

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
2018-DR-008

ORTAOKUL 7. SINIF ÖĞRENCİLERİ İÇİN
HAZIRLANAN STEM ETKİNLİKLERİNİN
FARKLI DEĞİŞKENLERE YÖNELİK ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

Emrah HİÇDE

Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Hilal AKTAMIŞ

AYDIN

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Emrah HİĞDE tarafından hazırlanan “Ortaokul 7. Sınıf Öğrencileri İçin Hazırlanan STEM Etkinliklerinin Farklı Değişkenlere Yönelik Etkisinin İncelenmesi” başlıklı tez, 30.11.2018 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Prof. Dr. Ercan AKPINAR	DEÜ	
Üye : Doç. Dr. Hilal AKTAMIŞ	ADÜ	
Üye : Prof. Dr. Kerim GÜNDOĞDU	ADÜ	
Üy : Doç. Dr. Zafer TANEL	DEÜ	
Üye : Doç. Dr. Eylem Yıldız FEYZİOĞLU	ADÜ	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim KurulununSayılı kararıyla tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Aydın ÜNAY

Enstitü Müdürü

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

30/11/2018

Emrah HİÇDE

ÖZET

ORTAOKUL 7. SINIF ÖĞRENCİLERİ İÇİN HAZIRLANAN STEM ETKİNLİKLERİNİN FARKLI DEĞİŞKENLERE YÖNELİK ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Emrah HİĞDE

Doktora Tezi, Fen Bilgisi Eğitimi
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hilal AKTAMIŞ
2018, 264 sayfa

Bu araştırmanın genel amacı ortaokul öğrencileri için hazırlanan STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin STEM kariyer ilgilerine, öğrenme stratejilerine, motivasyonlarına, bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisini değerlendirmek, etkinliklerin sürecini ve uygulamasını incelemektir. Bu çalışmada, ortaokul öğrencileri için ortaokul fen bilimleri programına uygun etkinlikler hazırlanarak, uygulanmıştır.

Bu çalışmada karma yöntem desenlerinden içiçe geçmiş karma yöntem deseni kullanılmıştır. Çalışmada 2015-2016 öğretim yılının bahar döneminde STEM eğitimi için hazırlanan STEM etkinliklerinin pilotları gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın asıl uygulaması 2016-2017 bahar döneminde Aydın il merkezinde bir devlet okulunda ortaokul 7. Sınıf öğrencilerine yönelik STEM eğitimi kapsamında fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarından (STEM) etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2016-2017 bahar döneminde orta sosyo-ekonomik düzeydeki bir devlet okulunun yedinci sınıf düzeyinde öğrenim gören iki sınıftaki 22 deney 22 kontrol grubu olmak üzere 44 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada nitel ve nicel veri toplama araçları birlikte kullanılmıştır. Nicel veriler toplamak amacıyla bilimsel süreç becerileri testi, fen başarı testi, STEM kariyer ilgi ölçeği, STEM motivasyon ve öğrenme stratejileri ölçeği deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Nitel verileri toplamaya yönelik deney grubundaki öğrencilerin STEM etkinlikleri ve STEM eğitimi hakkındaki görüşlerini toplamak için öğrenciler ile etkinlikler bittikten sonra iki kez yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Ek olarak, öğrencilerin etkinlikler süresince yaptıkları tasarımlarının süreci ve sonuçları ürün performans rubriği ile değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, STEM alanlarına yönelik kariyer ilgilerini ve motivasyonlarını kontrol grubundaki öğrencilere göre istatistiksel olarak geliştirdiği bulunmuştur. Ancak, STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik fen başarılarını ve STEM öğrenme stratejilerini kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı şekilde geliştirmediği bulunmuştur. Nitel bulgular ise STEM etkinliklerinin öğrencilerin disiplinler arası eğitime ve fen mühendislik entegrasyonuna yönelik olumlu görüş geliştirmelerini, tasarım becerisi, yaratıcılık, işbirliği içinde çalışma, eleştirel düşünme ve problem çözme, el becerisi gibi 21. yy becerileri ile ilişkili becerilerini geliştirdiği ortaya çıkarmıştır. Ayrıca, öğrencilerin grup olarak çalışma, sorumluluk alma, tasarım sürecini kullanma, bilim ve mühendisliği birlikte kullanma, yaratıcı ürünler tasarlamadaki becerilerinin gelişim gösterdiği gözlem verilerinde ortaya çıkmıştır. Öğrenciler STEM etkinliklerini uygularken zamanı etkili kullanma, iş bölümü eksikliği, el becerisi eksikliği, fikir ayrılığı ve rekabetin oluşturduğu stres gibi konularda problem yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Öğrenciler bu süreç sonunda STEM etkinliklerini uygularken kendilerini hem tasarım yapan, ölçü alan, el becerisi gelişmiş mühendis hem de fikir üreten, bilimsel bilgi sahibi, deney yapan bilim insanı gibi hissettiklerini ifade etmişlerdir. Araştırma sonunda elde edilen bulgular ışığında araştırmacılara, program hazırlayıcılara ve STEM eğitimi uygulayacak olan öğretmenlere yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: STEM, Kariyer İlgisi, Ortaokul Öğrencileri, Motivasyon, Bilimsel Süreç Becerileri, Fen Başarısı.

