüzdelik hesaplamaları yapar.



FEN

Beslenme konusundaki düşüncelerini ve araştırma sonuçlarını açıklar.

Vitaminlerin özelliklerini açıklar.



TEKNOLOJİ

Teknolojik araçları fark eder ve kullanma yetenekleri gösterir.

Gerçek yaşam problemlerini keşfederek bu problemler üzerine fikir geliştirir.



MÜHENDİSLİK

Tüm hesaplama ve ölçümlerde uygun oran ve birimleri kullanır.

Bir tasarımın fayda ve risklerini değerlendirir.

Besin analizi ve kalori değerlerine ilişkin hesaplamaları fark eder ve yapar.

Şekil 9. Meyve salatası uygulamasına ait disiplin ve kazanımlar.

Uygulama 3 – ısı yalıtımı.

Bu uygulamada öğrencilerin temsili bir ev tasarlayıp, tasarladıkları bu evi 3B yazıcı aracılığıyla somut bir ürüne dönüştürmeleri ve evin ısı yalıtımını yapmaları amaçlanmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilerden ihtiyaç duyabilecekleri bilgileri araştırmaları ve bu amaçla öğrenme günlüklerinin ilk bölümünü doldurarak derse gelmeleri istenmiştir. Böylece karşılaştıkları problem durumunda edindikleri bilgileri doğru ve yaratıcı bir şekilde kullanmaları hedeflenmiştir. Uygulamada kullanılan araçlar aşağıdaki gibidir:

- Kâğıt
- Kalem
- Bilgisayar
- Strafor
- Pamuk (Cam yünü yerine)
- Çift taraflı bant
- 3B yazıcı
- Flament

Bu uygulamaya ait adımlar aşağıda sırasıyla sunulmaktadır:

1. Öncelikle hem ilgili öğrenme nesnesine alışılması hem de asıl uygulamaya hazırlık olması için öğrencilere farklı strafor sayıları ve kalınlık bilgileri sunularak materyal arayüzünde örnek uygulamalar yapmaları sağlanmıştır.
2. Bu uygulamada gruplar üçer öğrenciden oluşmaktadır.
3. Asıl uygulamada ise 12 adet strafor ile ısı yalıtımı yapılabilecek evi tasarımları istenmiştir.
4. Öğrenciler bilgisayar arayüzünde hedeflenen yalıtımı yapabilecekleri bir ev tasarlamış ve araştırmacı eşliğinde tasarlanan evlerin 3B uzantıları alınmıştır.
5. Elde edilen uzantılar 3B yazıcı kullanılarak somut birer nesneye dönüştürülmüştür.
6. 3B yazıcıdan ürün bastırma süreci oldukça zaman alan bir süreç olduğundan sınıfta küçük bir örnek ile uygulama yapılmıştır. Öğrencilerin oluşturdukları evlerin çıktıları ise araştırmacı tarafından sınıftan bağımsız daha sonraki günlerde bastırılmıştır.
7. Her gruba ait nesne son hafta gruplara dağıtılmıştır.
8. Kullanılacak straforlar araştırmacı tarafından eşit boyutlarda ve kullanıma hazır biçimde öğrencilere sunulmuştur.
9. Öğrenciler ev yalıtımlarını straforlara çift taraflı bant yapıştırarak gerçekleştirmişlerdir.
10. Evlerin çatı izolasyonlarını yapabilmeleri için ise öğrencilere gerekli miktarda pamuk verilmiştir.
11. Belli standartlarda ve sayıda sunulan straforlarla uygun yalıtım sağlayamayan gruplar oluşturdukları evin oran ve yüzde hesaplamalarını yanlış yaptıkları sonucuna varmış ve tüm grupların uygulamaları araştırmacı ve ders öğretmeni eşliğinde değerlendirilmiştir.

Bu uygulamada bütünleştirilmeye çalışılan STEM disiplinleri ve hedeflenen kazanımlar Şekil 10'da sunulmaktadır.

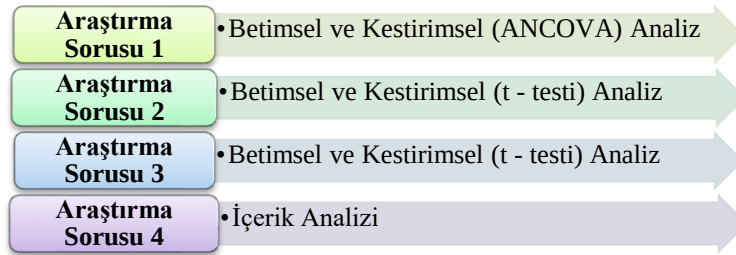
ISI YALITIMI UYGULAMASI



Şekil 10. Isı yalıtımı uygulamasına ait disiplin ve kazanımlar.

Veri Analizi

Çalışma kapsamında toplanan veriler nicel ve nitel analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma soruları doğrultusunda kullanılan veri analiz yöntemleri Şekil 11’de sunulmaktadır.



Şekil 11. Araştırma soruları doğrultusunda veri analiz yöntemleri.

Veri toplama süreci sonrasında elde edilen verilerin analizinde izlenen yol sırasıyla aşağıdaki gibidir:

1. Nicel veriler SPSS 22.0 programına aktarılmıştır.
2. Her bir değişkene yönelik elde edilen verilerin normallik analizleri incelenmiştir.

3. Araştırma sorusu 1'e yönelik verileri analiz etmek için ANCOVA analizi kullanılmıştır. ANCOVA analizi, varyans analizinin bağımlı değişkeni etkileyebilme olasılığı bulunan ilave bir sürekli kontrol değişkeniyle genişletilmiş halidir (Pallant, 2017; Seçer, 2013).
4. Araştırma sorusu 2'ye yönelik verileri analiz etmek için bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. Bağımsız gruplar t-testi, bir sürekli değiken üzerinden iki farklı grubun ortalamasını karşılaştırmak için kullanılır (Pallant, 2017).
5. Araştırma sorusu 3'e yönelik verileri analiz etmek için de bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır.
6. Elde edilen nitel veriler alan uzmanı eşliğinde incelenerek içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırmacının Rolü

Araştırmacının çalışma sürecinde üstlendiği temel roller aşığıdaki gibidir:

1. Çalışmanın tüm aşamalarına ilişkin planlamalar alan uzmanları işbirliği ile araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.
2. STEM uygulamalarının kurgulanması, geliştirilmesi ve uygulanması araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.
3. Uygulamalarda kullanılan öğrenme nesneleri araştırmacı tarafından tasarlanmış, bir BÖTE lisans öğrencisi işbirliğiyle geliştirilmiştir.
4. Uygulama öncesinde nesnelerin kullanımı ve uygulama süreci araştırmacı tarafından öğrencilere açıklanmıştır.
5. Uygulama esnasında araştırmacı derslerde aktif rol almıştır.
6. Nicel ve nitel verilerin toplamasına ilişkin tüm aşamalar araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.
7. Başarı testi ile öğrenme günlüğü formu alanyazın ve uzman görüşleri doğrultusunda araştırmacı tarafından geliştirilmiştir.
8. Elde edilen nicel ve nitel verilerin analizleri araştırmacı tarafından yapılmıştır.

Araştırmaya Ait Geçerlik ve Güvenirlik

Çalışma kapsamında veri toplama araçlarına yönelik geçerlik ve güvenirlik önlemleri alınmasının yanı sıra çalışma süreciyle ilgili olarak da geçerlik ve güvenirlik önlemleri alınmıştır. Topu, Baydaş, Turan ve Göктаş (2013) tarafından önerilen doktora tez

alışmalarında alınması gereken geçerlik ve güvenirlik önlemleri gözetilerek çalışmaya ilişkin alınan geçerlik ve güvenirlik önlemleri aşağıdaki gibidir:

Geçerlik önlemleri.

1. Örneklem seçimi, uygulama öncesi ve sonrası araştırma süreci detaylı olarak açıklanmıştır.
2. Veri toplama ve analiz süreci detaylı bir şekilde açıklanmıştır.
3. Katılımcılar gönüllülük esasına göre çalışmaya dâhil edilmiştir.
4. Araştırma yöntemi ve seçim gerekçesi detaylı bir şekilde açıklanmıştır.
5. DMÖN’ler öğrenci seviyesine uygunluk gözetilerek araştırmacı ve alan uzmanları tarafından geliştirilmiştir.
6. Varsayımlar ve sınırlıklar açıklanmıştır.
7. Veri toplama araçlarıyla ilgili geçerlik ve güvenirlik önlemleri alınmıştır.
8. Çalışmanın uygulama süreci detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Güvenirlik önlemleri.

1. Çalışmanın her aşamasında alan uzmanlarıyla işbirliği sağlanmıştır.
2. Deney ve kontrol gruplarında teorik ders anlatımı aynı öğretmen tarafından yürütülmüştür.
3. Asıl uygulama öncesi öğenme nesnelerinin kullanımına yönelik çalışma grubundaki öğrencilerle pilot uygulamalar gerçekleştirilmiştir.
4. Veri toplama araçlarına yönelik pilot uygulamalar yapılmıştır.
5. Nitel verilerin analizinde araştırmacı ve alan uzmanları ortak çalışmıştır.
6. Türkçe alan uzmanı tarafından dil kontrolü yapılmıştır.
7. Akran değerlendirmesi yapılmıştır.
8. Veriler arasındaki tutarlılık kontrol edilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde, DMÖN destekli STEM uygulamalarının oran – orantı ve yüzdeler konusunda başarıya, bilgisayarca düşünme becerisine ve STEM’e yönelik tutuma etkisine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Uygulama iki okulda yürütülmüştür ve okullara ait veriler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Verilerin analizinde ANCOVA ve bağımsız gruplar t-testi ile içerik analizi kullanılmıştır. ANCOVA ve t-testine ilişkin sağlanması gereken ön şartlara yönelik analiz sonuçlarına yer verildikten sonra öncelikle betimsel veriler ardından ulaşılan istatistiksel analiz bulguları araştırma soruları çerçevesinde sunulmuştur. İçerik analizi sonucunda ulaşılan nitel bulgular ise kategorize edilerek kodlar halinde sunulmuştur.

ANCOVA Testi Varsayımları

ANCOVA analizinin birtakım ön koşulları bulunmaktadır. Bunlar:

1. Varyanslar homojendir.
2. Gruplar içi regrasyon eğilimleri eşittir.
3. Karşılaştırılan puan ortalamaları ilişkisizdir.
4. Bağımlı değişkene ait puanlar normal dağılıma sahiptir.
5. Kontrol değişkeni ölçme araçlarının güvenilirliği sağlanmıştır.
6. Bağımlı değişken ve kontrol değişkeni arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur (Büyüköztürk, 2015; Pallant, 2017).

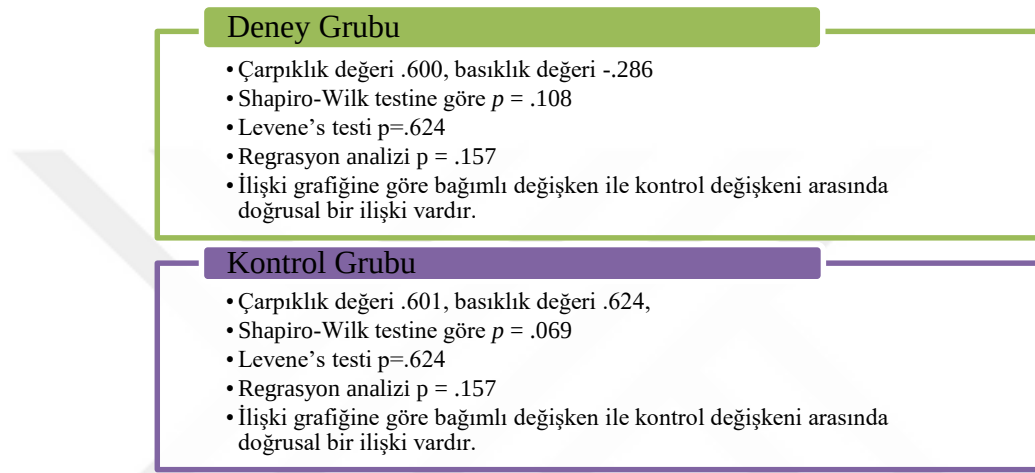
Okul 1’e ait ANCOVA analizi için sağlanan ön koşullar Şekil 12’de sunulmaktadır.

Deney Grubu
• Çarpıklık değeri -.429, basıklık değeri -.549 • Shapiro-Wilk testine göre $p = .088$ • Levene’s testi $p = .864$ • Regrasyon analizi $p = .127$ • İlişki grafiğine göre bağımlı değişken ile kontrol değişkeni arasında doğrusal bir ilişki vardır.
Kontrol Grubu
• Çarpıklık değeri .017, basıklık değeri -.462, • Shapiro-Wilk testine göre $p = .069$ • Levene’s testi $p = .864$ • Regrasyon analizi $p = .127$ • İlişki grafiğine göre bağımlı değişken ile kontrol değişkeni arasında doğrusal bir ilişki vardır.

Şekil 12. Okul 1’in ANCOVA testi varyasımalarına ilişkin bulgular.

Okul 1'e ait verilerin çarpıklık basıklık değerlerinin normal aralıkta yer aldığı tespit edilmiştir. Shapiro–Wilk testine göre elde edilen değerlerin ($p>.05$) normal dağıldığı görülmektedir. Varyansların homojen olduğu ($p>.05$) belirlenmiştir. Kovaryans analizinin önemli şartlarından biri olan regresyon eğimlerinin eşitliği için $p>.05$ olduğundan bu şartın da sağlandığı görülmektedir. Bu doğrultuda tüm boyutlarda normal dağılım ve varyans eşitliği varsayımlarının sağlandığı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca doğrusallık varsayımı da sağlanmış ve aykırı değere rastlanmamıştır (Ek 14).

Okul 2'ye ait ANCOVA analizi için sağlanan ön koşullar Şekil 13'te sunulmaktadır.



Şekil 13. Okul 2'nin ANCOVA testi varyasyonlarına ilişkin bulgular.

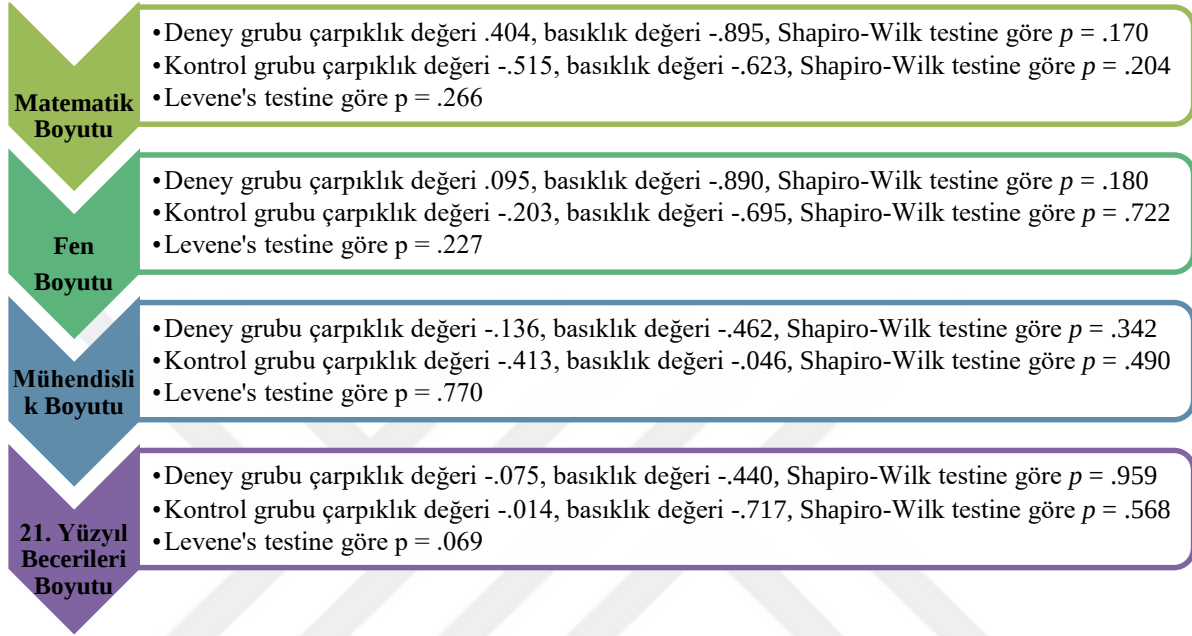
Okul 2'ye ait verilerin çarpıklık basıklık değerlerinin normal aralıkta yer aldığı tespit edilmiştir. Shapiro–Wilk testine göre elde edilen değerlerin ($p>.05$) normal dağıldığı görülmektedir. Varyansların homojen olduğu ($p>.05$) görülmektedir. Regresyon eğimlerinin de homojen olduğu ($p>.05$) belirlenmiştir. Bu doğrultuda tüm boyutlarda normal dağılım ve varyans eşitliği varsayımlarının sağlandığı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca doğrusallık varsayımı da sağlanmış ve aykırı değere rastlanmamıştır (Ek 14).

Bağımsız Gruplar t-testi Varsayımları

Bağımsız gruplar t-testinin yapılabilmesi için birtakım ön koşulların yerine getirilmiş olması gerekmektedir. Bu koşullar şu şekildedir:

1. Bağımlı değişkene ait ölçümler aralık veya oran ölçeğindedir.
2. Grupların ortalama puanları ilişkisizdir.
3. Bağımlı değişkene ait ölçümlerin dağılımı gruplarda normal dağılıma sahiptir.
4. Grup ölçümlerine ait dağılımların varyansları eşittir (Büyüköztürk, 2015).

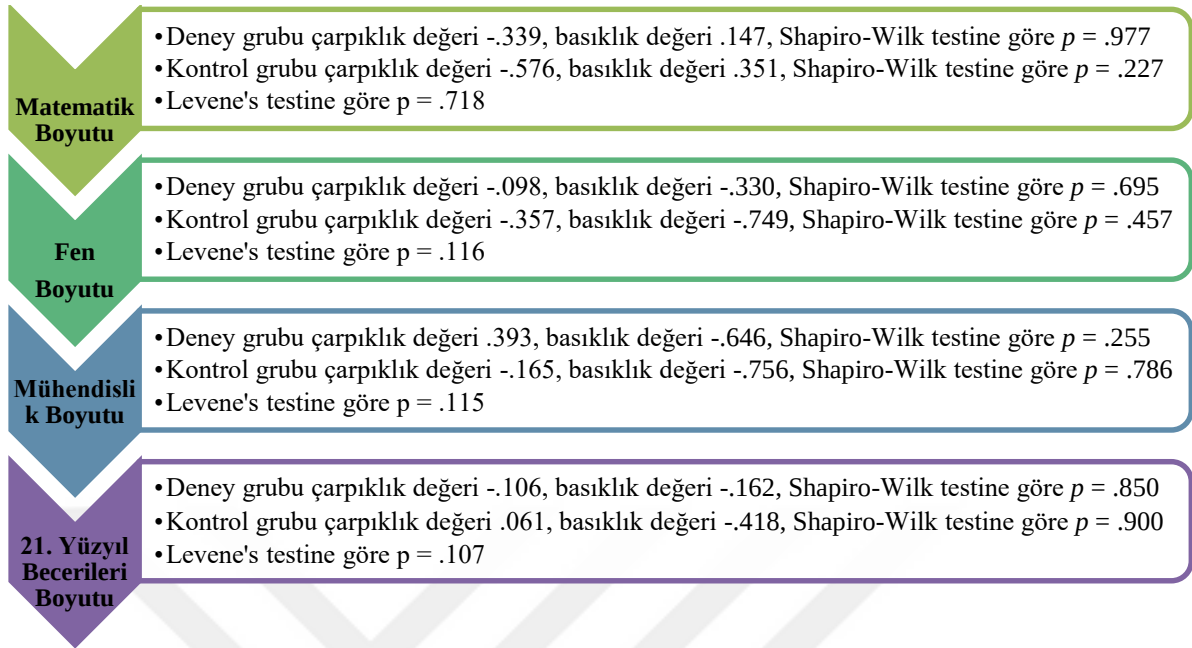
Bağımlı değişkenlerin gruplarda normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi, histogram-box plot grafikleri, çarpıklık ve basıklık değerlerinin tespitiyle belirlenmiştir. Bağımsız gruplar t-testine yönelik varsayımlar sağlanmış olup gruplara ait normal dağılım ve Levene's testi bulguları sunulmuştur. Okul 1'in STEM'e yönelik tutum ölçeği verilerinin alt boyutlar bazında yapılan normallik ve varyans eşitliği analiz bulguları Şekil 14'te sunulmaktadır.



Şekil 14. Okul 1'e Ait STEM'e yönelik tutum ölçeği normal dağılım ve varyans eşitliği bulguları.

Basıklık ve çarpıklık değerleri -1.5 ve +1.5 aralığında yer alıyorsa normal dağıldığı varsayılır (Tabachnick ve Fidell, 2013). Verilerin normal dağılıp dağılmadığını anlamak amacıyla yararlanılan testlerden biri olan Shapiro – Wilk testine göre elde edilen değerler $p > .05$ olduğundan dağılımların normal olduğu söylenebilir. Varyansların homojen olduğunun kabul edilmesi için, $p > .05$ şartının da sağlandığı görülmektedir. Bu doğrultuda tüm boyutlarda normal dağılım ve varyans eşitliği varsayımlarının sağlandığı görülmüştür (Ek 15). Ayrıca aykırı değere rastlanmamıştır (Ek 16).

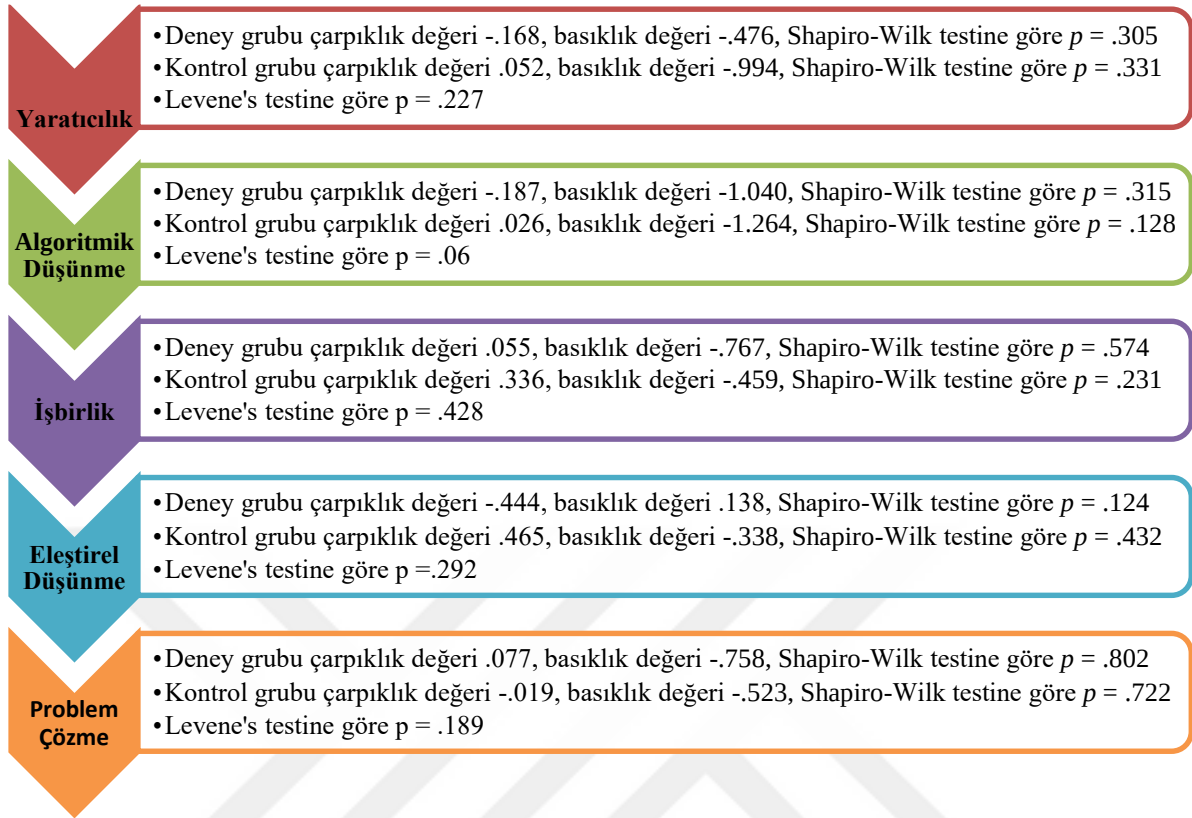
Okul 2'nin STEM'e yönelik tutum ölçeği verilerinin alt boyutlar bazında yapılan normallik ve varyans eşitliği analiz bulguları Şekil 15'te sunulmaktadır.



Şekil 15. Okul 2'ye Ait STEM'e yönelik tutum ölçeği normal dağılım ve varyans eşitliği bulguları.

Shapiro – Wilk testine göre elde edilen değerler $p > .05$ olduğundan dağılımların normal olduğu söylenebilir. Varyansların homojen olduğunun kabul edilmesi için $p > .05$ şartının da sağlandığı görülmektedir. Bu doğrultuda tüm boyutlarda normal dağılım ve varyans eşitliği varsayımlarının sağlandığı görülmüştür (Ek 17). Ayrıca aykırı değere rastlanmamıştır (Ek 18).

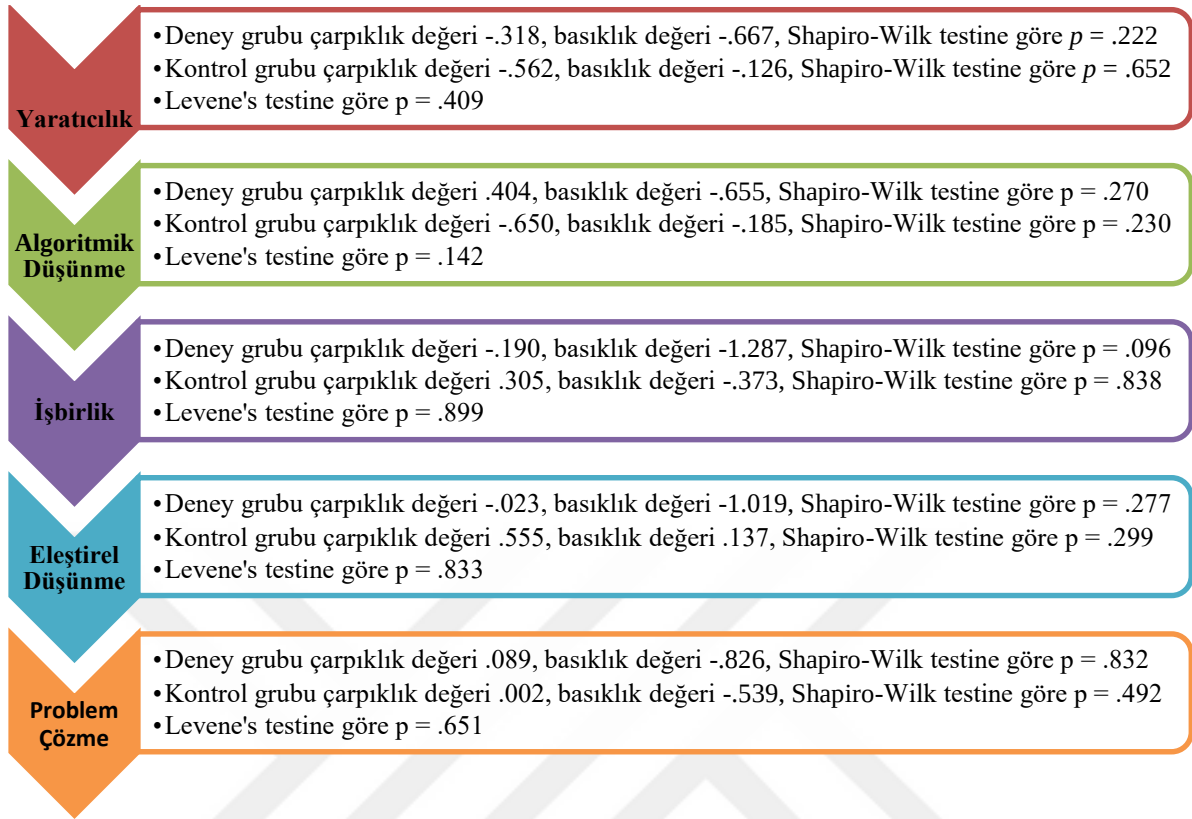
Okul 1'in bilgisayarca düşünme becerisi ölçeği verilerinin alt boyutlar bazında yapılan normallik ve varyans eşitliği analiz bulguları Şekil 16'da sunulmaktadır.



Şekil 16. Okul 1'e ait bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeği normal dağılım ve varyans eşitliği bulguları.

Shapiro – Wilk testine göre elde edilen değerler $p > .05$ olduğundan dağılımların normal olduğu söylenebilir. Varyansların homojen olduğunun kabul edilmesi için $p > .05$ şartının da sağlandığı görülmektedir. Bu doğrultuda tüm boyutlarda normal dağılım ve varyans eşitliği varsayımlarının sağlandığı görülmüştür (Ek 19). Ayrıca aykırı değere rastlanmamıştır (Ek 20).

Okul 2'nin bilgisayarca düşünme becerisi ölçeği verilerinin alt boyutlar bazında yapılan normallik ve varyans eşitliği analiz bulguları Şekil 17'de sunulmaktadır.



Şekil 17. Okul 2'ye ait bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeği normal dağılım ve varyans eşitliği bulguları.

Verilerin normal dağılıp dağılmadığını anlamak için Shapiro – Wilk testine göre elde edilen değerler $p > .05$ olduğundan dağılımların normal dağıldığı söylenebilir. Varyansların homojen olduğunun kabul edilmesi için, $p > .05$ şartının da sağlandığı görülmektedir. Bu doğrultuda tüm boyutlarda normal dağılım ve varyans eşitliği varsayımlarının sağlandığı görülmüştür (Ek 21). Ayrıca aykırı değere rastlanmamıştır (Ek 22).

DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Öğrenci Başarısına Etkisi

Çalışmada DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin oran-orantı ve yüzdeler konusunda akademik başarılarına etkisini belirlemek için deney ve kontrol gruplarına akademik başarı testi uygulanmıştır. Okullara göre deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin başarı durumlarına ait betimsel veriler ve kovaryans analizi bulguları sunulmaktadır.

Okullara göre öğrencilerin başarı durumlarına ait betimsel veriler.

Çalışmada deney ve kontrol grubundaki öğrencilere ön test ve son test olarak oran-orantı ve yüzdeler konularına yönelik hazırlanan 15 soruluk başarı testi uygulanmıştır. Ulaşılan betimsel veriler Tablo 6'da sunulmaktadır.

Tablo 6. *Okullara Göre Grupların Matematik Başarı Puanlarına Ait Betimsel Veriler*

Gruplar	Okul 1			Okul 2		
	n	$\bar{x}$	ss	n	$\bar{x}$	ss
Deney Grubu	23	11.78	1.93	22	11.14	1.70
Kontrol Grubu	24	9.5	2.10	20	10.15	1.53

Tablo incelendiğinde, Okul 1’deki deney grubu öğrencilerinin başarı puanlarının ($\bar{X} = 11.78$, $SS=1.93$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarından ($\bar{X} = 9.5$, $SS = 2.10$) daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Okul 2’de de deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 11.14$, $SS=1.70$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarından ($\bar{X} = 10.15$, $SS = 1.53$) daha yüksek olduğu görülmüştür.

Okullara göre öğrencilerin başarı durumları ancova testi bulguları.

Çalışmada deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin başarı durumlarını karşılaştırmak amacıyla Kovaryans analizi yapılmıştır. Okul 1’deki gruplara yönelik ulaşılan bulgular Tablo 7’de sunulmaktadır.

Tablo 7. *Okul 1’deki Grupların Matematik Başarı Puanı Farklılıklarına İlişkin Kovaryans Analizi Sonuçları*

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	p	η^2
Ön test	80.775	1	80.775	34.46	.000	.439
Grup	68.022	1	68.022	29.019	.000	.397
Hata	103.138	44	2.344			
Toplam	5543.00	47				

Tablo 7’deki kovaryans analizi sonuçları incelendiğinde, grupların başarı puanları ($F_{(1, 44)} = 29.019$; $p < .05$) deney grubu lehine anlamlı bir farklılık göstermektedir. Bu doğrultuda deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 11.78$, $SS=1.93$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 9.5$, $SS = 2.10$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Bulguları değerlendirmenin önemli yollarından biri olan etki büyüklüğü incelendiğinde ise η^2 (eta kare) değerinin yaklaşık .40 olduğu görülmektedir. Cohen (1988, s.284)’in sınırlandırmasında .14 ve üzeri büyük bir etki değeridir. Bu doğrultuda .40 değeri deney grubu lehine gözlenen anlamlı farklılığı destekler niteliktedir.

Okul 2’deki gruplara yönelik ulaşılan verilerin kovaryans analizi sonuçları Tablo 8’de sunulmaktadır.

Tablo 8. Okul 2’deki Grupların Matematik Başarı Puanı Farklılıklarına İlişkin Kovaryans Analizi Sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	p	η^2
Ön test	52.055	1	52.055	38.242	.000	.495
Grup	14.509	1	14.509	10.659	.002	.215
Hata	53.086	39	1.361			
Toplam	4894.000	42				

Tablo 8’deki kovaryans analizi sonuçları incelendiğinde, Okul 2’de de grupların başarı puanları ($F_{(1-39)} = 10.659$; $p < .05$) deney grubu lehine anlamlı farklılık göstermektedir. Bu doğrultuda deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 11.14$, $SS = 1.70$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 10.15$, $SS = 1.53$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca yaklaşık .22 olarak bulunan η^2 (eta kare) değeri deney grubu lehine gözlenen anlamlı farklılığı destekler niteliktedir.

DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Öğrencilerin STEM’e Yönelik Tutumlarına Etkisi

Çalışmada DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM’e yönelik tutumlarına etkisini belirlemek için deney ve kontrol gruplarında dört boyut içeren STEM tutum ölçeği uygulanmıştır. Okullara göre deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin tutumlarına ait betimsel veriler ve bağımsız gruplar t-testi bulguları sunulmaktadır.

Okullara göre öğrencilerin stem’e yönelik tutumlarına ilişkin bağımsız gruplar t-testi bulguları.

Çalışmada deney ve kontrol grubundaki öğrencilere STEM’e yönelik tutum ölçeği uygulanmıştır. Ulaşılan verilere ilişkin bulgular Tablo 9’da sunulmaktadır.

Tablo 9. Okul 1 ve Okul 2’ye Ait STEM’e Yönelik Tutum Ölçeğine İlişkin t-testi Bulguları

Gruplar		Okul 1						Okul 2					
		n	$\bar{x}$	ss	t	df	p	n	$\bar{x}$	ss	t	df	p
Matematik Boyutu	Deney	23	27.8	4.7	2.28	45	.027	22	29.5	5.7	2.20	40	.033
	Kontrol	24	24.3	5.6				20	25.7	5.6			
Fen Boyutu	Deney	23	31.3	6.6	2.16	45	.036	22	32.8	6.5	2.12	40	.041
	Kontrol	24	26.5	8.2				20	27.8	8.8			
Mühendislik Boyutu	Deney	23	36.3	5.6	2.16	45	.036	22	38.2	3.9	2.29	40	.028
	Kontrol	24	32.5	6.3				20	34.9	5.6			
21. Yüzyıl becerileri Boyutu	Deney	23	41.1	4.4	2.28	45	.027	22	44.3	3.8	2.20	40	.034
	Kontrol	24	37.5	6.4				20	41.1	5.5			

Tablo 9’daki t-testi bulguları incelendiğinde, sırasıyla Okul 1 ve Okul 2’de matematik boyutunda deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 27.08$, $SS = 4.7$; $\bar{X} = 29.5$, $SS = 5.7$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 24.3$, $SS = 5.6$; $\bar{X} = 25.7$, $SS = 5.6$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır, ($t_{(45)} = 2.28$; $p < .05$; $t_{(40)} = 2.20$; $p < .05$).

Fen boyutunda deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 31.3$, $SS=6.6$; $\bar{X} = 32.8$, $SS=6.5$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 26.5$, $SS=8.2$; $\bar{X} = 27.8$, $SS=8.8$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır ($t_{(45)}=2.16$, $p<.05$; $t_{(40)}=2.12$, $p<.05$).

Mühendislik boyutunda deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 36.3$, $SS=5.6$; $\bar{X} = 38.2$, $SS=3.9$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 32.5$, $SS=6.3$; $\bar{X} = 34.9$, $SS=5.6$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır ($t_{(45)}=2.16$, $p<.05$; $t_{(40)}=2.29$, $p<.05$).

21. yüzyıl becerileri boyutunda deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 41.1$, $SS=4.4$; $\bar{X} = 44.3$, $SS=3.8$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 37.5$, $SS=6.4$; $\bar{X} = 41.1$, $SS=5.5$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır ($t_{(45)}=2.28$, $p<.05$; $t_{(40)}=2.20$, $p<.05$).

DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Öğrencilerin Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeylerine Etkisi

Çalışmada DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme beceri düzeylerine etkisini belirlemek için deney ve kontrol gruplarına beş boyut içeren bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeği uygulanmıştır. Okullara göre deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin bilgisayarca düşünme beceri düzeylerine ait betimsel veriler ve bağımsız gruplar t-testi bulguları sunulmaktadır.

Okullara göre öğrencilerin bilgisayarca düşünme beceri düzeylerine ilişkin bulgular.

Okul 1 ve Okul 2'deki deney ve kontrol gruplarının BDBD'ne ait betimsel veriler ve bağımsız gruplar t-testi bulguları Tablo 10'da sunulmaktadır.

Tablo 10. *Okul 1 ve Okul 2'ye Ait BDBD Ölçeğine İlişkin t-testi Bulguları*

Gruplar		Okul 1						Okul 2					
		n	$\bar{x}$	ss	t	df	p	n	$\bar{x}$	ss	t	df	p
Yaratıcılık Boyutu	Deney	23	15.7	2.62	2.32	45	.025	22	15.5	3.19	1.58	40	.121
	Kontrol	24	13.8	3.08				20	13.8	3.94			
Algoritmik Düşünme Boyutu	Deney	23	15.7	3.11	2.46	45	.018	22	16.2	2.00	2.61	40	.013
	Kontrol	24	12.6	4.14				20	14.3	2.75			
İşbirlik Boyutu	Deney	23	15.5	2.50	2.09	45	.042	22	16.4	2.68	2.46	40	.018
	Kontrol	24	14.1	2.21				20	14.3	2.87			
Eleştirel Düşünme Boyutu	Deney	23	14.5	4.19	2.07	45	.044	22	15.6	2.95	2.53	40	.015
	Kontrol	24	12.2	3.44				20	13.2	3.29			
Problem Çözme Boyutu	Deney	23	18.2	5.97	2.31	45	.025	22	18.5	5.55	2.23	40	.031
	Kontrol	24	14.5	4.86				20	14.8	5.30			

Tablo 10'daki t-testi bulguları incelendiğinde, Okul 1'de yaratıcılık boyutunda deney grubundaki öğrencilerin puanlarının ($\bar{X} = 15.7$, $SS=2.62$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 13.8$, $SS=3.08$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır ($t_{(45)}=2.32$, $p<.05$). Okul 2'de ise yaratıcılık puanlarının deney grubu lehine daha yüksek olduğu ancak deney grubundaki öğrenci puanlarının ($\bar{X} = 15.5$, $SS=3.19$) kontrol grubundaki öğrenci puanlarından ($\bar{X} = 13.8$, $SS=3.94$) istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılığa sahip olmadığı görülmüştür ($t_{(40)}=1.58$, $p>.05$).

Algoritmik düşünme boyutunda sırasıyla Okul 1 ve Okul 2'de deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 15.7$, $SS=3.11$; $\bar{X} = 16.2$, $SS=2.0$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 12.6$, $SS=4.14$; $\bar{X} = 14.3$, $SS=2.75$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır ($t_{(45)}=2.46$, $p<.05$; $t_{(40)}=2.61$, $p<.05$).

İşbirlik boyutunda deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 15.5$, $SS=2.50$; $\bar{X} = 16.4$, $SS=2.68$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 14.1$, $SS=2.21$; $\bar{X} = 14.3$, $SS=2.87$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür ($t_{(45)}=2.09$, $p<.05$; $t_{(40)}=2.46$, $p<.05$).

Eleştirel düşünme boyutunda deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 14.5$, $SS=4.19$; $\bar{X} = 15.6$, $SS=2.95$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 12.2$, $SS=3.44$; $\bar{X} = 13.2$, $SS=3.29$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır ($t_{(45)}=2.07$, $p<.05$; $t_{(40)}=2.53$, $p<.05$).

Problem çözme boyutunda deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ($\bar{X} = 18.2$, $SS=5.97$; $\bar{X} = 18.5$, $SS=5.55$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 14.5$, $SS=4.86$; $\bar{X} = 14.8$, $SS=5.30$) göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır ($t_{(45)}=2.31$, $p<.05$; $t_{(40)}=2.23$, $p<.05$).

Öğrenme Günlükleri Aracılığıyla Ulaşılan Nitel Bulgular

DMÖN destekli STEM uygulamaları ile öğrenmeye ilişkin öğrenci görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla öğrencilerden Türk Bayrağı, meyve salatası ve ısı yalıtımı uygulamaları temelli üç ayrı öğrenme günlüğü aracılığıyla veri toplanmıştır. Öğrenme günlüklerinde yer alan öğrenci ifadeleri doğrultusunda bulgular; “DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrenmeye etkisi”, “DMÖN’ye ilişkin görüşler” ve “uygulama sürecinde yaşanan olumsuzluklar” kategorileri çerçevesinde gruplandırılmıştır. Öğrenci görüşlerine ilişkin alıntılara yer verilirken öğrenciler “Ö1, Ö2 ... Ö45” şeklinde kodlanmıştır.

Tüm öğrenme günlüklerinin içerik analizleri doğrultusunda “DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Öğrenmeye Etkisi” kategorisi oluşturulmuştur. Bu kategoriye ilişkin ulaşılan kod ve frekans değerleri Tablo 11’de sunulmaktadır.

Tablo 11. *DMÖN Destekli STEM Uygulamalarının Öğrenmeye Etkisine Ait Bulgular*

Kod	f
Öğrenmeyi kolaylaştırma	16
Öğrenmeyi eğlenceli hale getirme	36
Somutlaştırmayı sağlama	29
Öğrenilenlerin pekiştirilmesini sağlama	11
Aktif öğrenme sağlama	20
Anlamlı öğrenme sağlama	30
Öğrenme isteğini artırma	38
Öğrenme sürecini hızlandırma	14
Öğrenmeleri gerçek yaşama yansıtmayı sağlama	22

DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrenmeye etkisine yönelik öğrenci görüşlerinden bazı alıntılar aşağıdaki gibidir:

“Ben evde araştırma yaparken bir üniversitede akıllı tartı yaptıklarını öğrendim. Tartı meyvelerin kalorisini biliyormuş ve elimizdeki meyvenin kaç kalori olduğunu söylüyormuş. Sınıfta yaptığımız meyve salatamızında biz kendimiz ayarladık. Aslında çok gerekli bir şey zaten hem kilo almak istemiyorum hem de öyle tartımız olmasada okulda öğrendiğimiz bilgilerle kendimiz kalori hesaplayabildik. Meyve salatamızı hesaplayarak hazırlamış olduk” (Ö4).

“Babam mutfak terazisi aldı istediğim için annemle biz artık hep tartarak kendimize yiyecekler hazırlıyoruz. Ne kadar olursa daha az kalori almış oluruz hep düşünüyoruz bu aralar” (Ö30).

“Bu konuları öğrenirken böyle aktivite yapmak çok iyi öğretiyor bence çok eğlenceli geçiyor dersler. Terazi, bilgisayar kullanmak falan daha değişik çok eğlenceli oluyor” (Ö23).

“Ev yaptığımız uygulama bence çok güzeldi ev kiralarken zaten hep yalıtımı sorduklarını hatırladım. Daha iyi anlamış oldum. Derste kendimiz yaptık. Hesaplarken arkadaşlarımla yaptık doğru hesaplamıştık” (Ö41).

“Benim matematiğim çok iyi değil ama ben artık oran orantı konusunun kolay olduğunu düşünüyorum. Matematik derslerini sevmeye başladım” (Ö9).

“Terazi kullanmak çok eğlenceliydi. Grup arkadaşım bazı meyveleri tarttı ben başka meyveleri tarttım. Sonra birlikte gramlarını hesaplayarak salata hazırladık. Çok kolay oldu ve eğlendik” (Ö24).

“En çok kivi ve portakal da C vitamini olduğunu biliyorduk ama benim kiviye alerjim olduğu için arkadaşım ile anlaştık portakalın hepsini salatamızda kullandık, kivi koymadık tabağımızı hazırladık” (Ö37).

“Yüzde hesaplamak artık daha kolay oluyor. Alışveriş yaparken yazan yazıları hesaplamaya başladım” (Ö15).

“Ben Suriye’den geldiğim için zorlanıyorum. Bu dersler çok güzeldi. Matematik daha iyi yapabildim. Daha hızlı öğreniyorum” (Ö21).

Öğrenme günlükleri aracılığıyla uygulamalar boyunca bilgisayar arayüzünde aktif biçimde kullanılan öğrenme nesnelere ilişkin görüşlerin alınması sağlanmıştır. Günlüklerin içerik analizleri doğrultusunda “DMÖN’ye İlişkin Görüşler” kategorisi oluşturulmuştur. Bu kategoriye ilişkin elde edilen kod ve frekans değerleri Tablo 12’de sunulmaktadır.

Tablo 12. *DMÖN’ye İlişkin Görüşlere Ait Bulgular*

Kod	f
Kullanımı kolay	27
Motivasyonu artırma	33
Tasarım/ürün oluşturma fırsatı sunma	41
Teknolojilerin etkili kullanımını sağlama	28
Etkin katılım sağlama	39
Eğlenceli öğrenme ortamı yaratma	41
Görev paylaşımı/sosyal etkileşim sağlama	25

Uygulamada kullanılan DMÖN’ye yönelik öğrenci görüşlerinden bazı alıntılar aşağıdaki gibidir:

“Bizim meyve uygulamasında çocuk hep şişmanlıyordu yapamadığımızı anlayınca öğretmenimize söyledik yardım etti. Çok eğlenceli olmuştum” (Ö34).

“Bayrak yaparken arkadaşım kâğıtta hesap yaptı bende bilgisayarda onu ayarladım. Çarpı işareti çıkınca tekrar hesapladık hepsi doğru olunca öğretmenimizle onu aldık ve yazıcıya gönderdik. Bayrağımız doğru çıkmıştı. Masamıza yapıştırdık öbür öğretmenlerimize anlattığımızda çok beğendiler” (Ö4).

“Çok keyifliydi bence bilgisayardaki şeyler yaptığımız örnekler bence çok iyi öğretti. Biraz ev yaparken zorlandık. Grup arkadaşımız hesaplama yaptı bize anlattı biz öğrenmiş olduk. Sonra bilgisayarda ayarladık onları. Evimizi sonraki hafta straforlarla yalıtım yaptık bütün eve yetti hepsi” (16).

“Önce sizin söylediğiniz şeyleri kâğıtta çözdüm grup arkadaşım da kendi çözdü. Sonra birlikte bilgisayarda ayarladık onları bence böyle yapmak daha eğlenceli oldu. Hesapladığımız sayılara göre bilgisayarda çocuk kilo alıp zayıflıyordu doğru yolda gittiğimizi çok iyi anlamış olduk. Onları çok beğendim” (Ö24).

“Üç boyutlu yazıcı bence çok eğlenceli. Normal yazıcı bizim evde de var ama diğeri yok ilk kez gördüm. Yapması uzun sürüyormuş ama bizim hesapladığımız evleri onda oluşturunca çok şaşırdım bide derste hiç sıkılmamış olduk evin öyle çıkacağını hiç hayal edemezdim. Kendimiz bilgisayarda hemen oluşturduk hem de ısı yalıtımı yaptık zorlanmadım çok eğlenceli geçti” (Ö17).

Öğrenme günlükleri aracılığıyla hem öğrenme nesnelerinin kullanımı hem de uygulamaların gerçekleştirilmesi esnasında yaşanan aksiliklere ilişkin görüşler alınmıştır. Günlüklerin içerik analizleri doğrultusunda “Uygulama Sürecinde Yaşanan Olumsuzluklar” kategorisi oluşturulmuştur. Bu kategoriye ilişkin elde edilen kod ve frekans değerleri Tablo 13’te sunulmaktadır.

Tablo 13. *Uygulama Sürecinde Yaşanan Olumsuzluklara Ait Bulgular*

Kod	f
Bilgisayara ait teknik problemler	3
3B uzantı oluşturma da zorlanma	10
Grup arkadaşı ile anlaşmazlık	12
Bilgisayar arayüzünde çalışmama	8

Uygulama sürecinde yaşanan olumsuzluklara yönelik öğrenci görüşlerinden bazı alıntılar aşağıdaki gibidir:

“İlk günlerde biz geride kalıyorduk öğretmenimizi takip edemedim. Sayıları ayarlarken yazılmıyordu. Sonra öğretmenimiz düzeltmişti öbür haftalar sorun yaşamadım” (Ö26).

“Yaptığımız şeyleri yazıcılardan almak için uzantı yapmamız gerekiyormuş. Öğretmen uzantı yazısını kendi tahtasında yazmıştı ama yanlış yapmaktan korktuğumuz için hep öğretmenle yaptık. Diğer şeyler daha kolaydı onda biraz zorlanmıştık” (Ö33).

“Bilgisayarı hep öbür arkadaşlarım kullanmak istediği için küsmüştüm. Bilgisayar hep onlarda olunca sıkıldım” (Ö10).

“Bizim bilgisayarımız birkaç kez kapandı tekrar yapmak zorunda kaldık” (Ö5).

“Meyveleri tartmama izin vermediği için arkadaşım ile kavga etmiştik. Öğretmen grupları değiştirdi. Daha iyi anlaştığım arkadaşım ile yaptım” (Ö38).

“Ben aslında kâğıt kalemle çok kolay hesapladım ödevlerimizi zaten benim matematiğim iyi. Ama bilgisayar kullanmakta zorlanıyorum. Rakamları ayarlayamadım bayrakla evi oluşturmakta grup arkadaşım ile yaptık. Orası daha zordu benim için” (Ö27).

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Tartışma

Bu çalışmanın amacı ortaokul 7. sınıf matematik dersinde yürütülen DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına, STEM'e yönelik tutumlarına ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisini ve çalışmaya yönelik öğrenci görüşlerini belirlemektir. Ulaşılan bulgular araştırma soruları doğrultusunda yorumlanarak ve alanyazınla ilişkilendirilerek sunulmaktadır.

DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisi.

Çalışmanın yürütüldüğü her iki okulda da DMÖN destekli STEM uygulamaları ile yürütülen matematik dersinde öğrenim gören deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerden daha başarılı olduğu görülmüştür. Okul 1'de deney grubundaki öğrencilerin başarı puanları ($\bar{X} = 11.78$, $SS=1.93$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 9.5$, $SS = 2.10$) göre daha yüksektir. Okul 2'de de deney grubundaki öğrencilerin başarı puanları ($\bar{X} = 11.14$, $SS=1.70$) kontrol grubundaki öğrencilerin başarı puanlarına ($\bar{X} = 10.15$, $SS = 1.53$) göre daha yüksektir. Öğrenci puanlarını karşılaştırmak için yapılan bağımsız gruplar t-testi ile ulaşılan veriler analiz edilmiş olup her iki okul için deney grubu lehine istatistiki açıdan anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun oluşmasında STEM eğitiminin uygulamalı, işbirlikçi, tasarım tabanlı ve sorgulamaya dayalı pedagojik bir yaklaşıma sahip olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu yaklaşımın öğrencilerin yaşamlarıyla ilgili problem çözme alıştırmalarına katılmalarına yardımcı olduğu (Schnittka, Bell & Richards, 2010) ve öğrenme sürecine daha aktif katılabilmelerini sağlayarak daha kolay ve etkili öğrenmelere ulaşmalarını sağladığı düşünülmektedir.

STEM eğitiminin matematik başarıları üzerindeki etkisini araştıran alanyazındaki bazı çalışmalar da (Ashford, 2016; Çakır & Ozan, 2018; Daymaz, 2019; Han, Capraro & Capraro, 2015; Han, Rosli, Capraro & Capraro, 2016; Olivarez, 2012; Özdemir, 2018; Young, House, Wang, Singleton & Klopfenstein, 2011) bu çalışmaya paralel olarak STEM eğitiminin öğrenci başarıları üzerinde pozitif etkileri olduğu belirtilirken, bazı çalışmalarda (Bicer & Copraro, 2019; Bircan, 2019; Stotts, 2019; Tolliver, 2016) STEM eğitiminin başarı üzerinde anlamlı bir etki

oluşturmadığı belirtilmektedir. Özellikle ulusal alanyazında STEM'e yönelik çalışmalar fen bilimleri alanında (Bakırcı & Kutlu, 2018; Ceylan, 2014; Irak, 2019; Kurt & Benzer, 2020; Yamak, Bulut & Dündar, 2014) yoğunlaşırken, matematik alanındaki çalışmaların oldukça az olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmayla ortak konular üzerinde çalışan Macun (2019), problem temelli STEM etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin oran-orantı ve yüzdeler konularındaki matematik başarılarına etkisini incelemiş ve STEM etkinliklerinin deney grubu öğrencileri lehine pozitif etki yarattığını tespit etmiştir. SRI International (2010) ile Young vd. (2011) tarafından hazırlanan STEM eğitimi raporlarında 2006 yılından sonra STEM okullarının akademik başarı açısından umut vaat ettiği belirtilmektedir. Bu raporlar STEM okullarındaki öğrencilerin 2006 ve 2009 yılları arasında matematik ve fen alanındaki başarılarının diğer okullardaki öğrencilere göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Ayrıca çalışmada bilgisayar, iki ve üç boyutlu yazıcı, terazi gibi teknolojilerin kullanılmasının da öğrenme üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrenme sürecinde teknolojik araçların kullanımının öğrenmeyi kolaylaştırması, öğrenme süresini kısaltması, öğrenme kalitesini artırması ve maliyeti düşürmesi gibi (Daşdemir vd., 2012) faydalarının yanı sıra bu teknolojiler öğrenciler için aktif bir öğrenme ortamı oluşturur ve öğrenciler pasif alıcı durumundan aktif birer öğrenen durumuna geçtiklerinde daha iyi öğrenir, çok yönlü düşünme becerilerini geliştirme fırsatı bulurlar (Bransford, Brown & Cocking, 2000; Jonassen, 1999). Bu çalışmada STEM uygulamalarıyla desteklenen öğrenme sürecinin öğrencilerin oran-orantı ve yüzdeler konularındaki akademik başarısında pozitif etki oluşturması, uygulama sürecinde kullanılan bazı teknolojik araçlar ve bilgisayar teknolojileri faktörleriyle de ilişkilendirilebilir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde iki ayrı okulda da aynı okul şartlarında ve aynı öğretmenler tarafından öğretim yapılmasına rağmen STEM yaklaşımı uygulanan deney gruplarının kontrol gruplarından daha başarılı olmaları özellikle ulusal alanyazındaki matematik merkezli STEM çalışmaları için önemlidir.

DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin stem'e yönelik tutumlarına etkisi.