ABSTRACT

INVESTIGATION THE EFFECT OF THE STEM ACTIVITIES PREPARED FOR 7th CLASS STUDENTS IN TERMS OF DIFFERENT VARIABLES

Emrah HİÇDE

PhD Dissertation Thesis, Science Education
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hilal AKTAMIŞ
2018, 264 pages

The purpose of the study is to evaluate the impact of STEM-based activities prepared for middle school students on STEM career interests, learning strategies, motivations, science process skills and academic achievements and to examine the process and implementation of activities. In this research, appropriate activities for the middle school science program were prepared and implemented to middle school students.

In this study, embedded mixed method design has been used. In the study, pilot study of prepared STEM activities was conducted in the spring term of 2015-2016 academic year. In the original study, activities of science, technology, mathematics and engineering fields (STEM) were conducted in the scope of STEM education for middle school 7th grade students in one public school in Aydın city center covering 2016-2017 spring period. The study group of the research consisted of 44 students. 22 students in experiment group and 22 students in control groups at the seventh grade level of a middle school in the 2016-2017 spring semester were enrolled in this study. Qualitative and quantitative data collection tools were used in the study. In order to collect quantitative data, science process skills test, science achievement test, STEM career interest scale, STEM motivation and learning strategies scale were applied as pre-test and post-test to the experimental and control group students. Two semi-structured interviews were conducted with students in the experimental group to collect their opinions about STEM education and STEM activities at the end of the implementation of activities. In addition, the process and results of the students' STEM designs during the activities were evaluated with product-performance rubrics.

As a result of the study, it was found that STEM activities developed students' science process skills, career interests and motivation for STEM fields according to the students in the control group. However, it was found that STEM activities did not significantly improve students' academic science achievement and STEM learning strategies compared to the students in the control group. The qualitative findings revealed that STEM activities developed positive attitudes towards interdisciplinary education and integration of science and engineering disciplines, developing skills related to 21st century skills such as design skills, creativity, collaboration, critical thinking and problem solving, hand skills. In addition, students' working as a group, taking responsibility, using the design process, using science and engineering knowledge together, developing skills in designing creative products have emerged in the observation data. The students stated that they are having problems in using STEM activities effectively such as using time effectively, lack of division of labor, lack of dexterity, disagreement and stress caused by competition. At the end of this process, the students stated that they felt that they had the ability to design, measure, develop skills, produce like engineers, and have scientific knowledge and experience like scientists. In the light of the findings obtained at the end of the research, suggestions were given to the researchers, programmers and teachers who will apply STEM education.

Key Words: STEM, Career Interest, Middle School Students, Motivation, Science Process Skills, Science Achievement.