STEM uygulamalarıyla desteklenen matematik derslerinin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına etkisinin belirlenebilmesi için matematik, fen, teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri alt boyutlarını içeren STEM tutum ölçeği ile ulaşılan sonuçlar incelendiğinde STEM uygulamalarının her iki okulda da bu boyutların hepsinde deney grupları lehine olumlu yönde anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Özellikle matematik disiplininin merkeze alındığı ve matematik dersi kapsamında yürütülen bu çalışmada iki okulda da matematik alt boyutunda

STEM uygulamalarının oldukça anlamlı farklılık yaratmış olduğu gözlenmiştir. Nitekim Bingolbali, Monaghan ve Roper (2007), matematiksel kavramların anlaşılmasının zor bulunması ve daha fazla zaman almasından dolayı matematiğe karşı olumlu tutumu artırmanın zor olduğunu belirtmektedir. Buna rağmen çalışma sonucunda ulaşılan bu bulgu STEM yaklaşımının matematik disiplinine yönelik olumlu tutum geliştirmede etkili bir yaklaşım olabileceği şeklinde değerlendirilebilir. Alanyazındaki diğer çalışmalar incelendiğinde STEM yaklaşımı odaklı yürütülen uygulamaların çoğunlukla bu çalışmada olduğu gibi STEM alanlarına yönelik pozitif etkisi olduğu görülmektedir (Gülhan ve Şahin, 2016; Kutch, 2011; Rehmat, 2015; Tseng, Chang, Lou ve Chen, 2013; Yamak, Bulut ve Dünder, 2014). Bu bağlamda Yıldırım (2016), 7. sınıf düzeyinde yürüttüğü çalışmada fen bilimleri dersine entegre edilmiş tam öğrenme ve STEM uygulamalarının; Karışan ve Yurdakul (2017), 6. sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmada STEM etkinliklerinin; Özcan ve Koca (2019), 7. sınıf düzeyinde “Basınç” konusunun STEM yaklaşımıyla öğretilmesinin; Bircan (2019), 4. sınıf öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada STEM eğitimi etkinliklerinin; Guzey, Moore, Harwell ve Moreno (2016), 7. sınıf öğrencileriyle yürüttükleri çalışmada mühendislik tasarımı temelli bilim programının; Rehmat (2015), 4. sınıf öğrencileriyle yaptığı araştırmada problem tabanlı STEM uygulamalarının bu çalışmada olduğu gibi öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarına olumlu etkisinin olduğunu tespit etmiştir. Karakaya ve Avgın (2016) ise 6., 7. Ve 8. sınıf seviyelerinden 581 öğrenci ile yürüttükleri çalışmada öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarını bazı demografik değişkenler (cinsiyet, anne-baba eğitim durumu, sınıf seviyesi) bağlamında incelemiştir. Çalışma sonucunda cinsiyet ve sınıf seviyesi değişkenleri açısından herhangi bir etki bulunamazken anne-baba eğitim seviyesinin oldukça etkili bir değişken olduğu görülmüştür. Bu araştırmaların yanı sıra hem yurt içi hem de yurt dışında yürütülen bazı çalışmalarda normal öğretim süreci dışındaki etkinliklerin de STEM'e yönelik tutumda olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Örneğin; Naizer, Hawthorne ve Henley (2014), ortaokul seviyesindeki öğrencilerin STEM'e karşı olumlu tutumlarının artmasında yaz kamplarının etkili olduğunu ifade ederken; Yamak, Bulut ve Dünder (2014), 5. sınıf öğrencileriyle bir yaz döneminde yürüttükleri 3 STEM etkinliğinin öğrencilerin STEM alt boyutlarından olan fen alanına yönelik tutumlarında ve bilimsel becerilerinde pozitif etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

DMÖN destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi.

STEM uygulamalarıyla desteklenen matematik derslerinin öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerisine etkisini belirlemek amacıyla yaratıcı, algoritmik, eleştirel düşünme, işbirlik ve problem çözme becerisi alt boyutlarını içeren ortaokul düzeyi bilgisayarca düşünme ölçeği ile ulaşılan veriler incelendiğinde STEM uygulamalarının her iki okulda da algoritmik, eleştirel

düşünme, işbirlik ve problem çözme becerisi boyutlarında deney grupları lehine olumlu yönde anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Yaratıcılık boyutunda ise Okul 1’de deney grubu lehine istatistiki açıdan anlamlı etkisi olduğu görülürken Okul 2’de yine deney grubunun yaratıcılık puanlarının ($\bar{X} = 15.5$, $SS=3.19$) kontrol grubu yaratıcılık puanları ($\bar{X}=13.8$, $SS=3.94$) ortalamasından yüksek olduğu görülmesine rağmen deney ve kontrol grupları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum yürütülen uygulamalar bağlamında incelendiğinde doğrudan herhangi bir etkiye bağlanamamıştır ve alanyazın doğrultusunda yaratıcılık değişkenine yönelik yürütülen çalışmalar incelenerek değerlendirilmeye karar verilmiştir. Bu doğrultuda yapılan araştırmalarda yaratıcılık değişkeninin cinsiyet faktörü bağlamında oldukça sık incelendiği görülmektedir (Atay, 2009; Biber, 2006; Kılıç, 2011; Matud, Rodríguez ve Grande, 2007; Özben & Argun, 2005). Buna istinaden Okul 2’deki çalışma grubu özelliklerine bakıldığında bu okulda deney grubunun tamamen kız, kontrol grubunun ise tamamen erkek öğrencilerden oluşmasının yani cinsiyet faktörünün bir etken olabileceği düşünülmüştür ve her ne kadar araştırma soruları kapsamında yer almasada bu bulgu cinsiyet faktörü çerçevesinde değerlendirilmiştir. Aslında bu doğrultuda alanyazın incelendiğinde cinsiyet değişkeni ile yaratıcılık değişkeninin incelendiği çalışmaların sonuçları arasında bir tutarlılık olduğu söylenemez. Ancak bu konuda yapılan bazı çalışmalar (Boling & Boling, 1993; Ruth & Birren, 1985) bu düşüncüyü destekler niteliktedir. Yaratıcı düşünme kendi içinde boyutları olan bir düşünme becerisidir. Yaratıcılık, problemlere duyarlı olmayı, akıcılık (çok sayıda fikir ve çağrışım üretebilme), esneklik (aynı uyarı ile ilgili değişik fikirler üretme ve birbirinden değişik yaklaşımlar kullanma), orijinallik (yeni, alışılmamış ve az rastlanan fikirler üretme), elaborasyon (verilen yalın bir uyarıyı ayrıntılı ve özenli bir biçimde işleyip geliştirme) ve yeniden betimleme (alışlagelenden, kurulmuş olandan, istenilen yoldan farklı bir yol algılama) yeteneklerini içerir (Torrance & Goff, 1989; s:136-137). Alanyazında yaratıcı düşünme becerisine yönelik yapılan araştırmalar genellikle bu boyutlar bağlamında yapılarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmalardan birinde Öncü (1989, s: 139-149), yaşları 7-11 arasında olan 150 öğrenci ile yürüttüğü çalışmada TTCT şekil testini uygulamış ve özellikle orijinallik açısından erkeklerin ortalamasının kızlardan anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu, esneklik faktörü açısından ise 8 yaş düzeyinde yine erkeklerin ortalamasının kızların ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu bulmuştur. Elaborasyon faktörü açısından ise, 11 yaşındaki kız ve erkek denekler arasında, anlamlı fark olmasa da kızlar lehine önemli bir fark tespit edilmiştir. Ancak Öncü (2000), ana sınıftaki çocuklar ile yürüttüğü başka bir çalışmada 120 öğrenciye aynı testi uygulamış ve cinsiyet faktörü açısından yaratıcılığın dört boyutunda da anlamlı bir fark olmadığını tespit etmiştir. Çin’de Lau ve Li (1996) tarafından 5. sınıf seviyesinde 633 öğrenci ile yapılan bir başka

çalışmada erkek öğrencilerin yaratıcılık seviyesinin kız öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca ölçekte yer alan yaratıcılık maddelerini öğrencilerin matematik dersi algıları doğrultusunda yanıtlamış olabilecekleri düşünülmektedir. Alanyazında mantık ve matematiksel yeteneğe yönelik yürütülen bazı çalışmalarda (Becker & Hedges, 1984; Benbow & Stanley, 1983) kız öğrencilerin genellikle sözel etkinliklerde, erkek öğrencilerin ise matematiksel etkinliklerde daha iyi oldukları belirtilmektedir. Bu çalışmada merkeze alınan disiplin bağlamından hareketle yaratıcılık boyutunda ulaşılan bulgularda gözlenen farklılığın bu gibi değişkenlerle de ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada Okul 2'deki yaratıcılık boyutu dışında iki okulda da tüm boyutlarda ulaşılan sonuçlar STEM uygulamalarının bilgisayarca düşünme becerisi üzerinde pozitif etkisi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle bilgisayarca düşünme becerisine yönelik ulaşılan sonuçları bilgisayarca düşünme ve STEM yaklaşımı çerçevesinde tartışmak uygun olacaktır. STEM eğitiminin bilgisayarca düşünme becerileri üzerindeki etkisini araştıran Weese, Feldhausen ve Bean (2016), 5-9. sınıf öğrencileriyle yürüttükleri çalışmada STEM deneyimleri edinen öğrencilerin bilgisayarca düşünmeye yönelik öz-yeterliklerinde gelişme görüldüğünü belirtmişlerdir. Yine Psycharis ve Kotzampasaki (2019) de STEM'le desteklenen eğitsel oyun ve teknolojik araç kullanımının öğrencilerin bilgisayar kullanmaya yönelik öz-güvenlerine ve bilgisayarca düşünme becerilerine pozitif etki ettiğini tespit etmişlerdir. Ancak Çimentepe (2019), 6. sınıf seviyesinde STEM etkinliklerine yer verdiği çalışmada deney ve kontrol gruplarının bilgisayarca düşünme becerileri son test bulguları incelendiğinde deney grubu puan ortalamasının kontrol grubu puan ortalamasından yüksek olduğunu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmiştir.

Bu çalışmada bilgisayar teknolojilerinin kullanımının algoritmik, eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi alt boyutlar içeren bilgisayarca düşünme becerisinin gelişmesine uygun bir öğrenme ortamı yarattığına inanılmaktadır. Çünkü çalışmada öğrencilere birtakım bilgiler sunularak bu bilgileri analiz etme, problemlere çözüm üretme, sanal tasarımlar oluşturma ve ürün geliştirme imkânı bulabilecekleri etkinlikler sunulmuştur. Öğrencilerin uygulamaların hepsinde birçok teknolojik araç kullanma fırsatı bulmuşlardır. STEM eğitimi öğrencilerin teknolojinin temel ilkelerini anlamalarını ve mantıksal düşüncelerini sağlayarak özgüvenlerini artırmayı sağlar (Morrison, 2006). Çalışmada öğrencilerin teknoloji odaklı algoritmik düşünme gibi becerileri doğrudan işe koşulmuş olurken bu yollarla geliştirdikleri çözüm stratejilerinin onları sorgulamaya, eleştirel ve yaratıcı düşünmeye de sevk ettiği düşünülmektedir.

Weintrop vd. (2016) bilgisayarca düşüncüyü anlamak, değerlendirmek ve bilgisayarca düşünme becerisi yetkinliğine ulaşabilmek için K-12 bağlamında yeni öğrenme çevrelerine, araçlarına ve çağa uygun etkinliklere yer verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bottia, Stearns,

Mickelson ve Moller (2018) ise STEM etkinliklerinin öğrencilerin öğrendikleri üzerinde düşüncelerini, hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını güçlendirdiğini ve ekip çalışmalarında işbirliği sağlayabilmelerini arttırdığını ifade etmektedir. Bu doğrultuda çalışmadaki STEM uygulamalarının gelişen bazı teknolojilere ve bilgisayar destekli öğrenme ortamına dayandırılarak yürütülmesinin alanyazındaki bu görüşlere paralellik gösterdiği ve uygulamaların bilgisayarca düşünme becerisi üzerinde etkili olabilmesini sağladığı şeklinde yorumlanabilir.

DMÖN destekli STEM uygulamaları ile öğrenmeye ilişkin öğrenci görüşleri.

STEM yaklaşımıyla yürütülen derslere katılan öğrencilerden uygulama sürecine, kullanılan teknolojik araçlara ve DMÖN'ne ilişkin görüşler alınmıştır. Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin çoğunlukla uygulama sürecini eğlenceli, ilgi çekici, daha hızlı, somut ve kolay öğrenmeyi sağlayıcı, motive edici, etkileşimli buldukları belirlenmiştir. Öğrenciler geliştirilen DMÖN'ni oldukça dikkat çekici, eğlenceli ve kullanımı kolay bulurken uygulamalarda yararlanan teknolojik araçların özellikle ilgi çekici ve eğlenceli öğrenme fırsatı sağladığını ifade ettikleri görülmüştür.

Öğrenmenin gerçekleşmesinde etkili olan birçok faktör olduğu bilinmektedir. Bunlardan bazıları; tutum, ilgi, motivasyon, kaygı, özgüven ve problem çözme becerisi gibi değişkenlerdir (Furnham, Monsen & Ahmetoglu, 2009; Pehlivan & Köseoğlu, 2010; Valentine, DuBois & Cooper, 2004). Öğrenciler kendilerine güven duydukları zaman öğrenme sürecinde kendilerini daha iyi hissederler. Bu nedenle özgüven ve motive olma gibi duyuşsal etkenler ile öğrenme başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğundan bu becerilerin yüksek düzeyde olmasının başarıyı pozitif etkilemesi kaçınılmazdır (Dörnyei, 1997). Öğrenci görüşleri doğrultusunda bu uygulamaların öğrencilerin ilgisini çekerek onları motive ettiği ve öğrenme sürecinde daha az zorlandıklarını düşünceleri gibi duyuşsal etkilerin hem öğrenme üzerinde etkili olduğu hem de düşünme becerilerini geliştirdiği düşünülmektedir. Bu düşünceye paralellik gösteren Bloom (1979)'un on yedi farklı ülkeden veri toplayarak yürüttüğü çalışmada, derse yönelik duyuşsal özellikler ile akademik başarı arasında ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada öğrenci görüşleri doğrultusunda STEM uygulamalarının bilgisayar destekli öğrenme nesnelerinin entegre edilerek tasarlanmış olmasının öğrencilerin oldukça ilgisini çektiği ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını pozitif etkilediği belirlenmiştir. Demirel, Seferoğlu ve Yağcı (2002) da öğretimde materyal kullanımının öğrencilerin ilgisini çekerek onları güdülediğini, dikkatlerini canlı tuttuğunu, öğrenilenlerin somutlaştırılmasını sağladığını ve anlaşılması zor olan kavramları basitleştirerek öğrenmeyi desteklediğini vurgulamaktadır. Çalışmada özellikle kullanılan teknolojik araçların da büyük oranda ilgi, merak, motivasyon ve öğrenme isteği

yarattığı tespit edilmiştir. Alanyazında bu görüşü destekleyici çalışmalar yer almaktadır. Nitekim İşman, Baytekin, Balkan, Horzum ve Kıyıcı (2002) öğrenme sürecinde teknolojiye yararlanmanın öğrencilere daha zengin öğrenme ortamlarının hazırlanmasına katkı sağladığını ve öğrencilerin derse karşı ilgilerinin ve motivasyonlarının artmasına hatta öğrencilerin somut öğrenme tecrübeleri edinmelerine fırsat verdiğini ifade etmektedir. Bir başka çalışmada Sakız, Özden, Aksu ve Şimşek (2014), akıllı tahta kullanımının öğrenci başarısı ve tutumlarına etkisini inceledikleri çalışmada, deney gruplarında yer alan öğrencilerin ders temasına ilişkin başarılarının kontrol gruplarına göre anlamlı düzeyde arttığını tespit etmiştir. Bu sonucu destekleyen diğer çalışmalara göre akıllı tahta kullanımı, öğrencilerin etkileşimli uygulamalar yapmasına olanak sağlayarak yeni bilgileri keşfetmelerine yardımcı olmakta ve öğrencilerin yaşına, öğrenme stillerine ve diğer niteliklerine göre farklı etkinlikler sunulmasına imkân verdiğinden öğrencilerin konuya ilişkin dikkat, ilgi ve motivasyonlarını artırmaktadır (Kennewel, 2006; Shenton & Pagett, 2007). Sonuç olarak öğrencilerin öğrenme başarılarını artırmak, öğrenmeye yönelik olumlu tutumlar geliştirmelerini sağlamak için öğretimin günümüz öğrencilerinin ilgi ve ihtiyaçlarına göre yeni teknolojilerden yararlanılarak düzenlenmesinin önemli olduğu sonucuna varılabilir ve çalışmada deney grupları lehine ulaşılan pozitif bulgular üzerinde bu araçların payı olduğu düşünülebilir.

Çalışmada öğrencilerin her ne kadar öğrenme nesneleri, planlanan STEM uygulamaları ve kullanılan teknolojik araçlara yönelik pozitif düşüncelere sahip oldukları görülse de uygulamalara ve uygulama sürecine ilişkin birtakım aksilikler yaşadıkları tespit edilen görüşler arasındadır. Öğrencilerin bazıları (süreç içerisinde telafi edilse de) kullandıkları bilgisayarlardan kaynaklanan donanımsal problemler yaşamışlardır ve bu durum genel anlamda bilgisayar destekli eğitimin sınırlılıklarından biri olarak yaşanabilecek bir durum olarak değerlendirilebilir. Karşılaşılan bir diğer aksiliğin ise uygulamaların oldukça kolay kullanılabilir ve etkileşimli olmasına özen gösterilerek geliştirilmesine rağmen bazı öğrencilerin bilgisayar arayüzünde öğrenme nesnelerini kullanmakta bazı zorluklar yaşadığı görülmüştür. Nitekim Şahin ve Yıldırım (1999), bilgisayar destekli eğitimin kendine göre özel donanım ve beceri gerektirmesini doğasında var olan bir sınırlılık olarak değerlendirmektedir.

Öğrenci görüşleri doğrultusunda ulaşılan ve önemli görülen bir diğer tespit ise grup çalışmasının uygulama sürecine ilişkin görüşler üzerinde etkili olduğu bulgusudur. Araştırmacılara göre (Açıkgöz, 1992; Sapon-Shevin, 1994; Tonbul, 2001) işbirlikli çalışmanın öğrencilere kendi öğrenmelerini düzenleme, gruplar halinde çalışarak birbirlerinin öğrenmesine katkıda bulunma, sosyal ilişkilerin gelişimini sağlama, hedef için kaynak veya güçlerini birleştirme, öğrenme sürecinde etkin olma fırsatı sağlama gibi öğrenmeyi destekleyici tarafları

vardır. Ancak işbirlikli çalışmalarda karşılaşılabilecek dezavantajlardan biri olan grup arkadaşlarıyla anlaşmazlık bu çalışmada da nadiren de olsa görülen bir sorun olarak tespit edilmiştir. Scheepers (2000; akt: Taşpınar, 2006)'ın ifade ettiği gibi işbirlikli öğrenmede karşılaşılabilecek bazı dezavantajlar vardır. Bunlar özgüveni az olan öğrencilerin kendilerini gruba ait hissetmekte zorlandığı, daha başarılı veya yetenekli öğrencilerin grup üzerinde baskı oluşturma çabaları, yeterli öğrenme sorumluluğu taşımayan öğrencilerin sürece katılmama istekleri bu sorunların yaşanmasıdır. Bu çalışmada tespit edilen olumsuz görüşler üzerinde de bu gibi sorunların etkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle öğrenci grupları oluşturulurken sadece heterojen dağılıma sahip olmalarına değil öğrenci özelliklerine çok daha fazla dikkat edilerek grupların oluşturulması gerektiği, bu bağlamda öğretmen işbirliğine daha fazla yer vermek gerektiği görülmüştür. Ancak bu tespitlerin yanı sıra grupla çalışmanın öğrenciler tarafından yardımlaşmayı ve sosyal etkileşime fırsat sağladığı, daha kolay, eğlenceli bir öğrenme süreci yarattığına ilişkin düşüncelerin daha fazla olduğu görülmüştür. Alanyazında işbirlikli öğrenmenin öğrenmeyi daha eğlenceli hale getirdiğini destekleyen bazı çalışmalar (Altınsoy, 2007; Arısoy, 2011; Aydın, 2009) ulaşılan bu sonuçlara paralellik göstermektedir. Alanyazında yer alan diğer çalışmalarda (Açıkgöz, 1992; Beckman, 1990; Bilgin & Geban, 2004; Collier, 1980; Johnson & Johnson, 1989; Zacharia & Barton, 2004) işbirlikli öğrenme ile öğrencilerin öğrenme sürecine daha aktif katılımının sağlanarak daha iyi ve kalıcı öğrendikleri, öğrencilerin arkadaşları ile daha uyumlu oldukları ve bunun akademik başarı, üst düzey düşünme becerileri, sosyal gelişim, özgüven, tutum gibi bilişsel ve duyuşsal özellikler üzerinde pozitif etkileri olduğu ifade edilmektedir. Bu ifadeleri destekleyen Yıldız (2001), yedinci sınıf seviyesinde 70 öğrenci ile matematik dersi kapsamında yürüttüğü çalışmada öğrenci başarısı üzerinde işbirlikli öğrenme yönteminin geleneksel öğrenme yöntemine göre anlamlı derecede pozitif etkisi olduğunu tespit etmiştir. Whicker, Bol ve Nunnery (1997)'e göre ise öğrenciler bireysel olarak öğrenmekte güçlük çektikleri kavramları işbirlikli çalışma yaparak daha kolay öğrenmektedir. Bu bulgular ışığında STEM yaklaşımı temelli yürütülen bu çalışmada işbirlikli yöntemle yer verilmesinin genel olarak olumlu etkiler yarattığı görülmüştür.

Sonuç

Bu çalışmada ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin STEM yaklaşımıyla yürütülen oran-orantı ve yüzdelere konularındaki eğitimin öğrencilerin akademik başarısına, STEM'e yönelik tutumlarına ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla bağımsız gruplar t-testi ve ANCOVA analizlerinin yanı sıra içerik analizi kullanılarak uygulamaya ilişkin öğrenci görüşleri ortaya çıkarılmıştır. Varsayımlar ve sınırlılıklar dâhilinde ulaşılan sonuçlar aşağıdaki gibidir:

1. Deney grupları oran-orantı ve yüzdeler konularında daha yüksek başarı göstermiştir. STEM uygulamalarının gerçek hayatla ilişkilendirilen problem senaryolarına dayandırılmasının daha kolay ve etkili öğrenmeye katkı sağladığı düşünülmektedir.
2. Öğrenciler STEM uygulamalarıyla yürütülen dersleri daha eğlenceli ve dikkat çekici bulmuştur. Bu durumun öğrenme motivasyonunu artırdığı ve güdülenmeyi sağlayarak başarı üzerinde olumlu etki yarattığı tahmin edilmektedir.
3. Uygulamalarda bilgisayar destekli öğrenme nesneleri ve teknolojik araçların yer alması etkileşimi ve derse katılımı artırmış, öğrencilerin sunulan problem durumlarına daha fazla odaklanmalarını sağlamıştır.
4. Öğrenciler genellikle görev paylaşımı yaparak daha eğlenceli ve kolay bir şekilde görevleri tamamladıklarını ifade etmişlerdir. Bu durum, ortaokul seviyesinde işbirlikli öğrenme yöntemine yer vermenin başarı üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir.
5. Öğrencilerin ısı yalıtımı, kalori hesaplaması gibi durumları yaşantıları doğrultusunda yorumlayarak değerlendirdikleri tespit edilmiştir. STEM uygulamalarında sunulan problem durumlarının seviyelerine uygun şekilde gerçek hayata dayandırılmasının öğrencilerin derste öğrendikleriyle yaşantıları arasında bağlantı kurup daha anlamlı öğrenmeler sağladıkları düşünülmektedir.
6. STEM uygulamalarıyla derste öğrenilen bilgilerin bilgisayar arayüzüne yansıtılması ve teknolojik araçlarla ürüne dönüştürülmesi öğrenmenin somutlaştırılmasını sağlamıştır. Bu durumun başarı, STEM'e yönelik tutum ve bilgisayarca düşünme becerisi değişkenlerinin tamamı üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.
7. Araştırmacı rehberliğinde uygulamaların çoğunlukla öğrenciler tarafından sorunsuz tamamlandığı görülmüştür. Bu durum öğrencilere sunulan problem senaryolarının anlaşıldığını ve hazırlanan öğrenme nesnelerinin öğrenci seviyesine ve özelliklerine uygun olduğunu göstermektedir.
8. STEM uygulamalarının hem bilgisayar hem de diğer teknolojilerin kullanılarak ürün oluşturmaya dayandırılmasının problem durumlarına yönelik meşguliyeti artırdığı ve öğrencilerin problem durumu algıları üzerinde pozitif etki oluşturduğu görülmüştür. Bu durumun mühendislik entegrasyonunun hedef kitle için sağlanabildiğini ve STEM'e yönelik olumlu tutum geliştirmeyi sağladığı düşünülmektedir.
9. Uygulamalarda yer verilen teknolojik araçların yarattığı dikkat çekici etki, bu entegrasyonun günümüz öğrenci beklenti ve ihtiyaçlarına hitap ettiğini göstermektedir.

10. Öğrenme nesnelerinin etkileşimli ve geri dönüt sağlayan nitelikte geliştirilmiş olmasının uygulama sürecini etkilediği ve süreci eğlenceli hale getirmede oldukça etkili olduğu görülmüştür.

Öneriler

Çalışmada ulaşılan sonuçlar doğrultusunda gelecek araştırmalar ve uygulayıcılar için bazı öneriler aşağıda sunulmaktadır.

Gelecek araştırmalara yönelik öneriler.

1. Bu çalışmada başarı değişkeni bağlamında pozitif bulgular tespit edilmiştir. Matematik disiplini merkeze alınarak farklı üniteler kapsamında benzer STEM uygulamaları yürütmenin matematik alanına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
2. Gelecek araştırmalarda bilgisayarca düşünme ve akademik başarı arasındaki ilişki araştırılabilir.
3. Bu çalışma oran-orantı ve yüzdeler konuları çerçevesinde sınırlı bir sürede gerçekleştirilmiştir. Daha uzun süreli, boylamsal çalışmalar yürütülebilir.
4. Çalışmada öğrencilerin görüşleri doğrultusunda uygulamaların tutum, motivasyon, güdülenme gibi değişkenler üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Gelecek çalışmalarda STEM uygulamalarının matematiğe yönelik tutuma etkisi üzerinde daha detaylı çalışılabilir.
5. Çalışmada kullanılan öğrenme nesnelerinin süreçte pozitif etkileri olduğu görülmüştür. Bu nedenle benzer çalışmalarda bilgisayar, yazılım teknolojileri entegrasyonuna yer vermek ve bu amaçla uygun içeriklerin geliştirilmesi tavsiye edilmektedir.

Uygulayıcılara yönelik öneriler.

1. Araştırmacılar, yazıcılarla bağlantı kurma ve Fen-Mühendislik-Tasarım hesaplamalarını matematik ile bütünleştirmeye imkân sağlayan Wolfram Mathematica yazılımını kullanmayı hem STEM hem de diğer çalışmalarda tercih edebilirler.
2. Kullanılan bilgisayar ve yazıcılara ilişkin teknik gereksinimler uygulama esnasında beklenmeyen aksaklıklara ve zaman kaybına neden olabilmektedir. Bu nedenle sınıf ortamında yaşanabilecek teknik aksaklıklara ilişkin önceden gerekli önlemlerin alınması önemlidir.
3. Bu tür yazılımlarla ve teknolojik araçlarla gerçekleştirilen çalışmalarda öğrencilerin bu araçlara yönelik öz-yeterlik kaygısının olumsuz etkilerinin önüne geçmek için yoğun rehberlik sağlanması önerilmektedir.
4. Sınıf ortamında öğrencilere etkili rehberlik yapabilmek için birden fazla araştırmacının uygulama esnasında süreci takip etmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz, K. Ü. (1992). *İşbirlikli öğrenme: Kuram, araştırma ve uygulama*. Malatya: Uğurel Matbaası.
- Ağca, R. K., & Bağcı, H. (2013). Eğitimde mobil araçların kullanımına ilişkin öğrenci görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 295-302.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Corlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?][White Paper]. İstanbul, Turkey: Aydın Üniversitesi. Retrieved from <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAUSTEM-Egitimi-Turkiye-Raporu2015.pdf>
- Alakoç, Z. (2003). Matematik öğretiminde teknolojik modern öğretim yaklaşımları. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(1), 43-49.
- Allina, B. (2018). The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 77-87.
- Alpar, D., Batdal, G., & Avcı, Y. (2007). Öğrenci merkezli eğitimde eğitim teknolojileri uygulamaları. *HAYEF Journal of Education*, 4(1), 19-31.
- Altan, E. B., Yamak, H., & Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FETEMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Altınsoy, B. (2007). *Takım- oyun turnuvaları tekniğinin ilköğretim dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarıları, kalıcılık ve matematiğe ilişkin tutumları üzerindeki etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 220648)
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve riskler. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, 207, 1-7.
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries*. OECD Education Working Papers, No. 41, OECD Publishing doi:[10.1787/218525261154](https://doi.org/10.1787/218525261154)
- Arısoy, B. (2011). *İşbirlikli öğrenme yönteminin ÖTBB ve TOT tekniklerinin 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersi "istatistik ve olasılık" konusunda akademik başarı, kalıcılık ve sosyal beceri düzeylerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 300319)
- Ashford, V. D. (2016). *STEM after school programming: The effect on student achievement and attitude* (Doctoral Dissertation). Retrieved from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No: 1790627591).
- Assefa, S. G., & Rorissa, A. (2013). A bibliometric mapping of the structure of STEM education using co- word analysis. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(12), 2513-2536.
- Atay, Z. (2009). Okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 5-6 yaş öğrencilerinin yaratıcılık düzeylerinin yaş, cinsiyet ve ebeveyn eğitim durumlarına göre incelenmesi: Ereğli örneği (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 249673)

- Ater-Kranov, A., Bryant, R., Orr, G., Wallace, S., & Zhang, M. (2010). *Developing a community definition and teaching modules for computational thinking: Accomplishments and challenges*. In Proceedings of the 2010 ACM conference on information technology education (pp. 143–148). ACM.
- Aydın, F. (2009). *İşbirlikli öğrenme yönteminin 10. sınıf coğrafya dersinde başarıya, tutuma ve motivasyona etkileri* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 228418)
- Aydın, G., Saka, M., & Guzey, S. (2017). Science, technology, engineering, mathematic (STEM) attitude levels in grades 4 - 8. *Mersin University Journal of Faculty of Education*, 13(2), 787-802.
- Babapour Golezani, A. (2020). Dinamik matematik öğrenme nesnelerinin 10. Sınıf öğrencilerinin başarılarına derse katılımlarına ve tutumlarına etkisi: Uluslararası bir karşılaştırma (Doktora Tezi).
- Bairaktarova, D., Evangelov, D., Bagiati, A., & Brophy, S. (2011). Engineering in young children's exploratory play with tangible materials. *Children, Youth, and Environments*, 21(2), 212–235.
- Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 9(2), 367-389.
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Baykul, Y. (2009). *İlköğretimde matematik öğretimi: 6.-8. sınıflar için*. Ankara: Pegem Akademi.
- Becker, B. J., & Hedges, L. V. (1984). Meta-analysis of cognitive gender differences: A comment on an analysis by Rosenthal and Rubin. *Journal of Educational Psychology*, 76, 583–587.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5), 23-37.
- Beckman, M. (1990) Collaborative learning: Preparation for the workplace and democracy. *College Teaching*, 38, 128-133.
- Bekir, Y. (2018). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Benbow, C. P., & Stanley, J. C. (1983). Sex differences in mathematical reasoning ability: More facts. *Science*, 222(4627), 1029-1031.
- Biber, M. (2006). *Keşfederek öğrenme yönteminin ilköğretim II.kademe matematik dersi öğrencilerinin yaratıcılıkları üzerindeki etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 206026)
- Bicer, A. & Capraro, R. M. (2019). Mathematics achievement in the secondary high school context of STEM and non- STEM schools. *School Science and Mathematics*, 119(2), 61-71.
- Biklen, S. K., & Bogdan, R. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods*. Boston, MA: Pearson A & B.

- Bilgin, İ., & Geban, Ö. (2004). İşbirlikli öğrenme yöntemi ve cinsiyetin sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının fen bilgisi dersine karşı tutumlarına, fenbilgisi öğretimi I dersindeki başarılarına etkisinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(26), 9-18.
- Bingolbali, E., Monaghan, J., & Roper, T. (2007). Engineering students' conceptions of the derivative and some implications for their mathematical education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(6), 763-777.
- Bircan, M. A. (2019). *STEM eğitimi etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 600567)
- Bloom, B. S. (2012). *İnsan nitelikleri ve okulda öğrenme* (Özçelik, D. A., çev. ed.). Ankara: Pegem Akademi.
- Boling S. E., & Boling, J.L. (1993). Creativity and birth order/sex differences in children. *Education*, 114(2), 224-226.
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., & Moller, S. (2018). Boosting the numbers of STEM majors? The role of high schools with a STEM program. *Science Education*, 102(1), 85-107.
- Bozkurt, A., & Polat, M. (2011). Sayma pullarıyla modellemenin tam sayılar konusunu öğrenmeye etkisi üzerine öğretmen görüşleri. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 10(2), 787-801.
- Bransford, J., Brown, A. & Cocking, R. (2000). *How people learn: brain, mind, experience and school*. Washington, DC: National Academic Press.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Brophy S., Klein S., Portsmore M., & Rogers C. (2008). Advancing engineering education in p-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.
- Bruton R. (2017). *STEM education policy statement 2017-2026*. Dublin: Department of Education and Skills. Retrieved from <https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy>.
- Bryan, L. A., Moore, T.J., Johnson, C. C., & Roehrig, G.H (2015). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. New York: Routledge.
- Bulut, S., Çömlekoğlu, G., Seçil, S.Ö., Yıldırım H., & Yıldız, B.T. (2002, Eylül). *Matematik öğretiminde somut materyallerin kullanılması*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Bundy, A. (2007). Computational thinking is pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing*, 1(2), 67-69.
- Bush, V. (1945). *Science, the endless frontier: A report to the President on a program for postwar scientific research*. Washington, DC: Government Printing Office.
- Büyükkaragöz, S. S., & Çivi, C. (1995) *Genel öğretim metodları*. Konya: Göksu Matbaası.

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2015). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Byoung, G. A. (2001). Using calculators in mathematics education in korean elementary schools. *Journal of The Korea Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education*, 5(2), 107-118.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., Scheurich, J. J., Jones, M., Morgan, J., Huggins, K. S., & Han, S. (2016). Impact of sustained professional development in STEM on outcome measures in a diverse urban district. *Journal of Educational Research*, 109(2), 181-196. doi:10.1080/00220671.2014.936997
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 372224)
- Clements, D. H. & Mcmillen, S. (1996). Rethinking concrete manipulatives. *Teaching Children Educational Studies in Mathematics*, 47, 175-197.
- Cohen, L. M., & Manion, L. (1998). L.(1989) *Research methods in education*. New York: Routledge.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). Observation. *Research Methods in Education*, 6, 396-412.
- Collier, K.G. (1980) Peer-group learning in higher education: the development of higher-order skills. *Studies in Higher Education*, 5, 55-62.
- Cook, T.D., Campbell, D.T., and Peracchio, L. (1990). Quasi experimentation. In M. D. Dunnette & L. M. Hough (Eds.), *Handbook of industrial & organizational psychology* (2nd ed., Vol. 1, pp. 491-576). Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Cook, K. L., Bush, S. B, & Cox, R. (2017). From STEM to STEAM: Incorporating the arts in roller coaster engineering. *Science and Children*, 54(6), 86-93.
- Corlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Creswell, J. W. (2016). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Creswell, J.W. (2017). *Karma yöntem araştırmalarına giriş* (Sözbilir, M., çev. ed.). Ankara: Pegem Akademi. (Çalışmanın orijinali 2014'de yayımlanmıştır.)
- CSTA - Computer Science Teacher Association. (2011). *CSTA K-12 Computer science standards*. CSTA Standards Task Force. ACM - Association for Computing Machinery.

- Czerkawski, B., & Lyman, E. (2015). Exploring issues about computational thinking in higher education. *TechTrends*, 59(2), 57-65.
- Çakır, R., & Ozan, C. E. (2018). FeTeMM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, yansıtıcı düşünme becerileri ve motivasyonlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(3), 1077-1100.
- Çelik, L. (2007). Öğretim materyallerinin hazırlanması ve seçimi. Ö. Demirel (Ed.), *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı* içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Çepni, S. (2018). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* (2. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Çepni, S., & Ormancı, Ü. (2017). Geleceğin dünyası. S. Oral (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM+A Eğitimi* içinde (s.1-32). Ankara: Pegem Akademi.
- Çevik, M., Şentürk, C., & Abdioğlu, C. (2019). *STEM'den STEM+ 'ya*. Ankara: Özgür Yayınevi.
- Çimentepe, E. (2019). *STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezinden edinilmiştir (Tez no: 552833).
- Çokluk Bökeoğlu, Ö., & Yılmaz, K. (2005). The relationship between attitudes of university students towards critical thinking and research anxieties. *Educational Administration*, 41, 46-66.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Damar, A., Durmaz, C., & Önder, İ. (2017). Middle school students' attitudes towards STEM applications and their opinions about these applications. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 1(1), 47-65.
- Daşdemir, İ., Cengiz, E., Uzoğlu, M., & Bozdoğan, A. E. (2012). Tablet bilgisayarların fen ve teknoloji derslerinde kullanılmasıyla ilgili fen ve teknoloji öğretmenlerinin görüşlerinin incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20), 495-511.
- Davis, M. (2011). Making math connections. *Education Week*, 4(2), 38.
- Daymaz, B. (2019). *Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik başarı, motivasyon ve STEM kariyer alanlarına etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 546519)
- De Lange, J. (1996). Using and applying mathematics in education. In A.J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & C. Laborde (Eds.), *International handbook of mathematics education* (pp. 49-98). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Demirci, A., Taş, H., Taş, H. İ., & Özel, A. (2007). Türkiye'de ortaöğretim coğrafya derslerinde teknoloji kullanımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (15), 37-54.
- Demirel, Ö., Seferoğlu, S. S., & Yağcı, E. (2002). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Pegem Akademi.
- Denning, P. (2009). The profession of IT beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28. doi:10.1145/1516046.1516054.
- Deschryver, M. D., & Yadav, A. (2015). Creative and computational thinking in the context of new literacies: Working with teachers to scaffold complex technology-mediated approaches to teaching and learning. *Journal of Technology and Teacher Education*, 23(3), 411-431.

- Doleck, T., Bazelaïs, P., Lemay, D. J., Saxena, A., & Basnet, R. B. (2017). Algorithmic thinking, cooperativity, creativity, critical thinking, and problem solving: exploring the relationship between computational thinking skills and academic performance. *Journal of Computers in Education*, 4(4), 355-369.
- Dörnyei, Z. (1997). Psychological processes in cooperative learning: Group dynamics and motivation. *The Modern Language Journal*. 81(4), 482-483.
- Drake, S., & Burns, D. (2004) *Meeting standards through integrated curriculum*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria VA.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.
- Ejiwale, J. A. (2012). Facilitating teaching and learning across STEM fields. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(3), 87-94.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*, 3(1), 3.
- Erden, M., & Akman, Y. (2007). *Eğitim psikolojisi gelişim-öğrenme-öğretme* (16. baskı). Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. *Educational Leadership*, 49(2), 61-65.
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design based science and real world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-879. [doi:10.1080/09500690500038165](https://doi.org/10.1080/09500690500038165)
- Foshay, R., & Kirkley, J. (2003) *Principles for Teaching Problem Solving*. Technical Paper 4, PLATO Learning, Inc. Retrieved from http://www.plato.com/downloads/papers/paper_04.pdf
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2011). *How to design and evaluate research in education (8th Ed.)*. New York: Mcgraw-Hill Education.
- Friday Institute for Educational Innovation (2012). *Elementary School STEM - Student Survey*. Raleigh, NC: Author.
- Furnham, A., Monsen, J., & Ahmetoglu, G. (2009). Typical intellectual engagement, Big Five personality traits, approaches to learning and cognitive ability predictors of academic performance. *British Journal of Educational Psychology*, 79(4), 769-782.
- Gagne, R. M. (1964). Problem solving. In A. W. Milton (Ed.), *Categories of human learning* (pp. 293-317). New York: Academic Press.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishing.
- Garcia, D. D., Lewis, C. M., Dougherty, J. P., & Jadud, M. C. (2010). *If you might be a computational thinker!*. In Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education (pp. 263-264).
- Gardner, H. (2003, April). Multiple intelligences after twenty years. Paper presented at the American Educational Research Association, Chicago, Illinois. Retrieved from http://jru1.colled.msstate.edu/frame2/pwpoint/Perla_Multiple%20intelligences.pdf
- Gelen, İ. (2017). P21-Program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD uygulamaları). *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15-29.
- Google. (2011). Exploring computational thinking. Retrieved from <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>

- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y., & Moore, T. J. (2016). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207-222. doi:10.1007/s10956-016-9673-x
- Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M., & Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 550-560.
- Guzey, S. S., Tank, K., Wang, H. H., Roehrig, G., & Moore, T. (2014). A high- quality professional development for teachers of grades 3–6 for implementing engineering into classrooms. *School Science and Mathematics*, 114(3), 139-149.
- Gülcü, A. (2004). *Mathematica 5 bilgisayar destekli matematik*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3447
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Han, S., Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) project based learning (PBL) on students' achievement in four mathematics topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13, 3-29. doi:10.12973/tused.10168a
- Honey, M., Pearson G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects and an agenda for research*. Washington: The National Academic Press.
- Householder, D. L., & Hailey, C. E. (Eds.). (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. Retrieved from <http://ncete.org/flash/pdfs/NCETECaucusReport.pdf>.
- Hu, C. (2011). *Computational thinking: What it might mean and what we might do about it*. In Proceedings of the 16th annual joint conference on innovation and technology in computer science education (pp. 223–227). ACM. Katai, Z. (2014).
- Irak, M. (2019). *5. sınıf fen bilimleri dersi ışığın yayılması ünitesine yönelik STEM uygulamalarının akademik başarı ve STEM'e karşı tutum üzerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 546536)
- ISTE. (2016). ISTE | Standards For Students. ISTE Standards For Students. <http://www.iste.org/standards/standards/for-students#startstandards> adresinden edinilmiştir.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, M. B., & Kırıyıcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalcı yaklaşım. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1(1), 41-47.
- Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Moore, T. J. (2015). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. New York, NY: Routledge.
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Edine, Minn: Interaction Books.

- Johnson, R. B., & Christensen, L. (2019). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches*. Newbury Park, CA: Sage.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Jonassen, D. H. (1999). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking* (Second ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Kaczmarczyk, L., & Dopplack, R. (2014). *Rebooting the pathway to success: Preparing studentfor computing workforce needs in the United States*. New York, NY: Association for Computing Machinery.
- Karakaya, F., & Avgın, S. S. (2016). Effect of demographic features to middle school students' attitude towards FeTeMM (STEM). *Journal of Human Sciences*, 13(3), 4188-4198
- Karısan, D. & Yurdakul, Y. (2017). The effects of microprocessors based science technology engineering and mathematics (STEM) investigations on 6th grade students' attitudes towards these subject areas. *Adnan Menderes University Education Faculty Journal of Education Science*, 8(1), 37-52.
- Kátaı, Z. (2015). The challenge of promoting algorithmic thinking of both sciences- and humanities- oriented learners. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(4), 287-299.
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). *National academy of engineering and national research council report: Engineering in K-12 education*. Washington, D.C.:The National Academies Press.
- Keeler, C. M. (1996). Networked instructional computers in the elementary classroom and their effect on the learning environment: A qualitative evaluation. *Journal of Research on Computing in Education*, 28(3), 329-345.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students in STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kennewell, S. (2006, November). *Reflections on the interactive whiteboard phenomenon: A synthesis of research from the UK*. AARE (Australian Association for Research in Education) Conference, 26-30 November, Adelaide, Australia.
- Kiss, G., & Arki, Z. (2017). The influence of game-based programming education on the algorithmic thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237(21), 613-617.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569. doi:10.1016/j.chb.2017.01.005
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2015). Bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin (BDBD) ortaokul düzeyine uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 67-86.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, Y. M., Oluk, A., & Sarıoğlu, S. (2015). Bireylerin bilgisayarca düşünme becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 34(2), 68-87.

- Korkmaz, Ö., Kılıç, F. N., Çakır, R., & Erdoğan, F. U. (2019). Meslek lisesi bilişim teknolojileri öğrencilerinin programlama öz-yeterlilikleri, STEM ve bilgisayarca düşünme becerilerine yönelik algıları. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5, 183-204.
- Kurt, M., & Benzer, S. (2020). An investigation on the effect of STEM practices on sixth grade students' academic achievement, problem solving skills, and attitudes towards STEM. *Journal of Science Learning*, 3(2), 79-88.
- Kutch, M. (2011). *Integrating science and mathematics instruction in a middle school STEM course: The impact on attitudes, career aspirations and academic achievement in science and mathematics*. Doctoral thesis. Wilmington University.
- Kutluca, T., & Akın, M. (2013). Somut materyallerle matematik öğretimi: Dört kefleli cebir terazisi kullanımı üzerine nitel bir çalışma. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(1), 48-65.
- Lai, E. R., & Viering, M. (2012, April). *Assessing 21st century skills: Integrating research findings*. Paper presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education, Vancouver, B.C., Canada.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547 –552.
- Lau, S., & Li, W. L. (1996). Peer status and perceived creativity: Are popular children viewed by peers and teachers as creative. *Creativity Research Journal*, 9(4):347-352.
- Lau, S., & Li, W. L. (1996). Peer status and perceived creativity: Are popular children viewed by peers and teachers as creative. *Creativity Research Journal*, 9(4), 347-352.
- Longmire, W. (2004). A primer on learning objects. Learning Circuits [http://www.learningcircuits.org/mar20\(X\)/primer.html](http://www.learningcircuits.org/mar20(X)/primer.html) adresinden erişildi.
- Macun, Y. (2019). *Problem temelli stem etkinliklerinin oran-orantı ve yüzdeler konularının öğretiminde 7. sınıf öğrencilerinin matematik başarılarına, tutumlarına ve görüşlerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 556387)
- Marder, M. (2013). A problem with STEM. *CBE—Life Sciences Education*, 12(2), 148-150.
- Marulcu İ., & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 13-23.
- Matud, M. P., Rodríguez, C., & Grande, J. (2007). Gender differences in creative thinking. *Personality and individual differences*, 43(5), 1137-1147.
- McCabe, R. E., Blankstein, K. R., & Mills, J. S. (1999). Interpersonal sensitivity and social problem-solving: Relations with academic and social self-esteem, depressive symptoms, and academic performance. *Cognitive Therapy and Research*, 23(6), 587-604.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2014). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7th Ed.). New York: Pearson.
- Merriam, Sharan B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K12 School Computer Technologies Journal*, 14(1), 1-6.
- Mishra, P., & Yadav, A. (2013). Of art and algorithms: rethinking technology & creativity in the 21st century. *TechTrends*, 57(3), 10-14.

- Moore, B. (2009). Emotional intelligence for school administrators: A priority for school reform? *American Secondary Education*, 37(3), 20-28.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. *In Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 35-60). Purdue University Press.
- Morrison, J. (2006). *Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom*. Baltimore, MD: The Teaching Institute For Excellence in STEM.
- Murphy, Tony. (2011, August 29). STEM education—It's elementary. *US News and World Report*. Retrieved from <http://www.usnews.com/news/articles/2011/08/29/stem-education--its-elementary>
- Naizer, G., Hawthorne, M. J., & Henley, T. B. (2014). Narrowing the gender gap: Enduring changes in middle school students' attitude toward math, science and technology. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 15(3), 29-34.
- National Research Council. (2010). *Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- National Research Council. (2011). *Report of a workshop of pedagogical aspects of computational thinking*. Washington, D.C.: The National Academies Press. Retrieved from http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13170.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching And Teacher Education*, 21, 509–523.
- Olivarez, N. (2012). *The impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south Texas middle school* (Doctoral Dissertation). Retrieved from ProQuest Dissertations & Theses Global. (Order No: 3549798).
- Olkun, S., Altun, A., & Smith, G. (2005). Computers and 2d geometric learning of Turkish fourth and fifth graders. *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 317-326.
- Oluk, A. & Çakır, R. (2019). Üniversite öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerilerinin mantıksal matematiksel zekâ ve problem çözme becerileri açısından incelenmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 12(2), 457-473.
- Onwuegbuzie A.J., & Leech N. L. (2004). Enhancing the interpretation of significant findings: The role of mixed methods research. *The Qualitative Report*, 9(4), 770-792.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills education 2030*. Paris: OECD. Retrieved from <https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20>
- Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: A tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1), 28-33.
- Öncü, T. (1989). *Torrance yaratıcı düşünme testleri ve Wartegg-Biedma kişilik testi aracılığıyla 7-11 yaş çocuklarının yaratıcılığı ve kişilik yapıları arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 10865)

- Öncü, T. (2000). Anasınıfı (6 yaş) düzeyindeki çocukların şekilsel yaratıcılıklarının cinsiyet değişkeni açısından karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi*, 40,1-2, 25-34.
- Öncü, T. (2003). Torrance yaratıcı düşünme testleri-şekil testi aracılığıyla 12-14 yaşları arasındaki çocukların yaratıcılık düzeylerinin yaş ve cinsiyete göre karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 43(1), 221-237.
- Özben, Ş. & Argun, Y. (2005). Buca Eğitim Fakültesi öğrencilerinin yaratıcılık boyutları puanlarının karşılaştırılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*,18, 16-23.
- Özcan, H., & Koca, E. (2019). The impact of teaching the subject “pressure” with STEM approach on the academic achievements of the secondary school 7th grade students and their attitudes towards STEM. *Education and Science*, 44(198), 201-227.
- Özdemir, H. (2018). *Meslek lisesi öğrencilerinin alanlarıyla ilgili mesleki matematik başarısını geliştirmeye yönelik Stem uygulamaları* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir. (Tez No. 534956)
- Özden, M. Y. (2015). Computational thinking. <http://myozden.blogspot.com.tr/2015/06/computational-thinking-bilgisayarca.html> adresinden erişildi.
- Pallant, J. (2017). *SPSS kullanma kılavuzu: SPSS ile adım adım veri analizi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). *P21 framework definitions document*. Retrieved from http://www.21stcenturyskills.org/documents/p21_framework_definitions_052909.pdf
- Patel, N. (2010, September 25). Gagan Goyal: Roboteacher. India Today. Retrieved from <https://www.indiatoday.in/magazine/cover-story/story/20101004-gagan-goyal-roboteacher-744200-2010-09-25>.
- Pehlivan, H., & Köseoğlu, P. (2010). Attitudes towards biology course and the academic self-concept of the students attending at Ankara Science High School. *Hacettepe University Journal of Education*, 38, 225-235.
- Phillips, C. R., & Trainor, J. E. (2014). Millennial students and the flipped classroom. *Journal of Business and Educational Leadership*, 5(1), 102-112.
- President’s Council of Advisors in Science and Technology (PCAST). (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America’s future*. Washington, DC: White House Office of Science and Technology Policy.
- Psycharis, S., & Kotzampasaki, E. (2019). The impact of a stem inquiry game learning scenario on computational thinking and computer self-confidence. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(4), em1689. doi:10.29333/ejmste/103071
- Rabalais, M. E. (2014). *STEAM: A national study of the integration of the arts into STEM instruction and its impact on student achievement*. Doctoral Dissertation, University of Louisiana Lafayette.
- Reeve, E. M. (2015). STEM Thinking!. *Technology and Engineering Teacher*, 75(4), 8-16.
- Rehmat, A. P. (2015). *Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: a problem-based learning approach for STEM integration* (Doctoral Dissertation). Retrieved from

- Riechert, S. E., & Post, B. K. (2010). From skeletons to bridges & other, STEM enrichment exercises for high school biology. *The American Biology Teacher*, 72(1), 20-22.
- Ring, E. A. (2017). *Teacher conceptions of integrated stem education and how they are reflected integrated stem curriculum writing and classroom implementation*. Unpublished doctoral dissertation, Minnesota University.
- Robelen, E. (2011). Math skills: Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A longitudinal study. *Education Week*, 30(37), 4.
- Robelen, E. W. (2011). Latest wave of STEM schools taps new talent. *Education Week*, 31(3), 1-18.
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5(3), 17-28.
- Rozalind, G., & Muir, H. (2004). Technology and its impact in the classroom. *Computers and Education*, 42, 111-131.
- Ruth, J. E., & Birren, J. E. (1985). Creativity in adulthood and old age: Relations to intelligence, sex and mode of testing. *International Journal of Behavioral Development*, 8(1), 99-109.
- Sakız, G., Özden, B., Aksu, D., & Şimşek, Ö. (2014). Fen ve teknoloji dersinde akıllı tahta kullanımının öğrenci başarısına ve dersin işlenişine yönelik tutuma etkisi. *Journal of Graduate School of Social Sciences*, 18(3), 257-274.
- Smith, J. & Karr-Kidwell, P. (2000). The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sapon-Shevin, M. (1994). Cooperative learning and middle schools: What would it take to really do it right? *Theory into Practice*, 33(3), 183-90.
- Schnittka, C. G., Bell, R. L., & Richards, L. G. (2010). Save the penguins: Teaching the science of heat transfer through engineering design. *ScienceScope*, 34(3), 82-91.
- Seçer, İ. (2013). *SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Shenton, A. & Pagett, L. (2007). The use of the interactive whiteboard for literacy in six primary classrooms in England. *Literacy*, 41, 129-136.
- Slavin, R. E. (2015). Cooperative learning in elementary schools. *Education 3-13*, 43(1), 5-14. doi: 10.1080/03004279.2015.963370
- Smeets, E. (2005). Does ICT contribute to powerful learning environments in primary education? *Computers and Education*, 44, 343-355.
- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers*. Retrieved from ERIC database. (ED443172)
- Snalune, P. (2015). The benefits of computational thinking. *ITNOW*, 57(4), 58-59. doi:10.1093/itnow/bwv111
- Sönmez, V., & Alacapınar, F. (2014). *Scientific research methods*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- SRI International. (2010). *Evaluation of the Texas high school project: Second comprehensive annual report*. Austin, TX: Author.

http://www.earlycolleges.org/Downloads/SRI_THSPE_second_Nov2010.pdf
adresinden erişildi.

- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (JPEER)*, 2(1), 4.
- Stotts, C. D. (2019). *The effect of AdvancED STEM certification on elementary achievement* (Doctoral Dissertation). Retrieved from <https://digitalcommons.lmunet.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=eddisertations>
- Swaid, S. I. (2015). Bringing computational thinking to STEM education. *Procedia Manufacturing*, 3, 3657-3662.
- Şahin, A. & Top, N. (2015). STEM Öğrencileri Sahnede (SOS): Disiplinler arası, standartlara odaklı proje tabanlı bir öğrenme yaklaşımı ile STEM eğitiminde öğrenci sesini ve seçimini teşvik etmek. *STEM Eğitimi Dergisi*, 16 (3), 24-33.
- Şahin, T. Y. & Yıldırım, S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Şanlı, M. (2019). *STEM eğitim uygulamalarının öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumları ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisi* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 595231)
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı (2016). *STEM Eğitim Raporu*. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf adresinden edinilmiştir.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı*. (Baloğlu, M. çev. ed.). Ankara: Nobel Yayınevi. (Çalışmanın orijinali 2013'te yayımlanmıştır.)
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Taşkın, D. (2017). *Üstün yetenekli tanısı konulmuş ve konulmamış öğrencilerin matematikte yaratıcılıklarının incelenmesi: Bir özel durum çalışması* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 448308)
- Taşpınar, M. (2006). *Kuramdan uygulamaya öğretim yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Thomas, B., & Watters, J. J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. *International Journal of Educational Development*, 45, 42-53.
- Tolliver, E. R. (2016). *The effects of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on elementary student achievement in urban schools* (Doctoral Dissertation) (Order No. 10251650). Retrieved from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No. 10251650).
- Tonbul, C. (2001). *İşbirlikli Öğrenmenin İngilizce Dersine İlişkin Doyum, Başarı İle Hatırda Tutma Üzerindeki Etkileri ve İşbirlikli Öğrenme Uygulamalarıyla İlgili Öğrenci Görüşleri*. (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez no: 103752)
- Topu, F. B., Baydaş, Ö., Turan, Z., & Göktaş, Y. (2013). Öğretim teknolojisi araştırmalarında geçerlik ve güvenirlik önlemleri. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(1), 110-126.
- Torrance, E. P., & Goff, K. (1989). A quiet revolution. *Journal of Creative Behavior* 23(2), 136-145.

- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco: Jossey - Bass.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*. Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach, Carnegie Mellon University, Pennsylvania.
- TÜBİTAK. (2017, Ocak). STEM'e dayalı temel bilimler eğitimi Ar-Ge programı başlatıldı. *Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi*. <http://bilgem.tubitak.gov.tr/tr/haber/steme-dayali-temel-bilimler-egitimi-ar-ge-programi-baslatildi> adresinden edinilmiştir.
- Valentine, J. C., DuBois, D. L., & Cooper, H. (2004). The relation between self-beliefs and academic achievement: A meta-analytic review. *Educational Psychologist*, 39(2004), 111-133.
- Van De Walle, John. (1989). *Elementary school mathematics*. New York: Longman.
- Van De Walle, John. (1989). *Elementary school mathematics*. New York: Longman.
- Vasquez, J. A. (2015). STEM-Beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10-15.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3–8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. New York: Heinemann
- Veenman, S., Benthum, N., Bootsma, D., Dieren, J., & Kemp, N. (2002). Cooperative learning and teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 18, 86-102.
- Voskoglou, M. G., & Buckley, S. (2012). Problem solving and computers in a learning environment. *Egyptian Computer Science Journal*, 36(4), 28–46.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge Mass: Harvard University Press.
- Wade-Shepherd, A. (2016). *The effect of middle school STEM curriculum on science and math achievement scores* (Doctoral Dissertation) (Order No. 10307073). Retrieved from ProQuest Dissertations & Theses Global. (UMI No. 1873448981).
- Wagner, D. D. (2002, June 18). The new frontier of learning object design. *The eLearning Developers Journal*. Retrieved April 14, 2005, from <http://www.elearningguild.com/pdf/2/061802dst-h.pdf>
- Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20-24.
- Wang, H. (2012). *A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering and mathematics* (STEM) integration. (Doctoral Dissertation). Retrieved From Proquest Dissertations & Theses Global. (UMI No. 3494678)
- Warneken, F., Steinwender, J., Hamann, K., & Tomasello, M. (2014). Young children's planning in a collaborative problem-solving task. *Cognitive Development*, 31, 48–58. doi:10.1016/j.cogdev.2014. 02.003
- Washer, P. (2007). Revisiting key skills: A practical framework for higher education. *Quality in Higher Education*, 13(1), 57-67.