ÖNSÖZ

Günümüz dünyasında uluslararasıdaki rekabet ekonomi ve teknoloji alanında yapılmaktadır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında sorgulayan, araştıran, düşünen, yeni buluşlar üretebilen nesilleri yetiştiren ülkeler bu yarışta daha başarılı olan ülkeler konumundadır. Bu alanlardan yeterli şekilde yetişen nesillerin ülkelerinin geleceklerini olumlu yönde değiştirmeleri beklenmektedir. STEM eğitimi ile öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında öğrendikleri bilgileri kullanarak buluş yapabilen, problem çözebilen ve yeni ürünler ortaya koyabilen bireyler olmaları beklenmektedir. STEM eğitiminin amaçlarından birisi de okullardaki öğrenciler arasında araştırma, üretme ve buluş yapma becerilerini geliştirmek ve yaygınlaştırmaktır. Bu nedenle öğrencilere yönelik hazırlanan STEM etkinliklerinin bu amaçlara hizmet edecek şekilde hazırlanması STEM eğitimcilerine önerilmektedir.

Doktora öğretimim süresince her ihtiyaç duyduğumda yardımlarını benden esirgemeyen, doktora eğitimim süresince akademik gelişimimde çok önemli bir yeri olan danışmanım Doç. Dr. Hilal AKTAMIŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Doktora yeterlilik sürecinden itibaren tez izleme komitemde yer alan tez yazım sürecinde karşılaştığım tüm problemlerde pratik çözümler sunan Prof. Dr. Kerim GÜDOĞDU'ya ve araştırmamın daha iyi olması için farklı ve yararlı öneriler sunan Doç. Dr. Zafer TANEL'e çok teşekkür ederim. Ayrıca, Tez jürimde yer alarak bana katkı sunan Prof. Dr. Ercan AKPINAR ve Doç. Dr. Eylem Yıldız FEYZİOĞLU'na teşekkür ederim.

Doktora süresince ders aldığım, akademik ve bilimsel anlamda çok şey öğrendiğim, bu çalışma süresince verdiği öneri ve yardımlarından dolayı bölüm başkanım Prof. Dr. Adem ÖZDEMİR'e çok teşekkür ederim. Bu tez ADÜ BAP birimi tarafından desteklenmiştir. EĞF-17003 numaralı bu projeye destek veren ADÜ BAP birimine teşekkürlerimi sunarım. Doktora eğitimim aşamasında beni teşvik eden ve benden desteğini esirgemeyen eşim Aylin HİĞDE'ye ve motivasyon kaynağım annem Fatma HİĞDE'ye, Babam Ali ihsan HİĞDE'ye ve kardeşim Süleyman HİĞDE'ye çok teşekkür ederim.

Emrah HİĞDE

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
EKLER DİZİNİ.....	xxvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	6
1.2. Problem Cümlesi	10
1.2.1. Araştırmanın Amacı ve Alt Problemler.....	10
1.3. Araştırmanın Önemi	12
1.4. Sınırlılıklar	15
1.5. Sayıtlılar	15
1.6. Tanımlar	16
2. KAYNAK ÖZETLERİ	18
2.1. Disiplinler Arası Öğretim Yaklaşımı	18
2.2. Motivasyon ve Öğrenme Stratejileri	21
2.3. STEM Eğitimi ve Mühendislik Tasarımı	22
2.4. STEM Etkinlikleri ve Fen Eğitimine Entegrasyonu.....	29
2.5. İlgili Araştırmaların Özeti	37
2.5.1. STEM Eğitimi İle İlgili Son Yıllarda Yapılan Ulusal Çalışmalar.....	38

2.5.2. STEM Eğitimi İle İlgili Son Yıllarda Yapılan Uluslararası Çalışmalar	48
3. MATERYAL VE YÖNTEM	63
3.1. Araştırmanın Modeli	63
3.2. Çalışma Grubu ve Katılımcı Özellikleri	67
3.3. Veri Toplama Araçları.....	69
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları.....	71
3.3.1.1. STEM kariyer ilgi ölçeği	71
3.3.1.2. STEM'e yönelik motivasyon ölçeği	76
3.3.1.3. Bilimsel süreç becerileri testi	83
3.3.1.4. Fen başarı testi	84
3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları.....	86
3.3.2.1. Yarı yapılandırılmış görüşme	86
3.3.2.2. Ürün ve performans değerlendirme rubriği	87
3.4. Araştırmacının Rolü	88
3.5. Araştırmanın Uygulaması.....	89
3.5.1. Araştırmanın Pilot Uygulaması	89
3.5.2. Araştırmanın Asıl Uygulaması	93
3.6. Verilerin Analizi ve Yorumlanması	97
3.6.1. Nicel Verilerin Analizi	98
3.6.2. Nitel Verilerin Analizi	99
3.7. Araştırmanın Geçerliği	101
3.7.1. İç Geçerlik (ya da Güvenilir Olma).....	102
3.7.2. Dış Geçerlik (ya da Aktarılabilirlik).....	104
3.8. Araştırmanın Güvenirliği (ya da Tutarlık).....	105
4. BULGULAR	107