- Watson, A.D. & Watson, G.H. (2013). Transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering education. *Journal for Quality & Participation*, 36(3), 1-4.
- Weese, J. L., Feldhausen, R., & Bean, N. H. (2016). *The impact of stem experiences on student self-efficacy in computational thinking*. Proceedings of the 123rd American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition (ASEE 2016). New Orleans, LA, USA.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147.
- Whicker, K. M., Bol, L., & Nunnery, J. A. (1997). Cooperative learning in the secondary mathematics classroom. *The Journal of Educational Research*, 91(1), 42– 48.
- White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.
- Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why? The Link Magazine, Spring. Carnegie Mellon University, Pittsburgh. Retrieved from <http://link.cs.cmu.edu/article.php?a=600>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33- 35.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. doi:10.1145/1118178.1118215.
- Wolfram, S. (2020). Wolfram mathematica. <https://www.wolfram.com/cdf/05.08.2020> adresinden erişildi.
- Wynn T. & Harris, J. (2012). Toward a STEM + Arts curriculum: Creating the teacher team. *Art Education*, 65(5), 42-47.
- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 501-522.
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambruch, S., & Korb, J. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1-5.
- Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(4), 55–62. doi:10.1145/2994591.
- Yalçın, S. (2018). 21. yüzyıl becerileri ve bu becerilerin ölçülmesinde kullanılan araçlar ve yaklaşımlar. *Journal of Faculty of Educational Sciences*, 51(1), 183-201.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dünder, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yerdelen, S., Kahraman, N., & Taş, Y. (2016). Low socioeconomic status students' STEM career interest in relation to gender, grade level, and STEM attitude. *Journal of Turkish Science Education*, 13 (Special Issue), 59-74.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemi*. Ankara: Seçkin.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.

- Yıldız, N. (2001). *İşbirlikli Öğrenme Yönteminin İlköğretim 7. Sınıf Matematik Öğretiminde Öğrenci Başarısı Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezinden edinilmiştir. (Tez no: 112625)
- Yin, R.K. (1994). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Young, V. M., House, A., Wang, H., Singleton, C., & Klopfenstein, K. (2011). *Inclusive STEM schools: Early promise in Texas and unanswered questions*. Highly Successful Schools or Programs for K-12 STEM Education: A Workshop. Washington, DC: National Academies.
http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_072639.pdf adresinden erişildi.
- Zacharias, Z., & Barton, A. C. (2004). Urban middle-school students' attitudes toward a defined science. *Science Education*, 88, 197-222.



EKLER

EK-1. STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği

Değerli öğrenciler, bu ölçek STEM'e yönelik tutumlarınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Vereceğiniz cevaplarda samimi olmanız ve boş madde bırakmamanız oldukça önemlidir. Katılımınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederiz.

Okuduğunuz maddeye katılma derecenizi 1'den 5'e kadar puanlayarak ilgili kutucuğa (X) işareti koyunuz.	Kesinlikle Katılmıyorum → Kesinlikle Katılıyorum				
Örnek Madde: Okulumu severim.	1	2	3	4	5

MATEMATİK					
1. Matematik en kötü dersim olmuştur.	1	2	3	4	5
2. Matematikle ilgili bir kariyer seçmeyi düşünürdüm.	1	2	3	4	5
3. Matematik benim için çok zordur.	1	2	3	4	5
4. Matematik dersinde iyi bir öğrenciyimdir.	1	2	3	4	5
5. Çoğu derste iyi olmama rağmen matematikte iyi değilim.	1	2	3	4	5
6. Matematikte ileri düzey çalışmalar yapabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
7. Matematikte iyi notlar alabilirim.	1	2	3	4	5
8. Matematiğim iyidir.	1	2	3	4	5

FEN					
1. Fen ile uğraşırken kendimden eminim.	1	2	3	4	5
2. Fen ile ilgili bir kariyer düşünebilirim.	1	2	3	4	5
3. Feni okul dışında da kullanmayı umuyorum.	1	2	3	4	5
4. Fen bilmek hayatımı kazanmada bana yardımcı olacaktır.	1	2	3	4	5
5. Gelecekteki işimde fene ihtiyaç duyacağım.	1	2	3	4	5
6. Feni iyi yapabileceğimi biliyorum.	1	2	3	4	5
7. Fen çalışma hayatımda benim için önemli olacaktır.	1	2	3	4	5
8. Çoğu derste iyi olmama rağmen fende iyi değilim.	1	2	3	4	5
9. Fende ileri düzey çalışmalar yapabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5

MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ					
1. Yeni ürünler oluşturmayı hayal etmek hoşuma gider.	1	2	3	4	5
2. Mühendislik öğrenirsem, insanların her gün kullandıkları şeyleri geliştirebilirim.	1	2	3	4	5
3. Bir şeyleri tamir etmede iyiyimdir.	1	2	3	4	5
4. Makinelerin nasıl çalıştıklarını merak ederim.	1	2	3	4	5
5. Ürünler tasarlamak gelecek iş yaşantım için önemlidir.	1	2	3	4	5
6. Elektronik aletlerin nasıl çalıştığını merak ederim.	1	2	3	4	5
7. Gelecek iş yaşantımda yaratıcı uygulamaları kullanmak isterim.	1	2	3	4	5
8. Matematik ve fenin birlikte nasıl kullanılacağını bilmek yararlı şeyler icat etmemi sağlayacaktır.	1	2	3	4	5
9. Mühendislik alanında başarılı olabileceğime inanıyorum.	1	2	3	4	5

21. YÜZYIL BECERİLERİ					
1. Başkalarının bir hedefi gerçekleştirebilmelerine öncülük edebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
2. Başkalarını, ellerinden gelen her şeyi yapmaya teşvik edebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
3. Yüksek kalitede işler yapabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
4. Arkadaşlarımla farklılıklarına saygılı olacağımdan eminim.	1	2	3	4	5
5. Arkadaşıma yardım edebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
6. Karar alırken başkalarının görüşlerini de dikkate alacağımdan eminim.	1	2	3	4	5
7. İşler planlandığı gibi gitmediğinde değişiklikler yapabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
8. Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
9. Tek başıma çalışırken zamanımı akılcıca kullanabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
10. Birçok görevim olduğunda, hangisini önce yapmam gerektiğini seçebilirim.	1	2	3	4	5
11. Geçmiş yaşantıları benimkinden farklı öğrencilerle iyi çalışabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5

EK-2. Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği

Değerli öğrenciler, aşağıdaki maddeler bilgisayarca düşünme becerilerini ölçmeye yöneliktir. Lütfen her bir maddeyi dikkatle okuyup, sizi yansıtan düzeyini en olumludan (5) en olumsuz (1) doğru puanlayınız. Katılımınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederiz.

Kararlarının çoğundan emin olan insanları severim	1	2	3	4	5
Yeni bir durumla karşılaştığımda ortaya çıkabilecek sorunları çözebileceğime inancım vardır.	1	2	3	4	5
Bir sorunumu çözmek üzere plan yaparken o planı yürütebileceğime güvenirim.	1	2	3	4	5
Bir sorunla karşılaştığımda, başka konuya geçmeden önce durur ve o sorun üzerinde düşünürüm.	1	2	3	4	5
Bir problemin çözümünü verecek denklemi hemen kurabilirim	1	2	3	4	5
Matematiksel sembol ve kavramlar yardımıyla yapılan anlatımları daha kolay öğrendiğimi düşünürüm	1	2	3	4	5
Sayılar arasındaki ilişkileri kolaylıkla yakalayabildiğime inanırım	1	2	3	4	5
Sözel olarak ifade edilen bir matematik problemini sayısallaştırabilirim.	1	2	3	4	5
Grup arkadaşlarımla birlikte işbirlikli öğrenme deneyimleri yaşamaktan hoşlanırım.	1	2	3	4	5
İşbirlikli öğrenmede, grupla çalıştığım için daha başarılı sonuçlar elde ettiğimi/edeceğimi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
İşbirlikli öğrenmede grup arkadaşlarımla birlikte grup projesi ile ilgili problemleri çözmekten hoşlanırım.	1	2	3	4	5
İşbirlikli öğrenmede daha çok fikir ortaya çıkıyor.	1	2	3	4	5
Karmaşık problemlerin çözümüne yönelik düzenli planlar geliştirmede iyiyimdir.	1	2	3	4	5
Karmaşık problemleri çözmeye çalışmak eğlencelidir.	1	2	3	4	5
Zorlayıcı şeyler öğrenmeye istekliyimdir.	1	2	3	4	5
Elimdeki seçenekleri karşılaştırırken ve karar verirken kullandığım sistematik bir yöntem vardır.	1	2	3	4	5
Problemin çözümünü zihnimde canlandırma konusunda sıkıntı yaşarım.	1	2	3	4	5
Problem çözümünde X, Y gibi değişkenleri nerede ve nasıl kullanmam gerektiği konusunda sıkıntı yaşarım.	1	2	3	4	5

EK-3. Akademik Başarı Testi (Ön-Test)

Adı:
Soyadı:
Okulu:
Sınıf:

ORAN- ORANTI ve YÜZDELER BAŞARI TESTİ

1. $\frac{x}{y} = \frac{4}{8}$ ise $x=1$ iken y kaçtır?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5

2. İki sayının birbirine oranı $\frac{2}{7}$ ' dir. Büyük sayı 28 olduğuna göre küçük sayı kaçtır?

A) 7 B) 8 C) 12 D) 16

3. İpek'in 1 yılda okuduğu kitap sayısı 15, Sevgi'nin ise 9' dur. Buna göre İpek'in okuduğu kitap sayısının Sevgi'nin okuduğu kitap sayısına oranı kaçtır?

A) $\frac{9}{6}$ B) $\frac{5}{3}$ C) $\frac{6}{4}$ D) $\frac{3}{2}$

4. Bir kantindeki meyve sularının sayısının çikolata sayısına oranı $\frac{5}{9}$ 'dur. Bu kantinde 90 tane çikolata olduğuna göre kaç tane meyve suyu vardır?

A) 45 B) 50 C) 60 D) 75

5. Limonata yapmak için 45 bardak su ve 30 adet limon kullanılmaktadır. 10 adet limonla limonata yapabilmek için kaç bardak su gerekir?

A) 15 B) 10 C) 20 D) 30

6. Bir terzi her pantolon için 2 gömlek dikmektedir. Bu terzi yılda 300 pantolon ve gömlek diktiğine göre, kaç tane gömlek dikmiştir?

A) 100 B) 200 C) 150 D) 180

7. 3 işçi bir bahçedeki portakalları 40 saatte toplamaktadır. Buna göre 5 işçi kaç saatte toplar?

A) 18 B) 20 C) 21 D) 24

8. Bir sınıfta 40 öğrenci vardır. Bu öğrencilerin %60' ı erkek olduğuna göre, kız öğrenciler kaç kişidir?

A) 12 B) 16 C) 20 D) 30

9. Bir mağaza sattığı gömleğin fiyatında %15 indirim yapmıştır. İndirimli fiyatı 85 TL olan gömleğin indirim yapılmadan önceki fiyatı kaç TL' dir?

A) 95 B) 100 C) 110 D) 115

10. Arif Bey otomobiline 50 TL'lik benzin almıştır. Ücretin % 10' u KDV olduğuna göre, kaç TL' lik benzin almıştır?

A) 25 B) 30 C) 45 D) 50

11. Bir kasadaki elmaların %45' i 27 elmadır. Bu kasada kaç elma vardır?

A) 50 B) 56 C) 60 D) 72

12. Bir çiftlikte 200 hayvan vardır. Bu hayvanların %35' inin inek olduğu bilinmektedir. Buna göre çiftlikteki inek sayısı kaçtır?

A) 70 B) 80 C) 85 D) 90

13. Bir okulda 180 kız, 220 erkek öğrenci bulunmaktadır. Kız öğrenciler okuldaki tüm öğrencilerin yüzde kaçdır?

A) 45 B) 55 C) 60 D) 65

14. Satış fiyatı 150 TL olan çantaya sezon sonunda %30 indirim yapılmıştır. Bu çantanın indirimli fiyatı kaç TL' dir?

A) 95 B) 100 C) 105 D) 110

15. 12 kilogram domates, 25 kilogram domatesin yüzde kaçdır?

A) 45 B) 48 C) 88 D) 96

Başarılar

Sınav Süresi: 40 dk

Ek-4. Akademik Başarı Testi (Son-Test)

Adı:
Soyadı:
Okulu:
Sınıfı:

ORAN- ORANTI ve YÜZDELER BAŞARI TESTİ

1. $\frac{x}{y} = \frac{3}{9}$ ise $x=1$ iken y kaçtır?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5

2. İki sayının birbirine oranı $\frac{2}{5}$ ' dir. Büyük sayı 30 olduğuna göre küçük sayı kaçtır?

A) 7 B) 8 C) 12 D) 16

3. İpek'in 1 yılda okuduğu kitap sayısı 21, Sevgi'nin ise 9' dur. Buna göre Sevgi'nin okuduğu kitap sayısının İpek'in okuduğu kitap sayısına oranı kaçtır?

A) $\frac{3}{7}$ B) $\frac{5}{3}$ C) $\frac{7}{6}$ D) $\frac{3}{2}$

4. Bir kantindeki meyve sularının sayısının çikolata sayısına oranı $\frac{5}{9}$ 'dur. Bu kantinde 54 tane çikolata olduğuna göre kaç tane meyve suyu vardır?

A) 15 B) 20 C) 25 D) 30

5. Limonata yapmak için 50 bardak su ve 30 adet limon kullanılmaktadır. 15 adet limonla limonata yapmak için kaç bardak su gerekir?

A) 10 B) 20 C) 25 D) 35

6. Bir terzi her pantolon için 2 gömlek dikmektedir. Bu terzi yılda 300 pantolon ve gömlek diktiğine göre, kaç tane pantolon dikmiştir?

A) 100 B) 200 C) 150 D) 180

7. 12 işçi bir bahçedeki portakalları 30 saate toplamaktadır. Buna göre 15 işçi kaç saatte toplar?

A) 18 B) 20 C) 21 D) 24

8. Bir sınıfta 30 öğrenci vardır. Bu öğrencilerin %40' ı kız olduğuna göre, erkek öğrenciler kaç kişidir?

A) 12 B) 16 C) 18 D) 20

9. Bir mağaza sattığı gömleğin fiyatında %20 indirim yapmıştır. İndirimli fiyatı 80 TL olan gömleğin indirim yapılmadan önceki fiyatı kaç TL' dir?

A) 95 B) 100 C) 110 D) 115

10. Arif Bey otomobili 250 TL'lik benzin almıştır. Ücretin % 10' u KDV olduğuna göre, kaç TL' lik benzin almıştır?

A) 225 B) 230 C) 235 D) 245

11. Bir kasadaki elmaların %45' i 90 elmadır. Bu kasada kaç elma vardır?

A) 50 B) 100 C) 140 D) 200

12. Bir çiftlikte 300 hayvan vardır. Bu hayvanların %35' inin koyun olduğu bilinmektedir. Buna göre çiftlikteki koyun sayısı kaçtır?

A) 75 B) 90 C) 105 D) 150

13. Bir okulda 240 kız, 260 erkek öğrenci bulunmaktadır. Kız öğrenciler okuldaki tüm öğrencilerin yüzde kaçdır?

A) 45 B) 48 C) 52 D) 65

14. Satış fiyatı 90 TL olan çantaya sezon sonunda %30 indirim yapılmıştır. Bu çantanın indirimli fiyatı kaç TL' dir?

A) 63 B) 72 C) 85 D) 87

15. 9 kilogram elma, 45 kilogram elmanın yüzde kaçdır?

A) 5 B) 10 C) 15 D) 20

Başarılar

Sınav Süresi: 40 dk

Ek-5. Türk Bayrağı Uygulamasına Ait Öğrenme Günlüğü

ÖĞRENME GÜNLÜĞÜ – 1

ARAŞTIRMA SÜRECİ

Türk Bayrağı tasarımıyla ilgili edindiğiniz genel bilgileri yazınız

Bir ürün tasarlarken belirli standartların temel alınması neden önemlidir?

ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ

Oran – Orantı konusunu öğrenmekte zorlanıyor musun? Türk Bayrağı etkinliğinin bu konuda öğrenmeni nasıl etkilediğini düşünüyorsun?

Bilgisayar Destekli Türk Bayrağı etkinliği hakkında genel olarak ne düşünüyorsun? En çok / en az hangi yönünü sevdin?

Türk Bayrağı etkinliğini diğer ders etkinlikleriyle karşılaştırdığında senin açıdan benzerlikler ve farklılıklar neler?

Türk Bayrağı etkinliğinde veya bilgisayar destekli uygulamada yaşadığın aksilikler nelerdir?

Ek-6. Meyve Salatası Uygulamasına Ait Öğrenme Günlüğü

ÖĞRENME GÜNLÜĞÜ – 2

ARAŞTIRMA SÜRECİ

Dengeli beslenmeyle ilgili edindiğiniz genel bilgileri yazınız.

Vitaminlerle ilgili edindiğiniz genel bilgileri yazınız. Hangi meyvede hangi vitaminlerin bulunduğunu yazınız.

ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ

Oran-Orantı/ Yüzdelere konularını öğrenmekte zorlanıyor musun? Meyve salatası etkinliğinin bu konuda öğrenmeni nasıl etkilediğini düşünüyorsun?

Bilgisayar Destekli meyve salatası etkinliği hakkında genel olarak ne düşünüyorsun? En çok / en az hangi yönünü sevdi?

Meyve salatası etkinliğini diğer ders etkinlikleriyle karşılaştırdığında senin açısından benzerlikler ve farklılıklar neler?

Meyve salatası etkinliğinde veya bilgisayar destekli uygulamada yaşadığın aksilikler nelerdir?

Ek-7. Ev Isı Yalıtımı Uygulamasına Ait Öğrenme Günlüğü

ÖĞRENME GÜNLÜĞÜ –3

ARAŞTIRMA SÜRECİ

Isı yalıtımı neden gereklidir?

Isı yalıtım hesapları kimler tarafından nasıl yapılır?

Isı yalıtım malzemelerini aşağıdaki tabloya göre listeleyiniz

Yalıtım Malzemesi Adı	Kullanım Ömrü	Maliyet	Zararlı / Zararsız	Kullanım Alanları	Yanma Özelliği
Strafor Köpük					
Ahşap					
Cam Yünü					
Silikon Yünü					
Katran					
Taş Yünü					

ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ

Oran-Orantı/ Yüzdelemler konularını öğrenmekte zorlanıyor musun? Isı yalıtımı etkinliğinin bu konuda öğrenmeni nasıl etkilediğini düşünüyorsun?

Bilgisayar Destekli ısı yalıtımı etkinliği hakkında genel olarak ne düşünüyorsun? En çok / en az hangi yönünü sevdin?

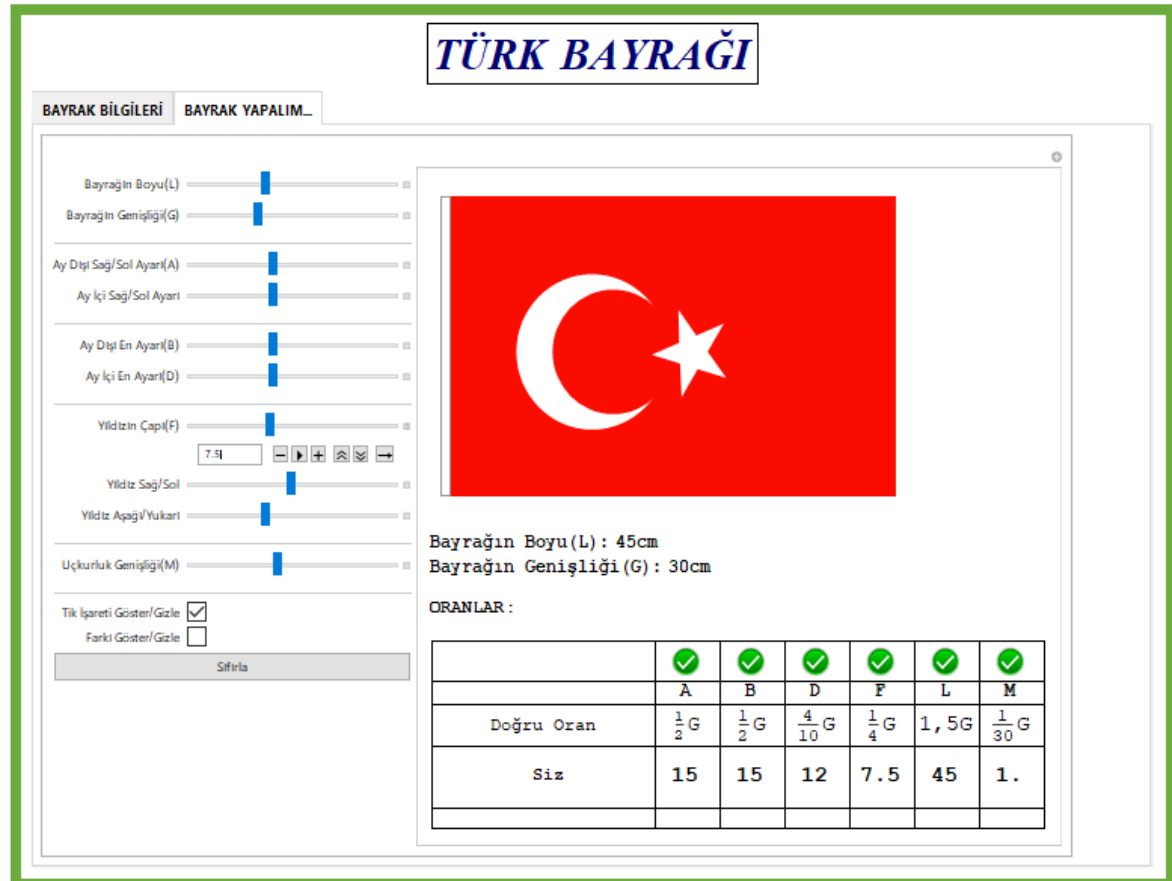
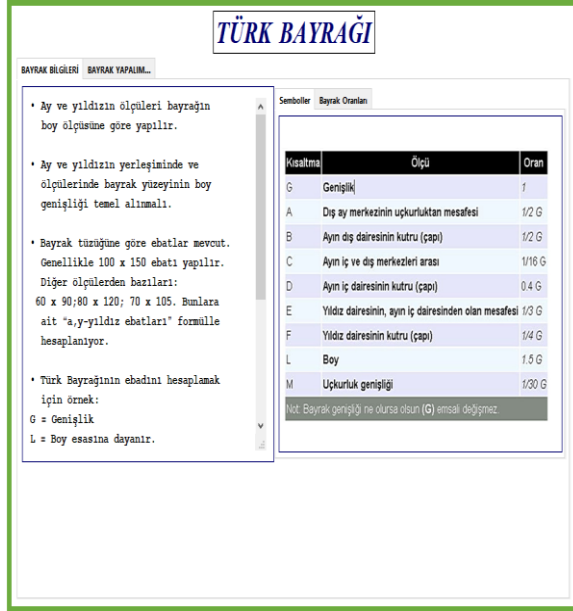
Ev yalıtımı etkinliğini diğer ders etkinlikleriyle karşılaştırdığında senin açıdan benzerlikler ve farklılıklar neler?

3 Boyutlu yazıcı ile çalışmak hakkında ne düşünüyorsun?

Ev yalıtımı etkinliğinde veya bilgisayar destekli uygulamada yaşadığın aksilikler nelerdir?

EK-8. Türk Bayrağı Uygulaması

Oran – Orantı ünitesi kazanımlarına yönelik hazırlanan bilgisayar destekli STEM uygulamaları kapsamında geliştirilen Türk Bayrağı uygulaması ekran görüntüleri sunulmaktadır.



EK-9. Meyve Salatası Uygulaması

Oran – Orantı ve yüzdeler ünitesi kazanımlarına yönelik hazırlanan bilgisayar destekli STEM uygulamaları kapsamında geliştirilen meyve salatası yapma uygulaması ekran görüntüleri sunulmaktadır.

MEYVE SALATASI



GİRİŞ Erkek Kız

MEYVE SALATASI

9-13 Yaş erkek günlük kalori ihtiyacı: 1800 kalori
9-13 Yaş kız günlük kalori ihtiyacı: 1600 kalori

Ece, günlük kalori ihtiyacının %85 ini gün içinde almıştır. Ancak akşam meyve yemek istemektedir.

Ece'nin kilo alması için hazırlayacağı meyve salatasında kullanabileceği meyve oranlarını kendinize göre ayarlayınız.

Not 1: Ece bu meyvelerin hepsinden salatasına katmak istiyor.
Not 2: Ece nin her akşam içtiği bir bardak sütü veya ayranı unutmayınız.

⇒ 1 kutu süt 1400 kalori.
⇒ 1 bardak süt bir kutu sütün % 20 i kadardır.
⇒ 1 kutu ayran 1000 kalori.
⇒ 1 bardak ayran bir kutu sütün % 20 i kadardır.

Portakal(100 gr) : 25 kalori
Elma(100 gr) : 40 kalori
Kivi(100 gr) : 50 kalori
Muz(100 gr) : 80 kalori

GİRİŞ Erkek Kız

Standart Alınan Kalori(%) Genel Kalori Farkını Göster/Gizle ☐

Meyve Gram Ayarları

Portakal

Elma

Kivi

Muz

Meyve Gram Kalori Hesaplama

Portakal için

Elma için

Kivi için

Muz için

Süt ve Ayran Kalori Hesaplama

Süt için

Ayran için

Cevabı Göster/Gizle ☐

Portakal: 10 Gram
Elma : 10 Gram
Kivi : 10 Gram
Muz : 10 Gram

10 Gram Portakal 10 kalordir.
10 Gram Elma 10 kalordir.
10 Gram Kivi 10 kalordir.
10 Gram Muz 10 kalordir.

1 kutu Sütün %25'isi 10 kalordir.
1 kutu Ayranın %25'i 10 kalordir.

1 bardak süt için

1 bardak ayran için

1 bardak Süt = 280 Kalori
Standart Alınan Kalori: 470 = 1260 Kalori
Toplam Alınan Kalori: 1559 Kalori

GİRİŞ Erkek Kız

Standart Alınan Kalori(%) Genel Kalori Farkını Göster/Gizle ☐

Meyve Gram Ayarları

Portakal

Elma

Kivi

Muz

Meyve Gram Kalori Hesaplama

Portakal için

Elma için

Kivi için

Muz için

Süt ve Ayran Kalori Hesaplama

Süt için

Ayran için

Cevabı Göster/Gizle ☐

Portakal: 10 Gram
Elma : 10 Gram
Kivi : 10 Gram
Muz : 10 Gram

10 Gram Portakal 10 kalordir.
10 Gram Elma 10 kalordir.
10 Gram Kivi 10 kalordir.
10 Gram Muz 10 kalordir.

1 kutu Sütün %25'isi 10 kalordir.
1 kutu Ayranın %25'i 10 kalordir.

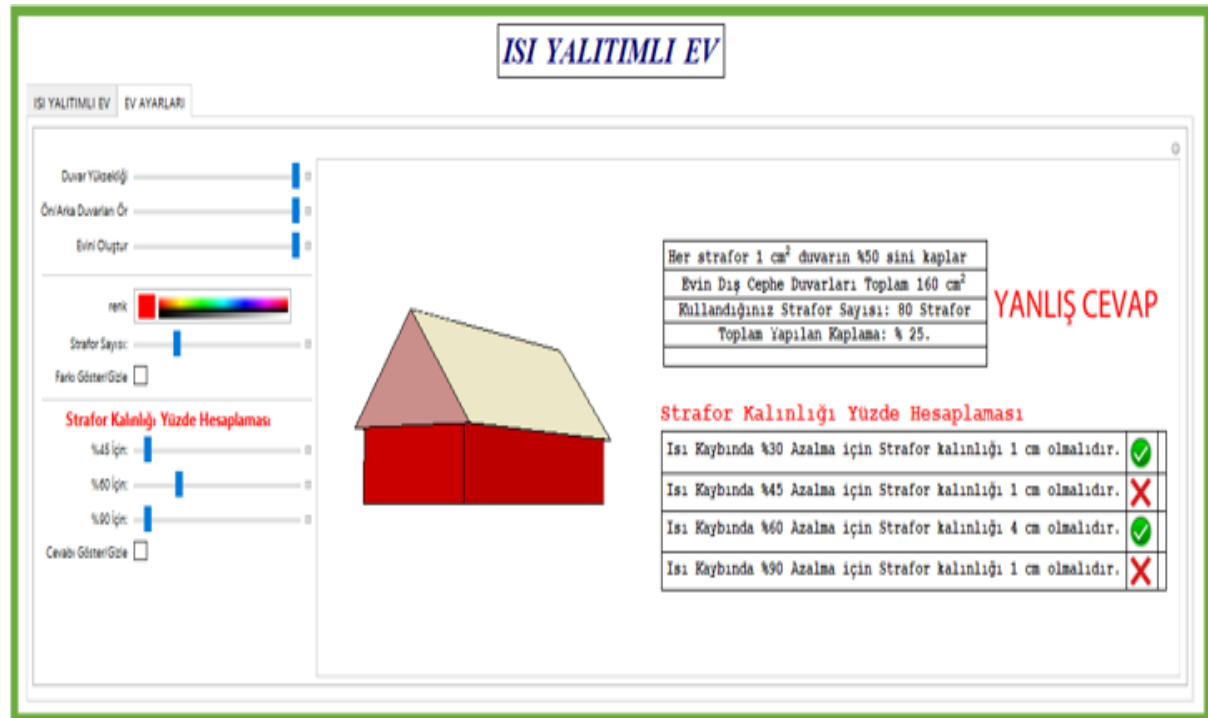
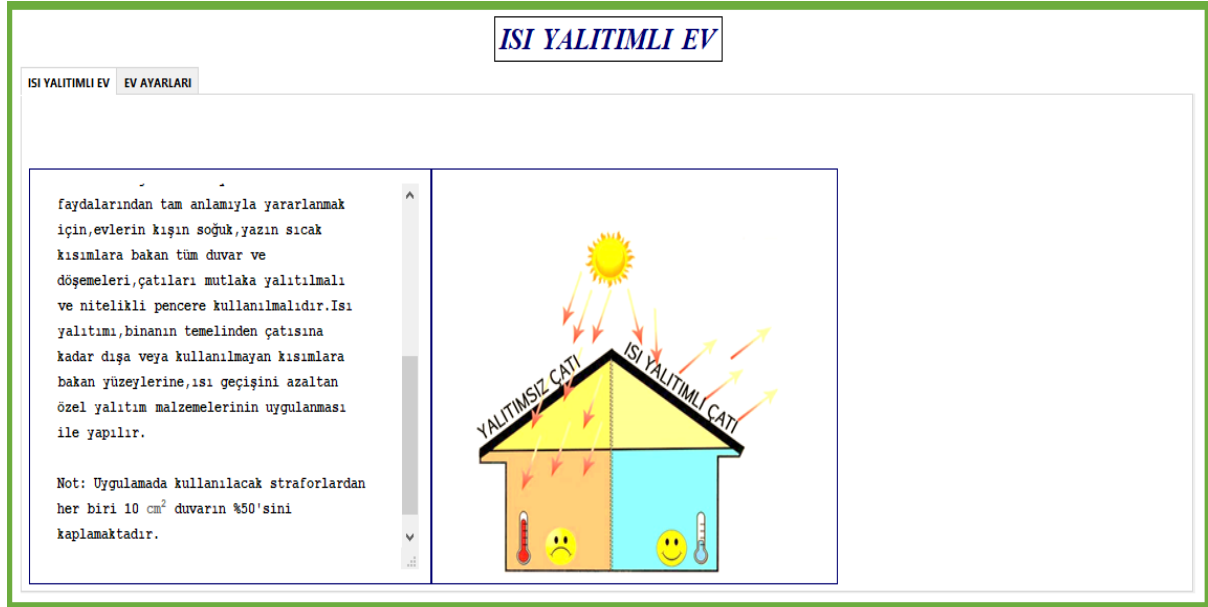
1 bardak süt için

1 bardak ayran için

1 bardak Süt = 280 Kalori
Standart Alınan Kalori: 470 = 1120 Kalori
Toplam Alınan Kalori: 1419 Kalori

EK-10. Ev Isı Yalıtımı Uygulaması

Oran – Orantı ve yüzdeler ünitesi kazanımlarına yönelik hazırlanan bilgisayar destekli STEM uygulamaları kapsamında geliştirilen meyve salatası yapma uygulaması ekran görüntüleri sunulmaktadır.



TETRA MATEMATİK AKADEMİ (@HER HAKKI SAKLIDIR)

EK-11. Pilot Uygulamada Kullanılan Öğrenme Nesneleri

YÜZDE

Yüzde şeklinde yazılan sayıların sadeleştirilmiş halini gösteren adımları takip ederek yan tarafta alıştırmayı yapabilirsiniz.

yüzde

Ondalık sayı ile göster ☐

$50\% = \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$

Oranları Yüzdeye Dönüştürme

Yüzde Dönüşümü

Paydası yüz olmayan kesirleri yüzdeye çevirirken payda genişletilerek yada sadeleştirilerek 100 yapılır.

Örnekler

$3/20 = 5$ ile genişletiyoruz
 $= 15/100 = \text{yüzde } 15 = \% 15$

$12/50 = 2$ ile genişletiyoruz
 $= 24/100 = \text{yüzde } 24 = \% 24$

$45/500 = 5$ ile sadeleştiriyoruz
 $= 9/100 = \text{yüzde } 9 = \% 9$

Kendi belirlediğiniz sayılarla yan tarafta benzer alıştırmalar yapabilirsiniz.

Pay

Payda

$\frac{34}{91} = ? \%$

$\frac{34}{91} \geq \frac{?}{100}$

$3400 = ? \times 91$

$? \% = \frac{3400}{91} \% \approx 37.36\%$

YÜZDE HESABI

Belirlediğiniz sayı ve yüzdeliklerle sayının yüzdesini belirleme alıştırmalarını yan tarafta yapabilirsiniz.

Yüzde

Sayı

$70\% \cdot 300$

$= 0.7 \times 300$

$= ?$

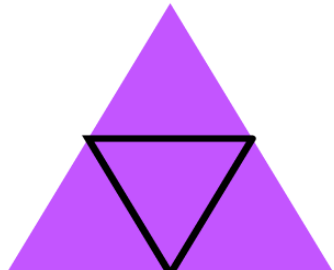
Cevabı Göster ☐

şekil

bölmeler

renk

dört eşit parça



EK-12. Kontrol Gurubunda Kullanılan Öğrenme Nesneleri

Kesirleri, Ondaklıkları ve Yüzdeleri Karşılaştırma

1 2 3 4

Sayı değeri

Model	Kesir	Ondalık	yüzde
	$\frac{119}{100}$	1.19	119%

"TURTA"

TAM YARIM ÇEYREK %100 %75 %50 %25

Tercih: ☐ simonlu ☐ çikletli ☐ elmali

yenmiş kısım $\frac{1}{4} = 0.25$

yenmemiş kısım $\frac{3}{4} = 0.75$

YÜZDE ORANI

YÜZDE

Yüzde şeklinde yazılan sayının ondalık gösterimini bulalım

yüzde

Ondalık sayı ile göster

$250\% = \frac{250}{100} = 2.5$

Yüzdenin Değişimi

Sağ dikdörtgenin genişliği

Sol dikdörtgenin genişliği

Değişim yüzdesi = $\frac{\text{Değişim Miktarı}}{\text{Orijinal Miktarı}} \times 100 =$

$\frac{2.8 - 0.74}{0.74} \times 100\% =$

278.378%

Oranları Keşfetelim

Oran

En küçük oranı bulmak için sadeleştirme işlemi yapılır. Bu esnada kesrin pay ve paydası aynı sayıya bölünür. Bu işlemleri yan tarafta alıştırma yaparak anlamaya çalışalım.

değer

ondalık

ondalık	0.5
kesir	$\frac{5}{10}$
sadeleştirme	Pay ve payda bölen 5
Sadeleştirilmiş kesir	$\frac{1}{2}$

Oranların Grafiklerle Gösterimi

PASTA GRAFİĞİ

Yan tarafta oranları grafiğe yansıtan bir alıştırma yer almaktadır.

Oranları ve çarpmanı değiştirdiğinde pasta grafiklerinin içindeki dolu ve boş kısımlar değişecektir.

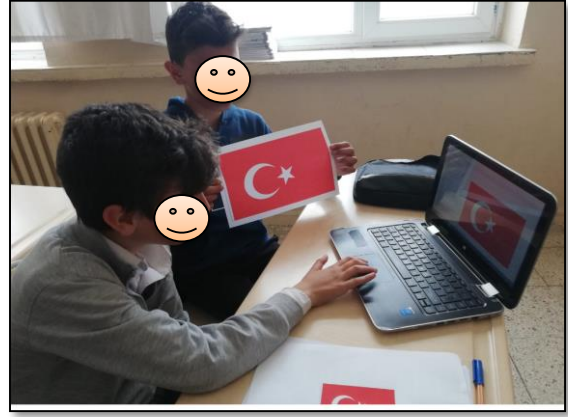
pay 5

payda 6

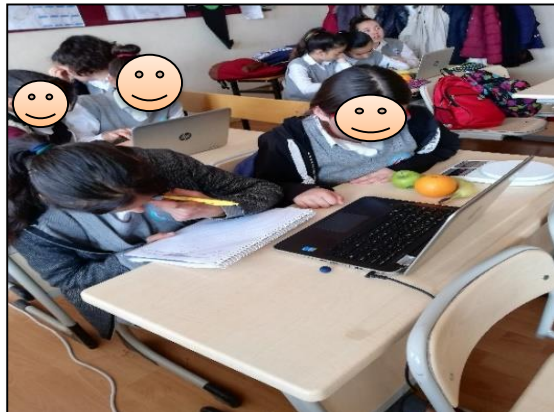
çarpım 2

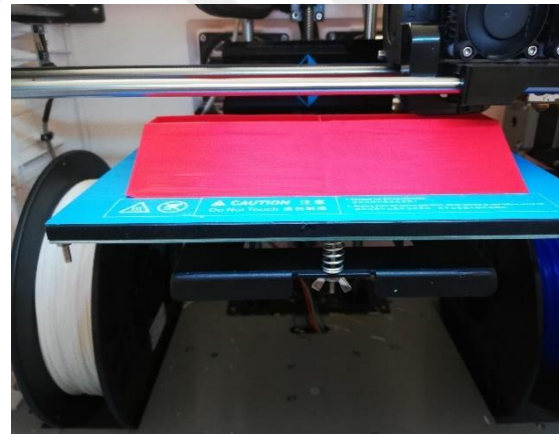
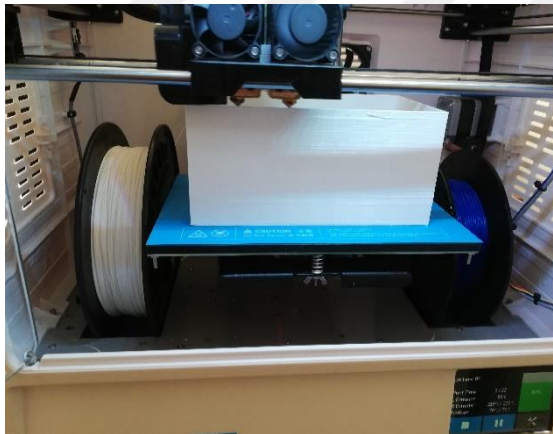
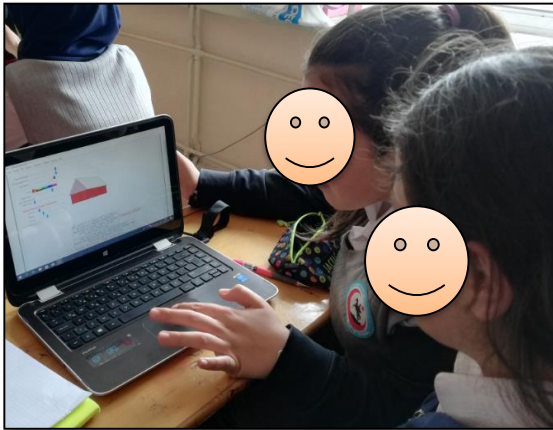
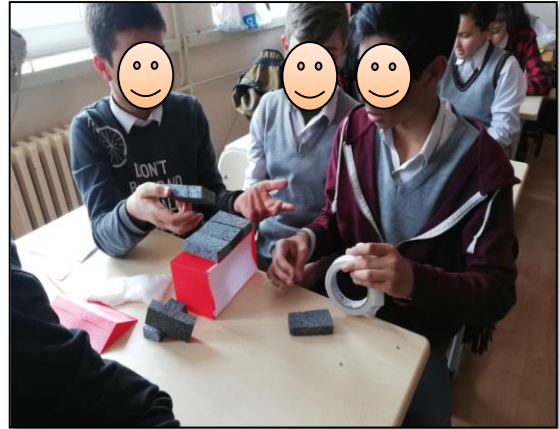
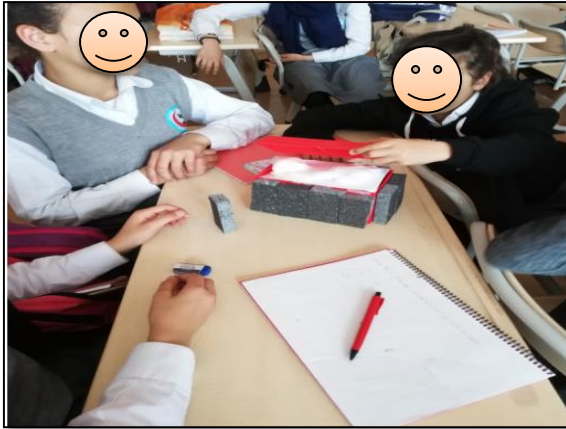
$\frac{5}{6} \times \frac{2}{2} = \frac{5 \times 2}{6 \times 2} = \frac{10}{12}$

EK-13. Uygulamalardan Görüntüler

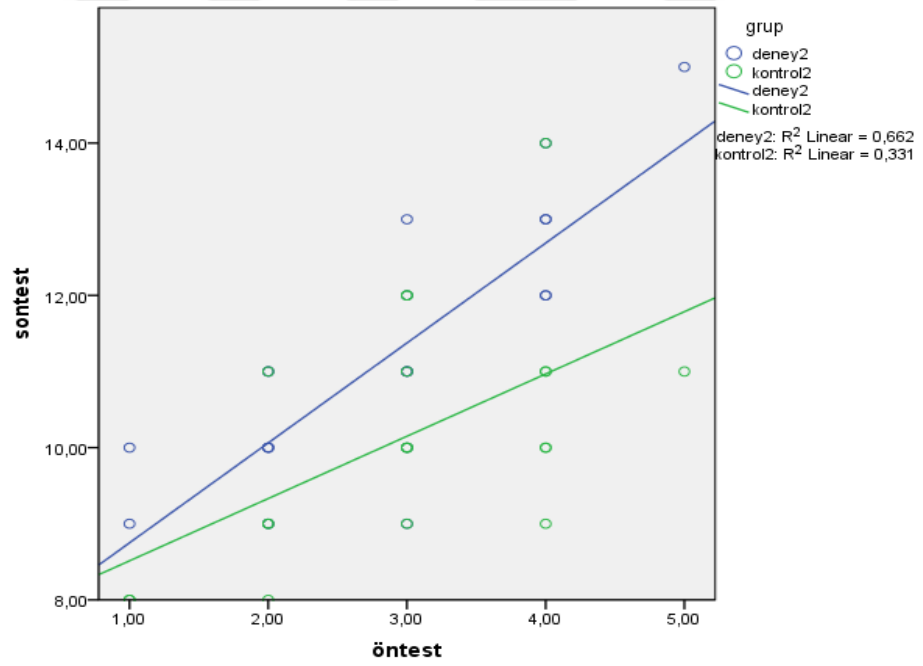
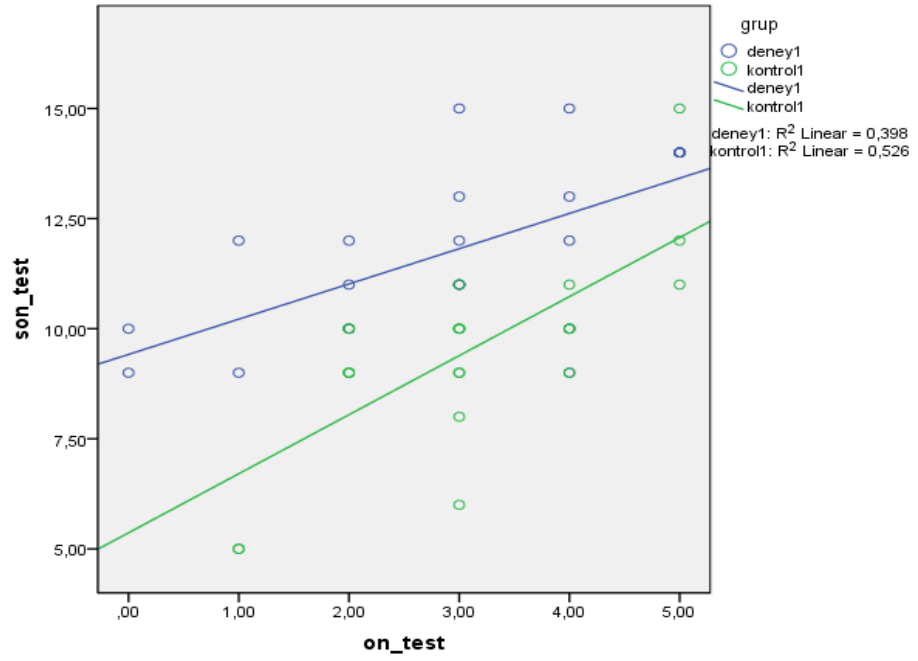


• Kiwi kullanmadık
• Muz 192 gram 153,6 kalori geldi biz 100 grama indirdik 80 kalori yaptık
• Portakal 236 gram 59 kalori geldi
• Elma 174 gram 69,6 kalori geldi biz 100 grama indirdik 80 kalori yaptık
Kız ideal kilosunda kaldı yani günde 1584 kalori almış oldu

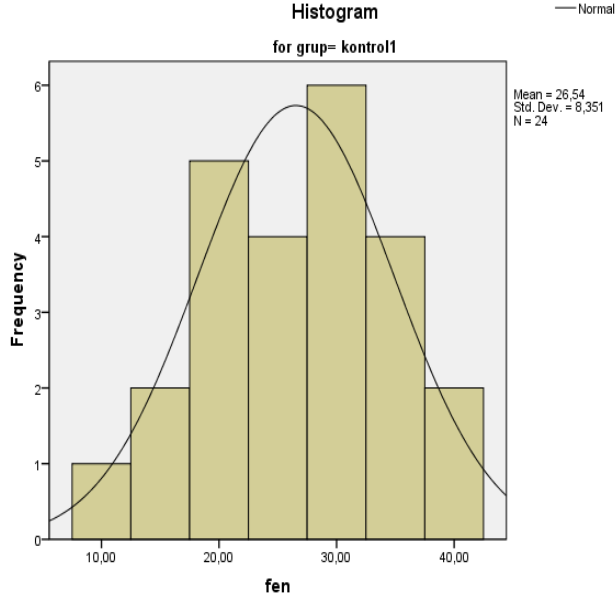
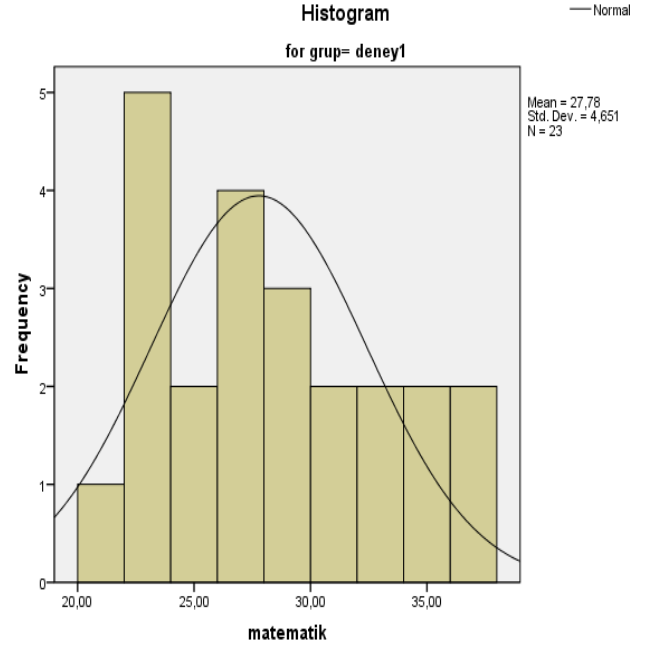
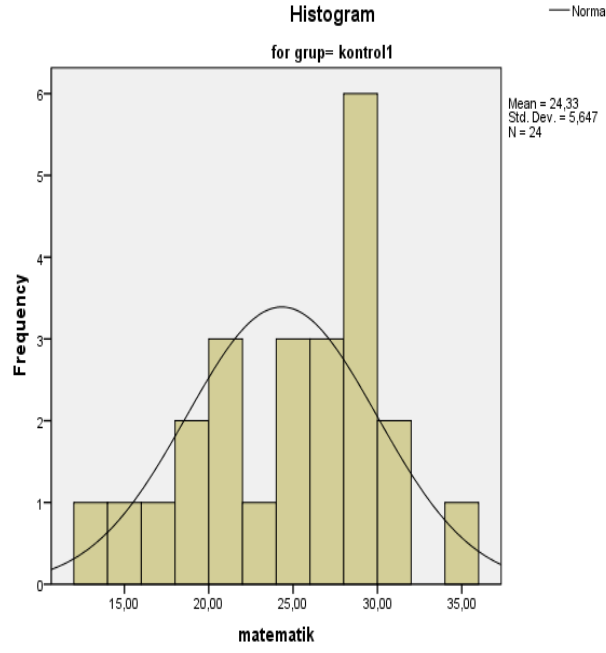


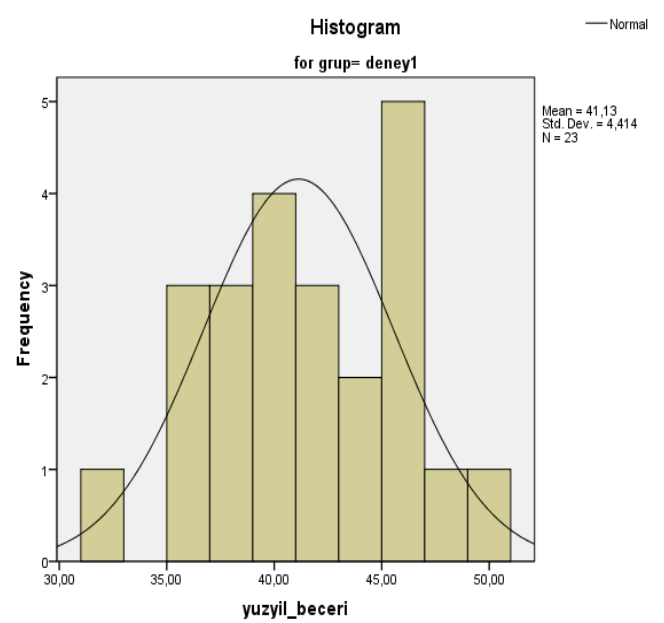
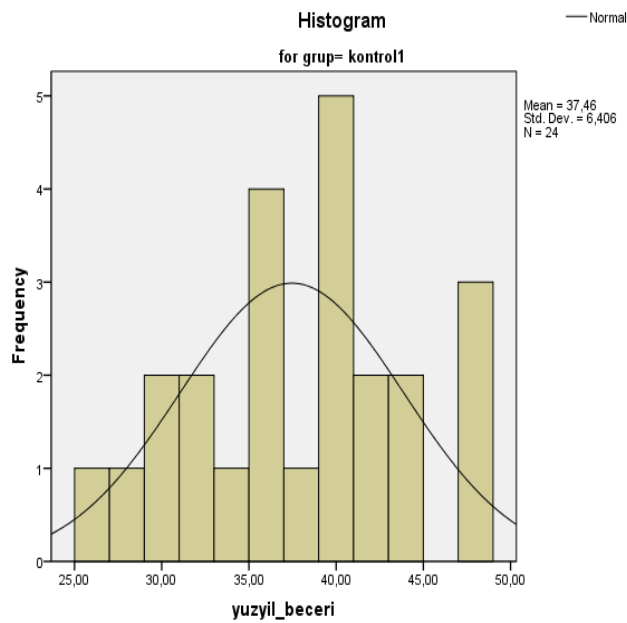
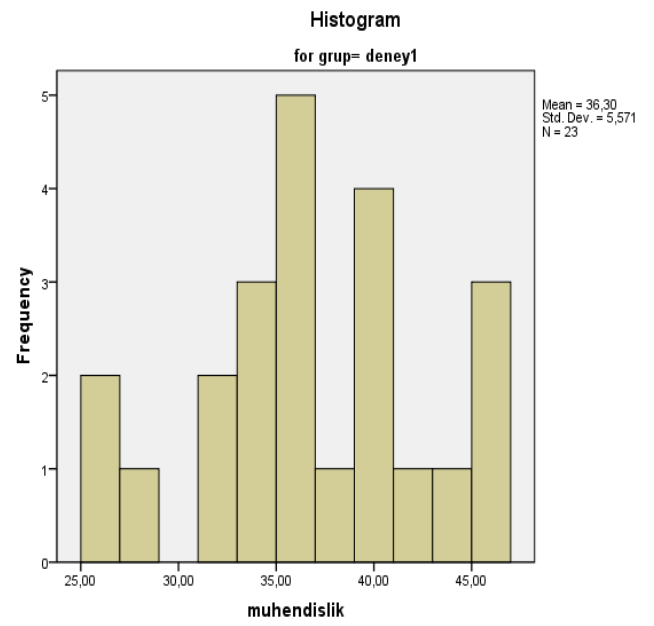
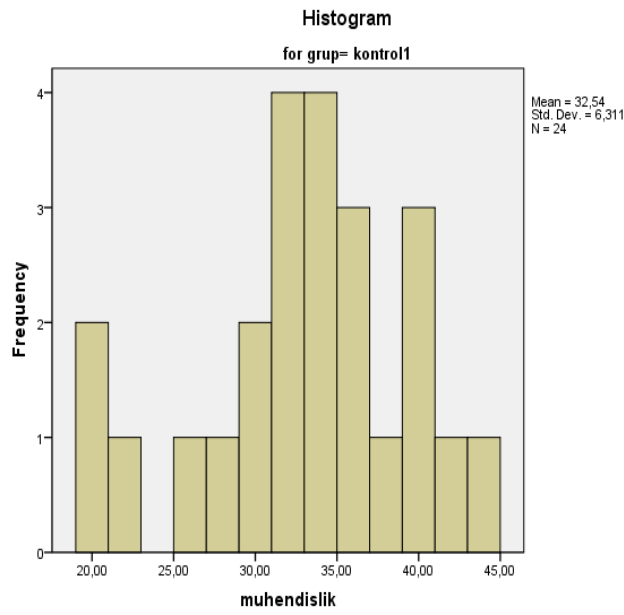


EK-14. Okul 1 ve Okul 2'ye Ait ANCOVA Analizi Doğrusal İlişki Grafikleri

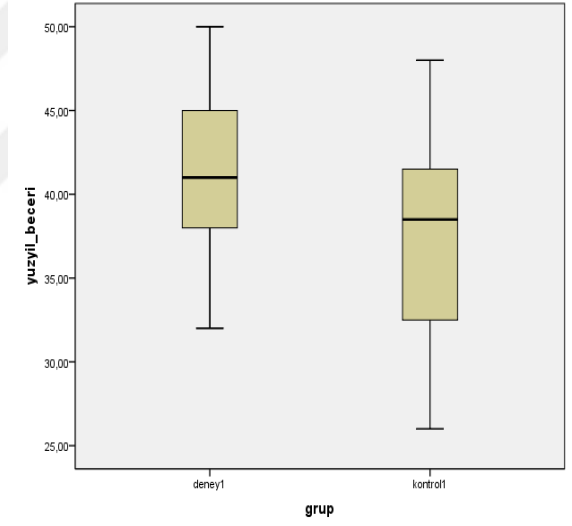
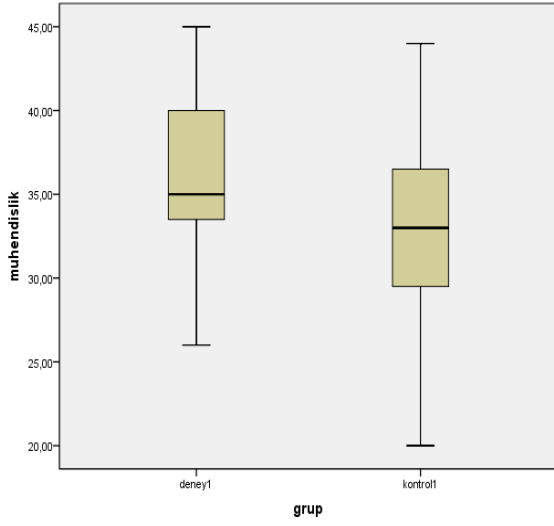
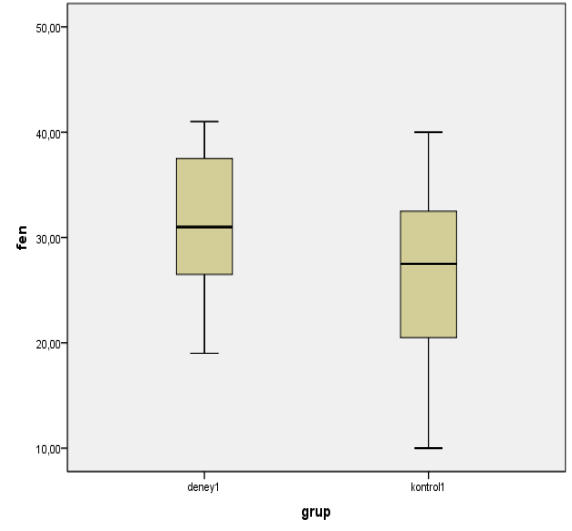
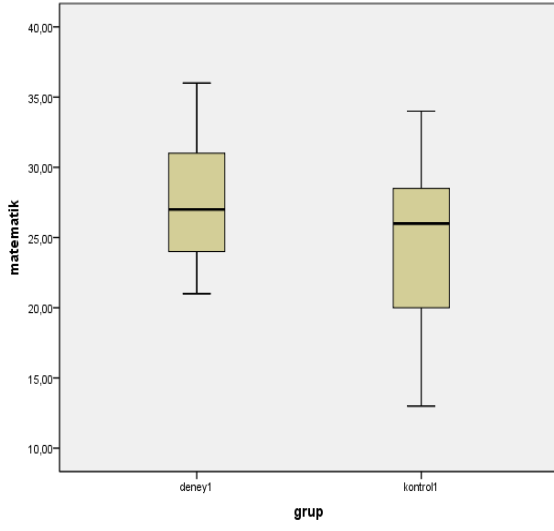