4.1. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri Üzerindeki Etkisine ilişkin Bulgular.....	109
4.2. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Fen Başarıları Üzerindeki Etkisine ilişkin Bulgular	110
4.3. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin STEM Kariyer İlgileri Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular.....	111
4.3.1. Fene Yönelik Kariyer İlgi Sonuçları	111
4.3.2. Matematiğe Yönelik Kariyer ilgi Sonuçları	112
4.3.3. Teknolojiye Yönelik Kariyer İlgi Sonuçları.....	113
4.3.4. Mühendisliğe Yönelik Kariyer İlgi Sonuçları	115
4.4. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Öğrenme Stratejileri Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular	116
4.4.1. Eleştirel Düşünme Sonuçları	116
4.4.2. Akran İşbirliği Sonuçları	117
4.4.3. Metabilişsel Stratejiler Alt boyutu Sonuçları	118
4.5. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Motivasyonları Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular	119
4.5.1. Öğrenmeye İlişkin Kontrol İnancı sonuçları	119
4.5.2. İçsel Hedefe Düzenleme Sonuçları	121
4.5.3. Görev Değeri Sonuçları.....	122
4.5.4. Dışsal Hedef Düzenleme Sonuçları.....	123
4.5.5. Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlilik Sonuçları	124
4.5.6. Sınav Kaygısı Sonuçları	125
4.6. STEM Etkinlikleri Sonrasında Öğrencilerin STEM Etkinliklerine Yönelik Görüşleri Nasıldır?	126
4.6.1. Disiplinler Arası İlişki ve Fen-Mühendislik Entegrasyonunu.....	127
4.6.2. STEM Eğitiminin Olumlu Yönleri.....	129

4.6.3. STEM Eğitiminin Olumsuz Yönleri.....	135
4.6.4. STEM Eğitimi İçin Uygulama Önerileri	137
4.6.5. Grup Çalışması	141
4.6.6. Mühendis mi Bilim İnsanı mı?	144
4.7. STEM Etkinlikleri Süresince Öğrencilerin Oluşturdıkları STEM Ürün- Performans Düzeyi Nasıldır?	147
4.7.1. Grup Değerlendirmeleri.....	147
4.7.2. Tasarım Süreci Değerlendirmeleri	152
4.7.3. Son Ürün İşlevselliğinin Değerlendirilmesi	156
4.7.4. Son Ürünlerinin Değerlendirilmesi	159
4.8. Karma Yöntem Bulguları	162
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	167
5.1. STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Etkisi İle İlgili Sonuç ve Tartışma	167
5.2. STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Fen Alanındaki Akademik Başarılarına Yönelik Etkisi İle İlgili Sonuç ve Tartışma.....	170
5.3. STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin STEM Kariyer İlgilerine Yönelik Etkisi İle İlgili Sonuç ve Tartışma	172
5.4. STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin STEM Motivasyon ve Öğrenme Stratejilerine Yönelik Etkisi İle İlgili Sonuç ve Tartışma	176
5.5. Öneriler.....	178
KAYNAKLAR.....	183
EKLER.....	213
ÖZGEÇMİŞ.....	261