EK-15. Okul 1'e Ait STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği Normallik Analizi Grafikleri

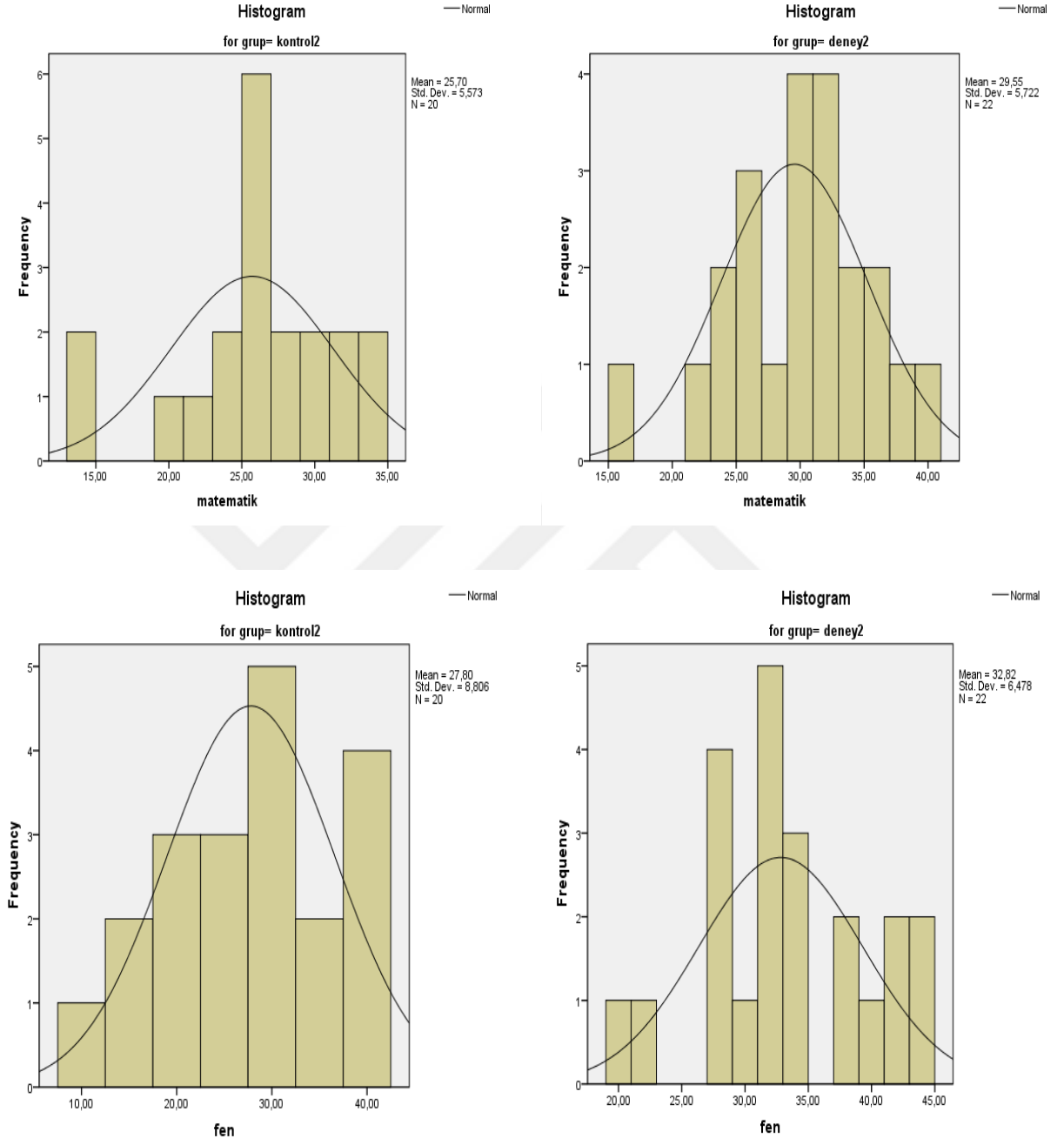


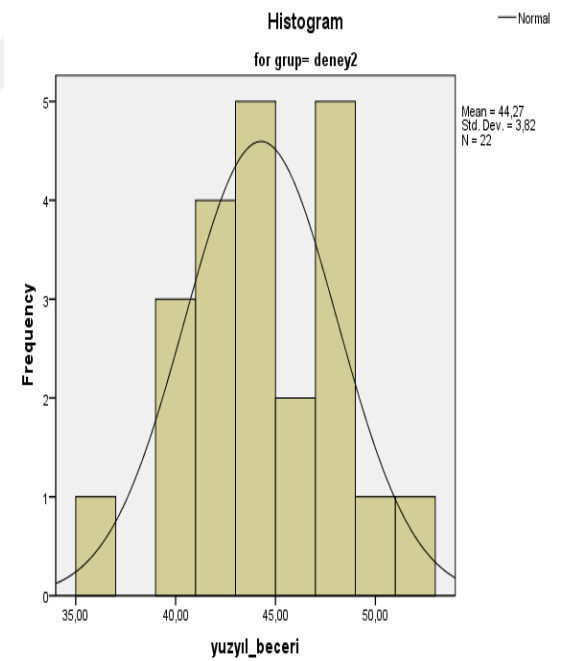
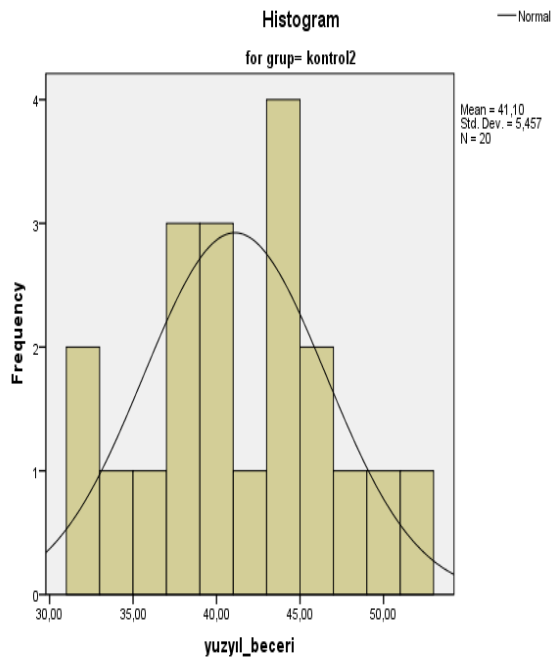
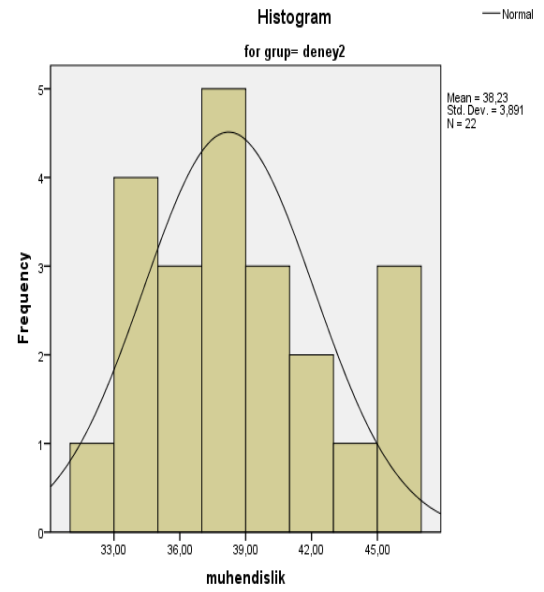
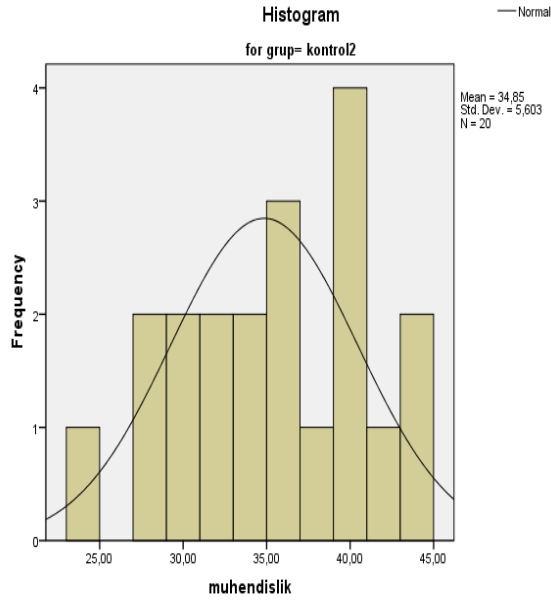


EK-16. Okul 1'e Ait STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği Box-Plot Grafikleri

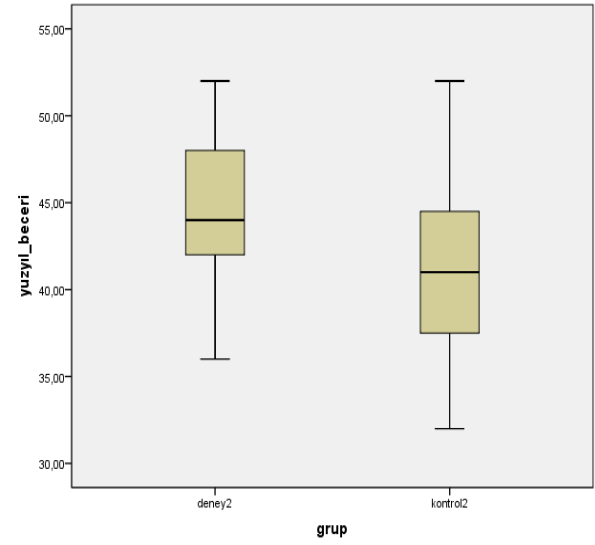
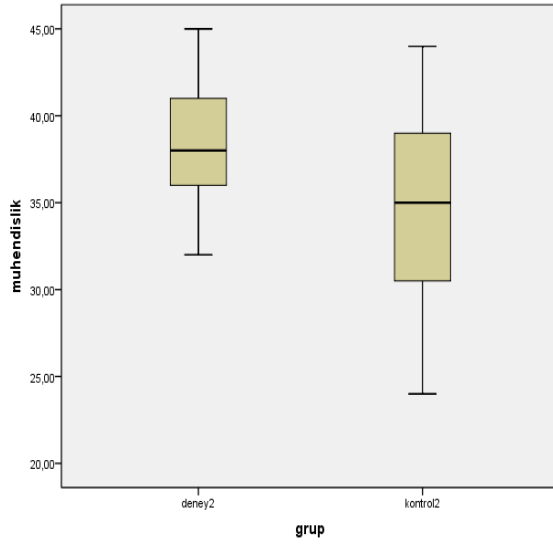
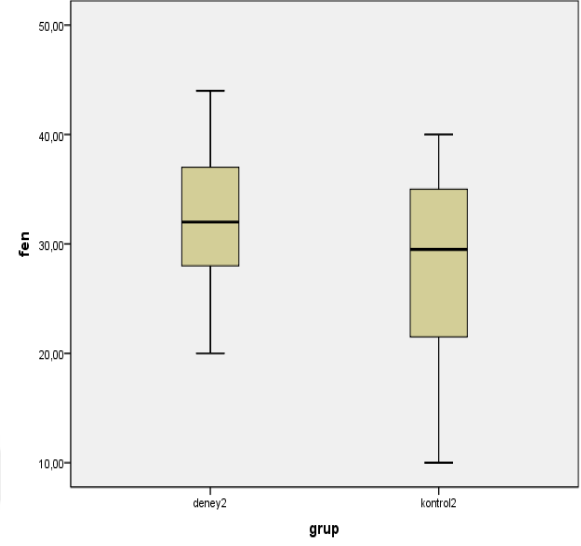
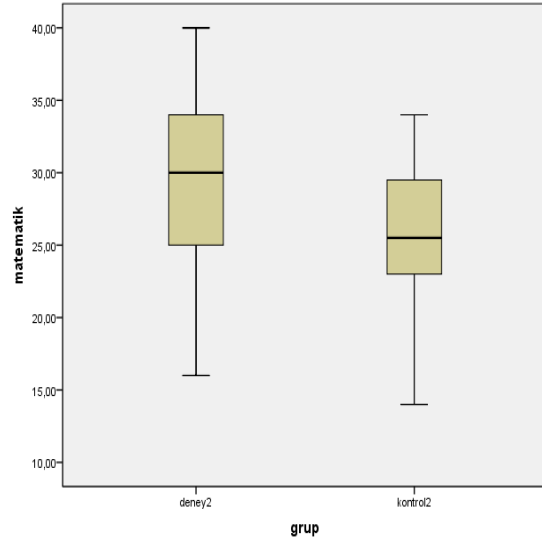


EK-17. Okul 2'ye Ait STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği Normallik Analizi Grafikleri

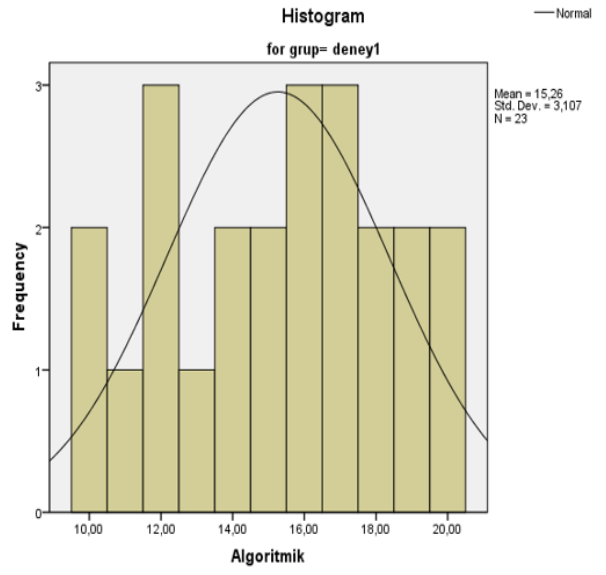
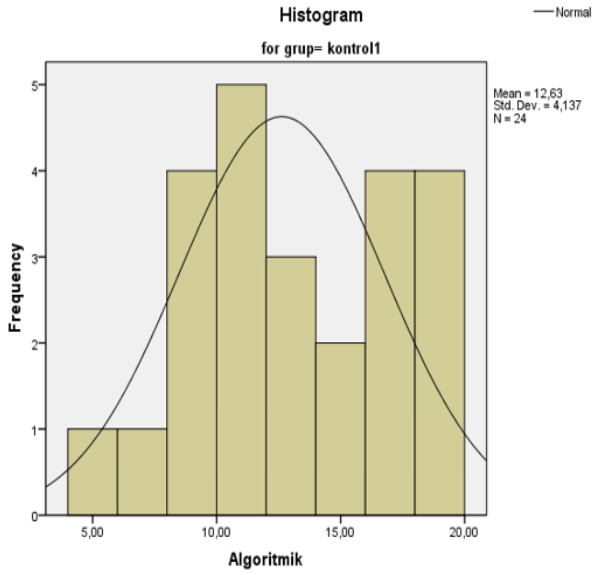
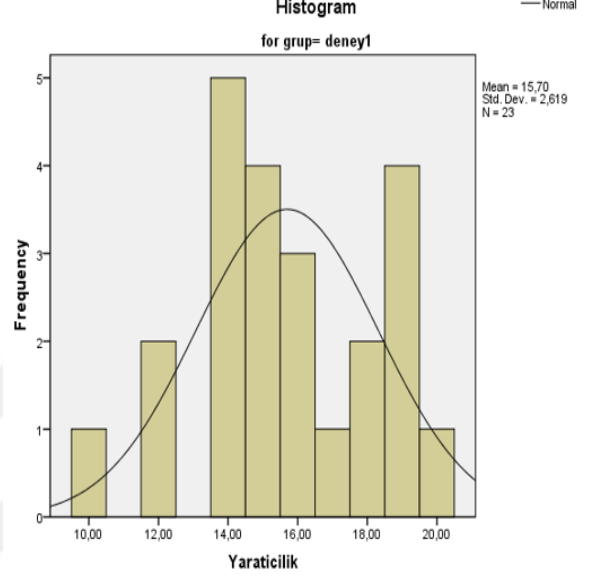
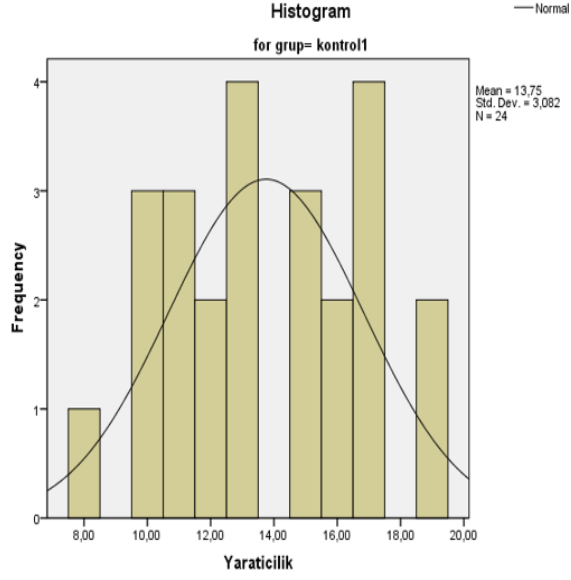


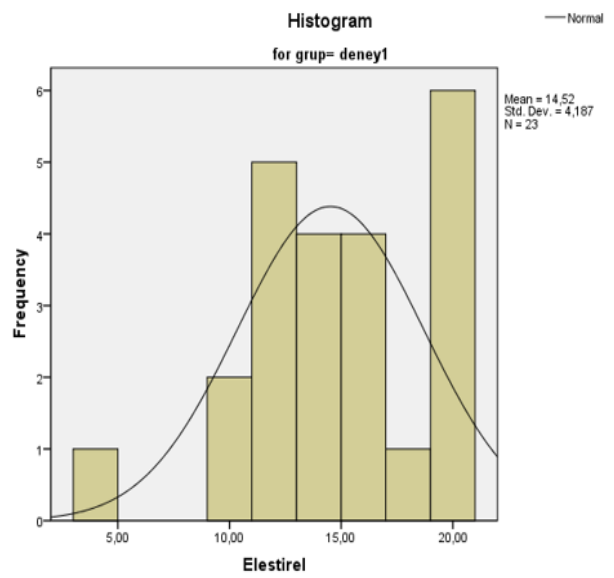
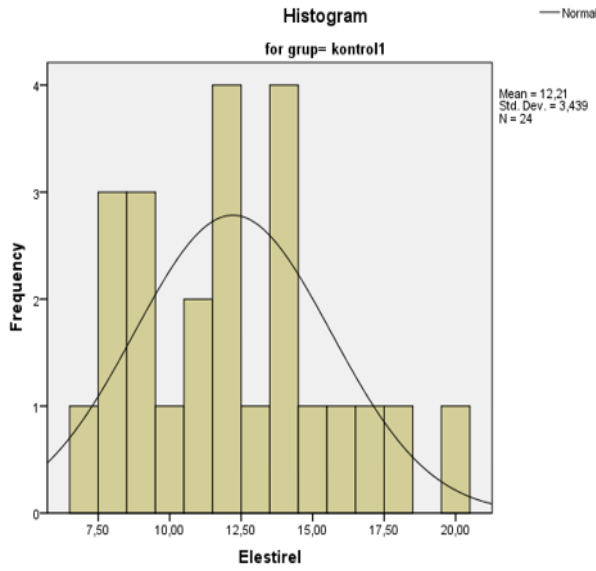
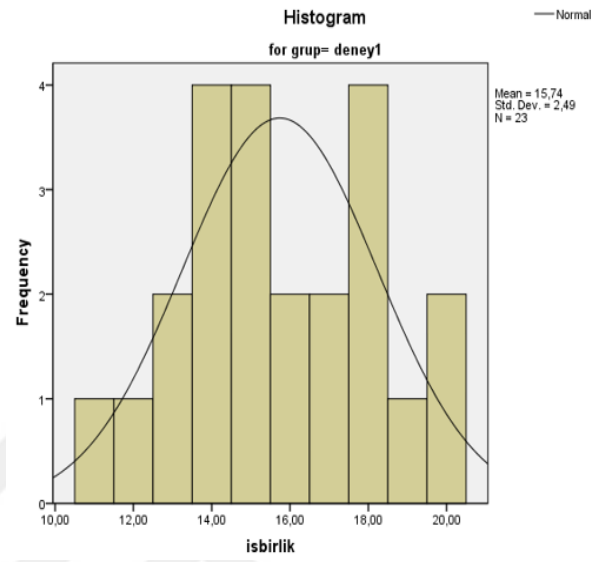
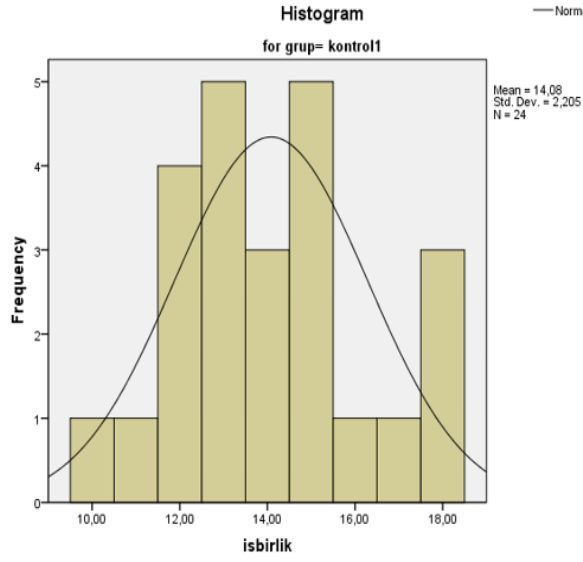


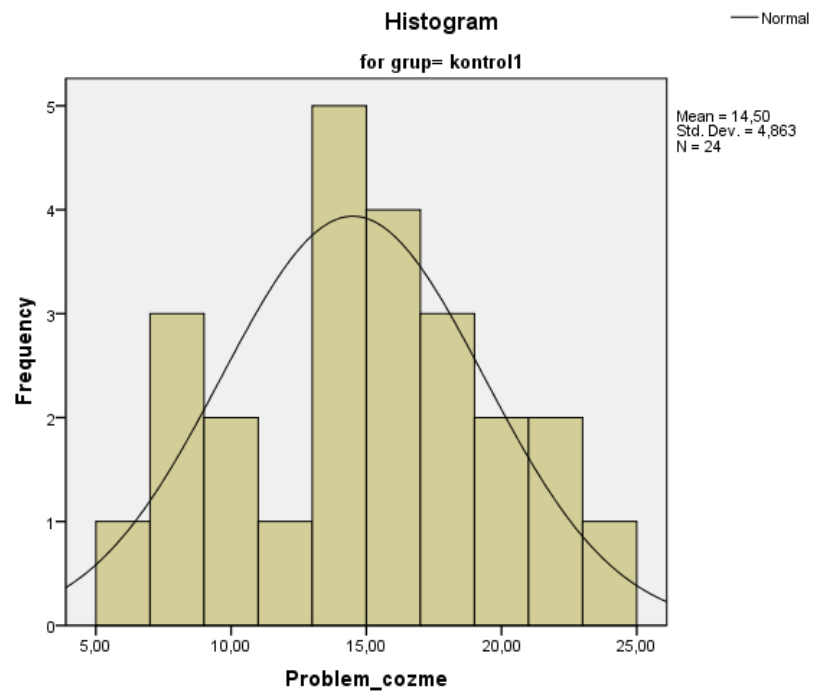
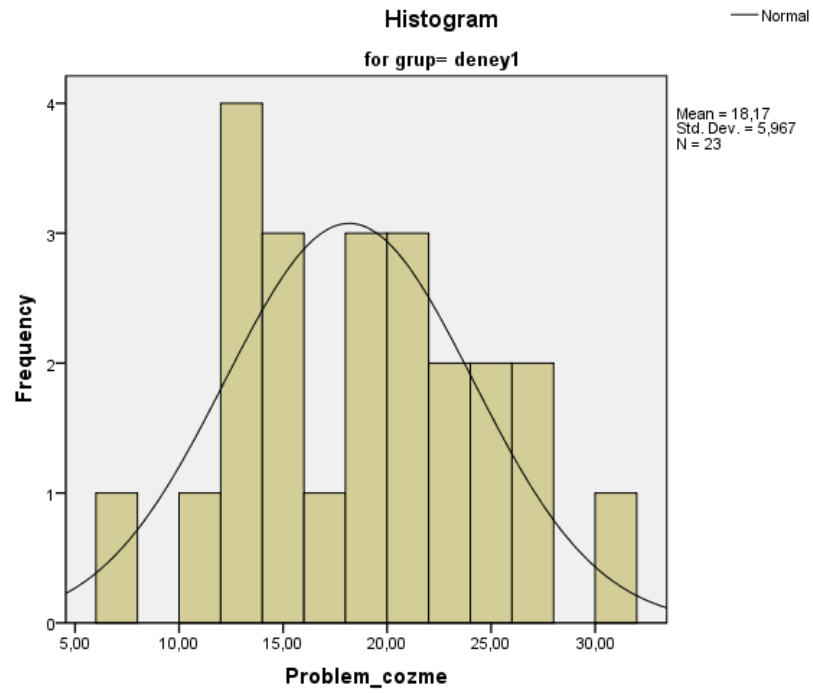
EK-18. Okul 2'ye Ait STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği Box-Plot Grafikleri