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde Değeri
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ANCOVA	: Analysis of Covariance
BİB	: Bilişim ve İletişim Becerileri
BSB	: Bilimsel Süreç Becerileri
CFI	: Comparative Fit Index
Df	: The degrees of freedom in the source
F	: Frekans
F	: F-statistic
FTTÇ	: Fen, Teknoloji, Toplum ve Çevre
GFI	: Goodness of Fit Index
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
N	: Örneklem sayısı
NFI	: Normed Fit Index
NİC	: Nicel yöntem
Nit	: Nitel Yöntem
NGSS	: Next Generation Science Standards
NRC	: The National Council
OECD	: The Organisation for Economic Co-operation and Development
P	: Power of statistic
PÇB	: Problem Çözme Becerileri
PISA	: The Programme for International Student Assessment
RMSEA	: Root Mean Square Error of Approximation
Sd	: Standart deviation

SRMR	: Standardized Root Mean Square Residual
STEM	: Science, Technology, Engineering and Mathematics
TD	: Tutum ve değerler
TIMSS	: The Trends in International Mathematics and Science Study



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Döngüsel mühendislik tasarım süreci	25
Şekil 2.2. Gelecek Nesiller Bilim Standartları (2013) bilim ve mühendislik uygulamaları.....	25
Şekil 2.3. Crismond ve Adams (2012) bilgilendirilmiş tasarım öğretimi ve öğrenme tanımlarından alınmış K-12 ve lise sonrası mühendislik stratejileri.....	26
Şekil 3.1. İç içe geçmiş karma yöntem tasarımı.....	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışma grubunun tanımlayıcı istatistiği.....	68
Çizelge 3.2. Çalışma grubunun sosyo-ekonomik düzeyi	68
Çizelge 3.3. Çalışma grubunun sosyo-ekonomik düzeyi	68
Çizelge 3.4. Faktör yükleri	74
Çizelge 3.5. STEM fen altboyutu doğrulayıcı faktör analiz sonuçları	75
Çizelge 3.6. STEM matematik altboyutu doğrulayıcı faktör analiz sonuçları	75
Çizelge 3.7. STEM teknoloji alt boyutu doğrulayıcı faktör analiz sonuçları	75
Çizelge 3.8. STEM mühendislik alt boyutu doğrulayıcı faktör analiz sonuçları ...	76
Çizelge 3.9. STEM tüm alt boyutların doğrulayıcı faktör analiz sonuçları.....	76
Çizelge 3.10. Faktör yükleri	79
Çizelge 3.11. STEM Motivasyon ölçeği doğrulayıcı faktör analiz sonuçları	80
Çizelge 3.12. Faktör yükleri ve t değerleri	82
Çizelge 3.13. Doğrulayıcı faktör analiz sonuçları	83
Çizelge 3.14. Test sonuçları	85
Çizelge 3.15. Analiz sonuçları	85
Çizelge 4.1. Grup-içi Regresyon eğimlerinin homojenliği varsayımı sonuçları ..	108
Çizelge 4.2. Varyansların homojenliği için Levene testi	109
Çizelge 4.3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BSB puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri	109
Çizelge 4.4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BSB son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları	109
Çizelge 4.5. Varyansların Homojenliği için Levene Testi	110
Çizelge 4.6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen Başarı puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri	110
Çizelge 4.7. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen Başarı son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları.....	111

Çizelge 4.8. Varyansların homojenliği için Levene testi.....	111
Çizelge 4.9. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen Kariyer son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri	112
Çizelge 4.10. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen kariyer son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları.....	112
Çizelge 4.11. Varyansların homojenliği için Levene testi.....	113
Çizelge 4.12. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Matematik Kariyer son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri.....	113
Çizelge 4.13. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Matematik kariyer son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları	113
Çizelge 4.14. Varyansların homojenliği için Levene testi.....	114
Çizelge 4.15. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Teknoloji Kariyer son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri	114
Çizelge 4.16. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Teknoloji Kariyer son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları.....	114
Çizelge 4.17. Varyansların homojenliği için Levene testi.....	115
Çizelge 4.18. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Mühendislik Kariyer son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri.....	115
Çizelge 4.19. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Mühendislik Kariyer son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları	115
Çizelge 4.20. Varyansların homojenliği için Levene testi.....	116
Çizelge 4.21. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Eleştirel Düşünme son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri.....	116
Çizelge 4.22. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Eleştirel Düşünme son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları	117
Çizelge 4.23. Varyansların Homojenliği için Levene Testi	117
Çizelge 4.24. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Akran İşbirliği son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri	118