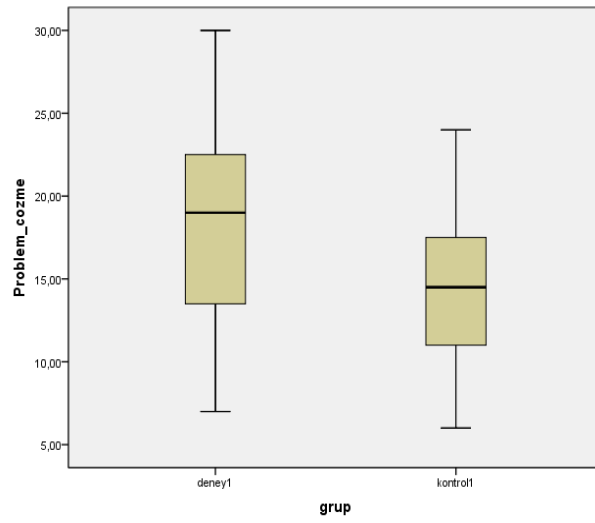
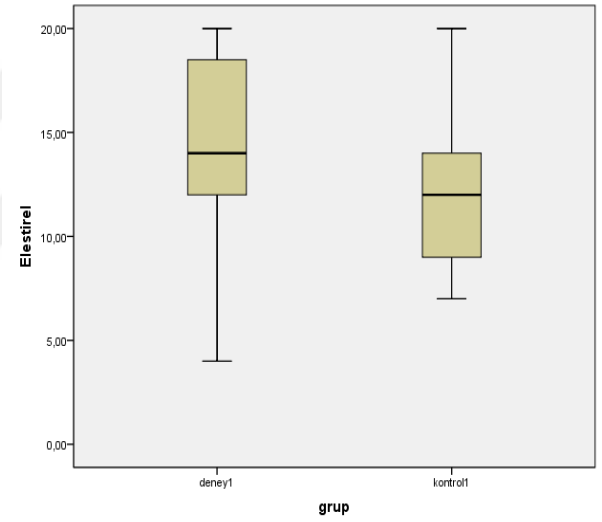
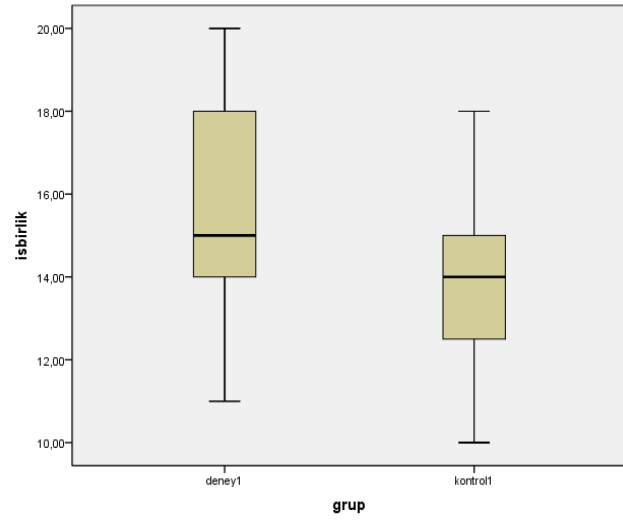
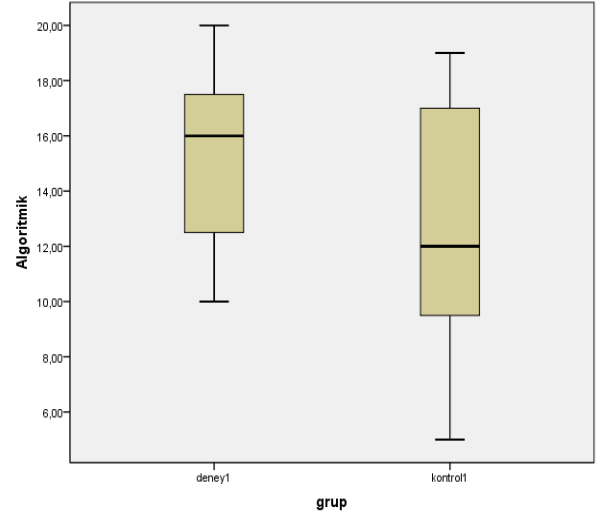
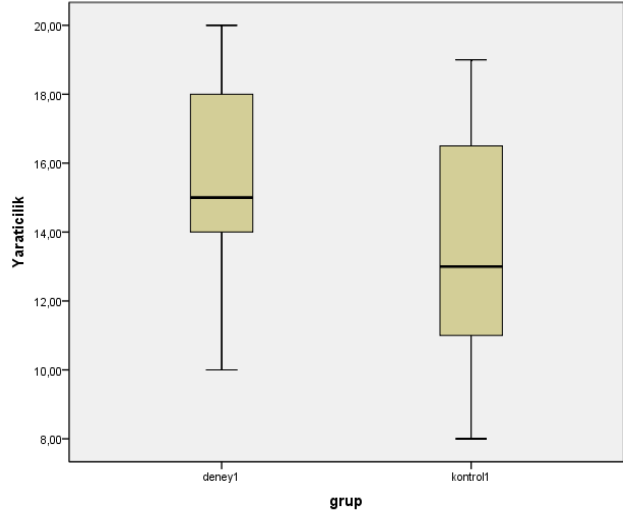
EK-19. Okul 1'e Ait Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği Normallik Analizi Grafikleri



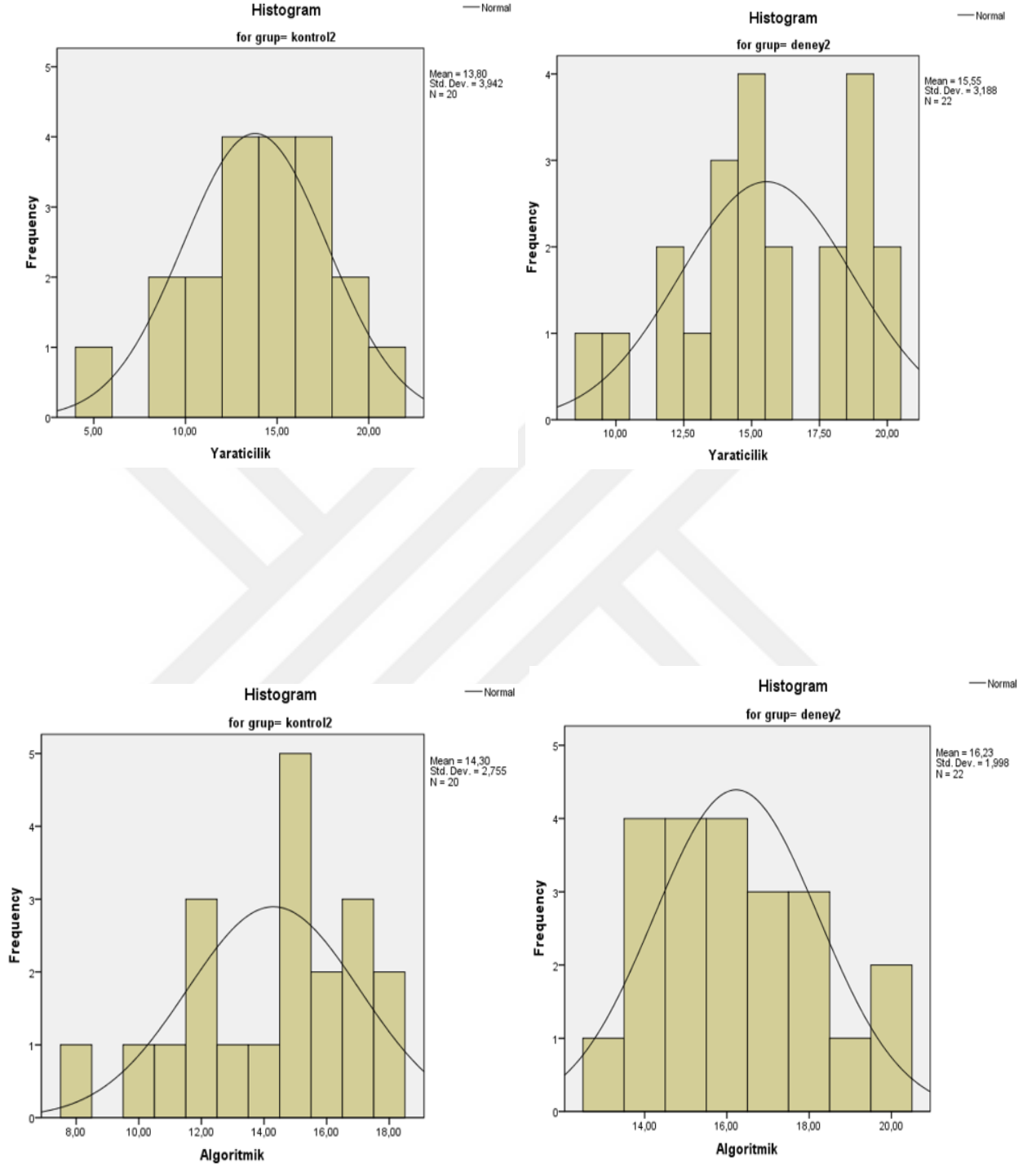


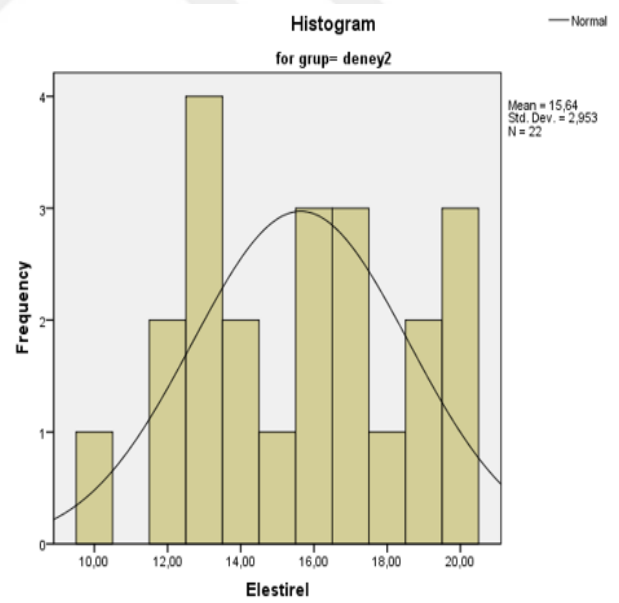
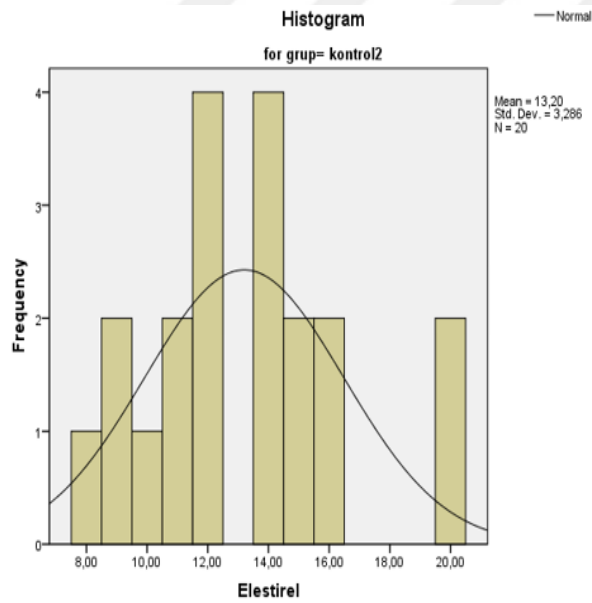
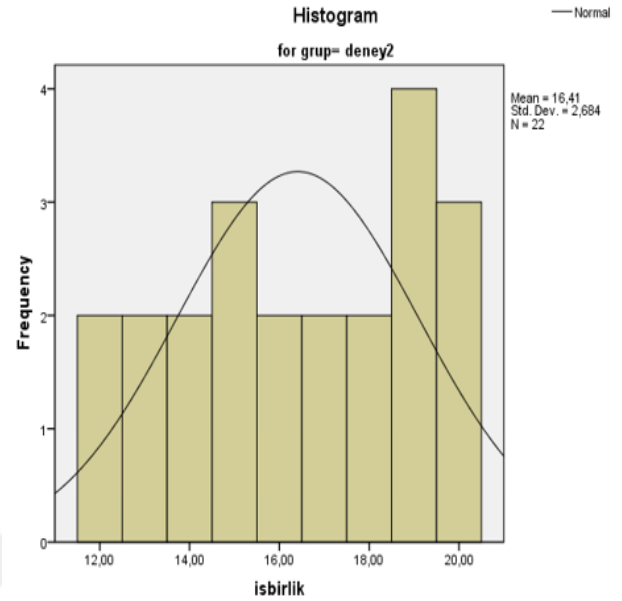
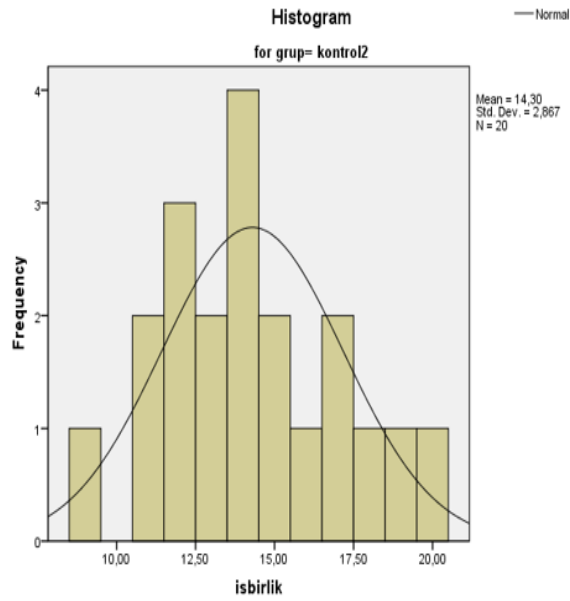


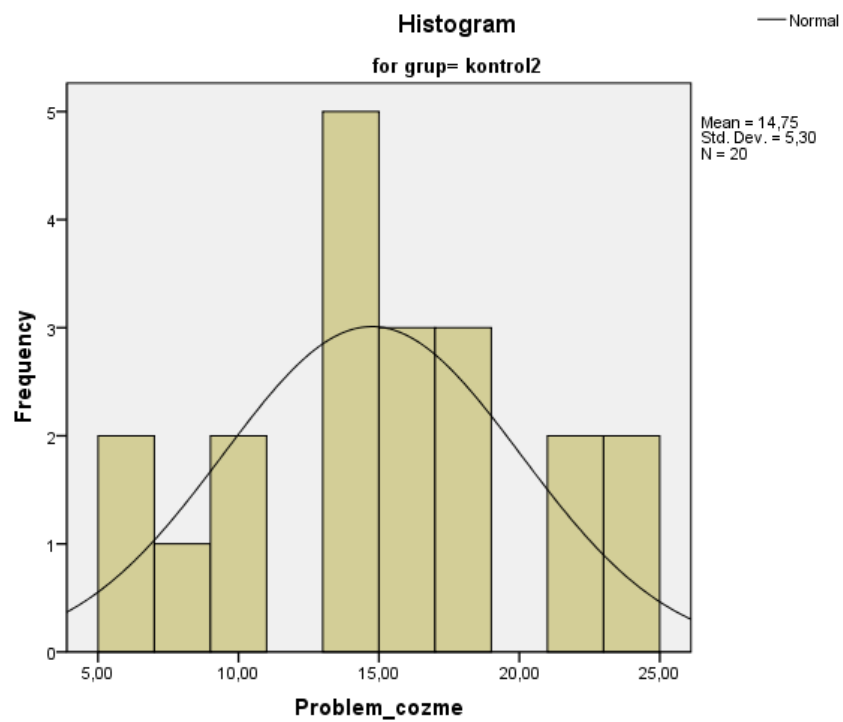
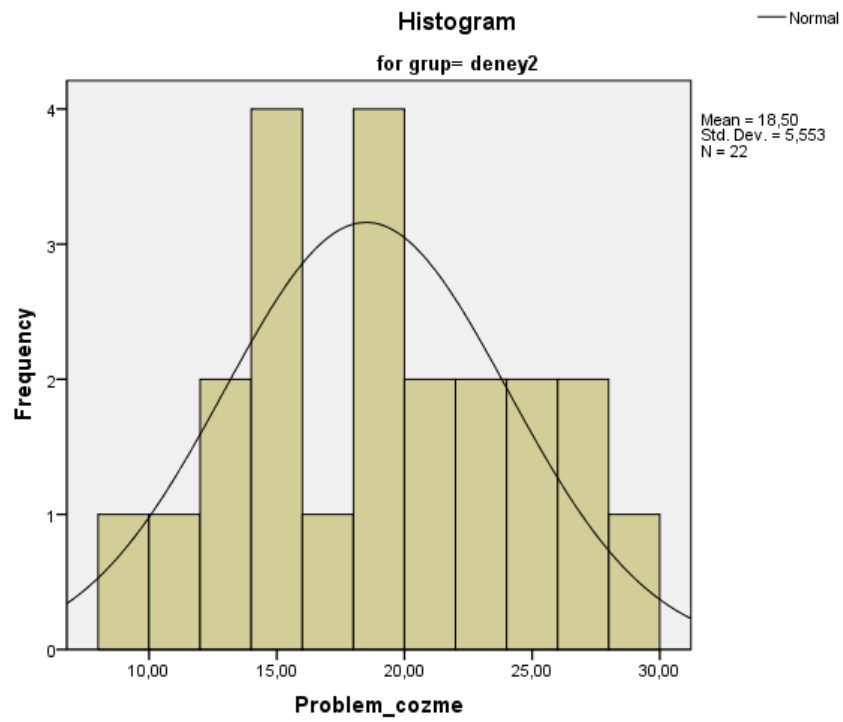
EK-20. Okul 1'e Ait Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği Box-Plot Grafikleri



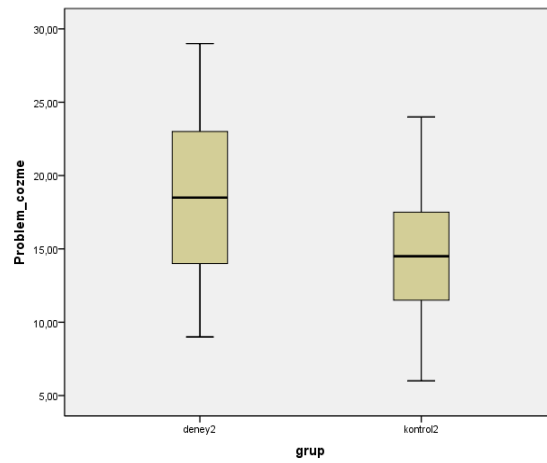
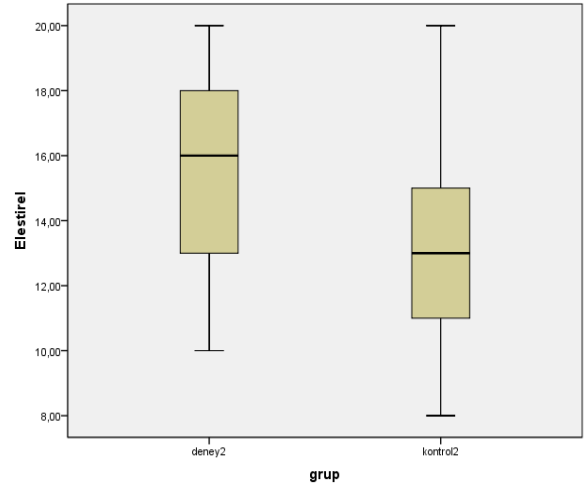
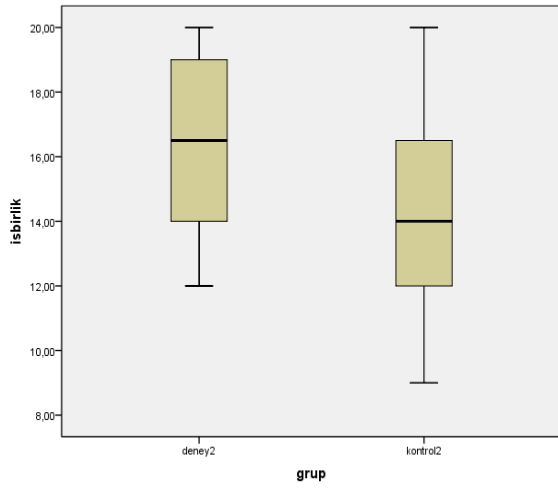
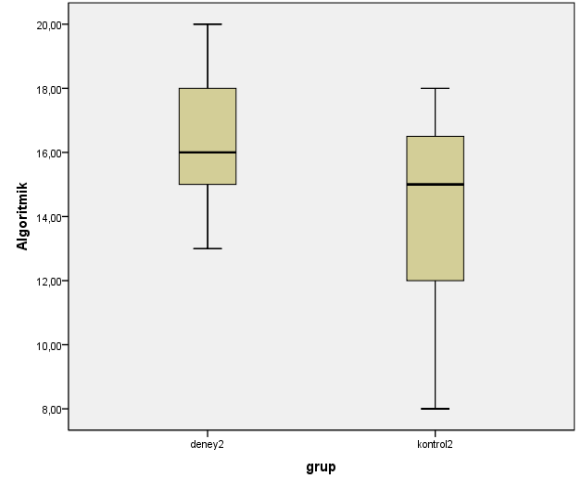
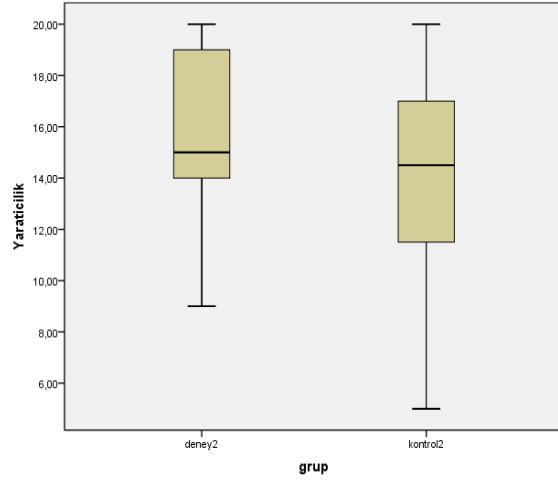
EK-21. Okul 2'ye Ait Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği Normallik Analizi Grafikleri







EK-22. Okul 2'ye Ait Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği Box-Plot Grafikleri



EK-23. Stem'e Yönelik Tutum Ölçeği İzni

Stem tutum ölçeği Gelen Kutusu X

**Gizem Cevik** <gizemcevik.91@gmail.com>
Alıcı: esrakoca, hozcan

28 Mar 2019 Per 14:08 ☆ ↩ ⋮

Sayın hocam, izninizle STEM'e yönelik tutum ölçeğinin Türkiye'ye uyarlanmış halini doktora tez çalışmamda kullanmak istiyorum.

Saygılarımla, iyi çalışmalar..

Arg. Gör. Gizem ÇEVİK

**Hasan ÖZCAN** <hozcan@aksaray.edu.tr>
Alıcı: ben

28 Mar 2019 Per 15:11 ☆ ↩ ⋮

Gizem merhaba,

Ölçeğimizi çalışmanızda kullanabilmenize memnuniyetle izin veriyor, faydalı olmasını diliyorum.

Çalışmamıza referans veren çalışmaların kendi atıf listelerimizde görmekten memnuniyet duyacağımızı ifade etmek isterim.

İyi çalışmalar dilerim.

Hasan ÖZCAN
Dr. | Aksaray Üniversitesi | Eğitim Fakültesi | Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü | Fen Bilgisi Eğitimi | IHEAD Editörü | 68100 | Aksaray-Türkiye

Dr. | Aksaray University | Faculty of Education | Department of Mathematics and Science Education | Science Education | IHEAD's Editor | 68100 | Aksaray-Turkey

Office: +90-382-288 33 64
Fax : +90-382-288 33 33
WEB : www.hasanozcan.com.tr

EK-24. Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeği İzni

tarafınızca geliştirilen bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeğini kullanmak istiyorum.

Saygılarımla, iyi çalışmalar.

Araş. Gör. Gizem ÇEVİK

 **Özgen Korkmaz** 3 Eyl 2018 Pzt 13:07 ☆

Sevgili Gizem Elbette kullanabilirsiniz. Geliştirmiş olduğum tüm ölçklerle ilgili detaylara aşağıdaki linkten erişebilirsiniz. Kolaylıklar dilerim <http://www.pe>

 **recep çakır** <recepçakır@gmail.com> 11 Eyl 2018 Sal 00:19 ☆ ↩ ⋮

Alıcı: ben ▾

Gizem merhaba
ölçeğin ortaokula yönelik olan versiyonunu ekte bulabilirsin
iyi çalışmalar

Gizem Çevik <gizemcevik.91@gmail.com>, 3 Eyl 2018 Pzt, 11:53 tarihinde şunu yazdı:

EK-25. Araştırma İzni



T.C.
BAYBURT VALİKİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 67155047-605.01-E.22540972
Konu : Araştırma İzin (Gizem ÇEVİK)

23.11.2018

BAYBURT İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgili : a) MEB Bağlı Okul ve Kurumlarında Yapılacak Araştırma ve Araştırma Destekleme Yönelik İzin ve Uygulama Yönergesi,
b) Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 13.11.2018 tarih ve 1800327474 sayılı yazısı.

Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Öğrencilerinden 15030102006 no'lu Gizem ÇEVİK'in tez çalışması konusunda ekte belirtilen Müdürlüğümüze bağlı okullarda araştırma yapılabilmesi için ilgi (b) yazı ile izin verilmesini istemektedir.

Uygulanmak istenen çözümlerin ilişkin ilâmları arasında ilgilî (a) Yönetmeliğinin 5'inci maddesinin (b) bendi çerçevesine göre Müdürlüğünüz Araştırma Değerlendirme Komisyonunca incelenmiş olup, söz konusu çözümlerin uygulanmasında bir sakınca olmadığı belirtilmiştir.

Bu bağlamda; söz konusu olan araştırmayı Müdürlüğümüzde ekli listedeki Okullarda Okul İdaresinin izni doğrultusunda eğitim ve öğretim alımının gündüzlük esasına göre uygulamasında Müdürlüğümüzde bir sakınca bulunmamaktadır.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarını arz ederim

Bülent KOÇYİĞİT
Şube Müdürü

Ek: İlgili yazı ve Tutanak

Cengiz KARAKASOĞLU
Yazar,
İstanbul Eğitim Enstitüsü

Ödver Elektronik İmalatı
A.Ş. ile Aynıdır
22.11.2018

Alim ATEC
Set

Canlıhayat Caddesi 60000 BAYBURT
Elektronik A.Ş. www.meb.gov.tr
E-posta: terecoglasist@meb.gov.tr

Aymard Belgium, A. ATESSE
Tel. (0458) 211 2181
Fax: (0458) 211 6077

Na ovaj glasnik možete se pretplatiti na: <https://www.izdavares.rs/pretp/izdavares> - 3000-3788-6327-1120 broda do septembra

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Gizem BERK

Doğum Yeri ve Tarihi: Erzurum - 07.06.1991

Medeni Durumu: Evli

Eğitim Durumu

Lisans: Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi/ Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü - 2014

Yüksek Lisans: Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü / Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi A.B.D. - 2015

İş Deneyimi:

2015 - : Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi / Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü - Araştırma Görevlisi

E-mail: gizemcevik@bayburt.edu.tr

Akademik Çalışmalar:

Giyilebilir Teknolojilerin Öğretimsel Uygulamaları. Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi. Yürütücü:Yıldırım Gürkan. Araştırmacılar: Kaban Abdullatif, Yıldırım Serkan, Gülcü Aslan, Bilen Ömer, Çevik Gizem, Daş Arif, Çelik Embiya, 01/07/2016 - 29/11/2017 (ULUSAL)

Çevik Gizem, Yılmaz Rabia Meryem, Göktaş Yüksel, Gülcü Aslan (2017). Okul Öncesi Dönemde Artırılmış Gerçeklikle İngilizce Kelime Öğrenme. Journal of Instructional Technologies Teacher Education, 6(2), 50-57.

Çevik Gizem, Gülcü Aslan (2017). Öğretmen Adaylarının Bilgisayar Destekli Lineer Cebir Uygulamalarının Görselleştirmeye Ve Memnuniyete Etkisine İlişkin Görüşleri. The Journal of Instructional Technologies Teacher Education (JITTE), 6(3), 125-132.

Çevik, G.,Gündüz, A.,Yılmaz, R. M., & Göktaş, Y., (2014). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Tarih Dersinde Kullanılmasının Öğrenci Motivasyonuna Etkisinin İncelenmesi . 8th International Computer & Instructional Technologies Symposium (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

Özgüngördü, G., Çevik, G., Tamgaç, E., Küçük, S., & Yılmaz, R. M. , (2014). Anatomi Dersinde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımına Yönelik Üniversite Öğrencilerinin Tutumları . 8th International Computer and Instructional Technologies Symposium (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

Berk Gizem, Berk Rifat Ramazan, Ustabulut Mete Yusuf (2018). Effects Of Augmented RealityTechnology Usage On Students' Motivation And Success Of WordLearning In Teaching Turkish As AForeign Language”,. 27th International Conference on Educational Sciences, 2018 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

Berk Rifat Ramazan, Berk Gizem, Ustabulut Mete Yusuf (2018). Yabancılara Türkçe Öğretiminde Bilişim Teknolojilerinin Ölçme Aracı Olarak Kullanılması: Kahoot Örneği. 27th International Conference on Educational Sciences, 2018 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

Berk Gizem, Gülcü Aslan (2018). STEM Etkinlikleri Kapsamında Bilgisayar Destekli Matematik Öğrenme Nesnelerinin Geliştirilmesi: Kesirler Örneği. 27th International Conference on Educational Sciences, 2018 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

Gülcü Aslan, Bilen Ömer, Çevik Gizem, Bolat Yusuf İslam, Taş Nurullah (2017). Matematik Öğretimi İçin E-İçerik Geliştirme Uygulamaları ve İyi Örnekler. Eğitimde FATİH ProjesiEğitim Teknolojileri Zirvesi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

Gülcü Aslan, Çevik Gizem (2017). Matematik Öğretiminde STEM Uygulamaları. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Zirvesi (UETS) (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)