Çizelge 4.25. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Akran İşbirliği son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları.....	118
Çizelge 4.26. Varyansların Homojenliği için Levene Testi	119
Çizelge 4.27. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Metabolişsel Stratejiler son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri.....	119
Çizelge 4.28. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Metabolişsel Stratejiler son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları	119
Çizelge 4.29. Varyansların homojenliği için Levene testi	120
Çizelge 4.30. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Öğrenmeye İlişkin Kontrol İnancı son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri.....	120
Çizelge 4.31. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Öğrenmeye İlişkin Kontrol İnancı son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları.....	120
Çizelge 4.32. Varyansların homojenliği için Levene testi	121
Çizelge 4.33. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin İçsel Hedefe Düzenleme son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri.....	121
Çizelge 4.34. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin İçsel Hedefe Düzenleme son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları	121
Çizelge 4.35. Varyansların homojenliği için Levene testi	122
Çizelge 4.36. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Görev Değeri son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri	122
Çizelge 4.37. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Görev Değeri son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları.....	122
Çizelge 4.38. Varyansların homojenliği için Levene testi	123
Çizelge 4.39. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Dışsal Hedef Düzenleme son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri.....	123
Çizelge 4.40. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Dışsal Hedef Düzenleme son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları	124
Çizelge 4.41. Varyansların homojenliği için Levene testi	124

Çizelge 4.42. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlilik son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri.....	125
Çizelge 4.43. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlilik son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları	125
Çizelge 4.44. Varyansların homojenliği için Levene testi.....	126
Çizelge 4.45. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Sınav Kaygısı son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri	126
Çizelge 4.46. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Sınav Kaygısı son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları.....	126
Çizelge 4.47. Disiplinler arası ilişki	128
Çizelge 4.48. Fen-mühendislik tasarımı ilişkisi	129
Çizelge 4.49. STEM eğitiminin katkıları	130
Çizelge 4.50. STEM uygulamalarının avantajları	132
Çizelge 4.51. Etkinlik paylaşımı	133
Çizelge 4.52. Beceri geliştirme	134
Çizelge 4.53. Hatırlanan STEM etkinlikleri.....	135
Çizelge 4.54. Yaşanılan zorluklar	136
Çizelge 4.55. Zorlanılan etkinlik	137
Çizelge 4.56. Fen dersi için etkinlik önerileri	139
Çizelge 4.57. STEM temelli etkinlikler için öneriler	139
Çizelge 4.58. Değiştirilmek istenen etkinlikler	140
Çizelge 4.59. Grup çalışması.....	141
Çizelge 4.60. Etkinlikler hakkındaki hissettikleri	142
Çizelge 4.61. Sevilen etkinlikler	143
Çizelge 4.62. STEM etkinliklerinde kendilerini bilim insanı olarak görenler	144

Çizelge 4.63. STEM etkinliklerinde kendilerini mühendis olarak görenler.....	145
Çizelge 4.64. Grup değerlendirme gözlem puanları.....	148
Çizelge 4.65. Tasarım süreci gözlem puanları	153
Çizelge 4.66. Son ürünün işlevselliği gözlem puanları	156
Çizelge 4.67. Son ürün değerlendirme gözlem puanları	160
Çizelge 4.68. Karma yöntem bulgularının yorumlanması	164

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Bloom Taksonomisine göre soruların dağılımları	213
Ek 2. Araştırmanın uygulama süreci	214
Ek 3. Deney grubu ön test ve son test betimsel istatistik değerleri	218
Ek 4. Etik komisyon onay bildirimi	224
Ek 5. Aydın İl Milli Eğitim Müdürlüğü tez uygulama izni.....	226
Ek 6. Odak Grup Görüşme Soruları	227
Ek 7. Bilimsel süreç becerileri testi.....	229
Ek 8. Gözlem rubriği.....	238
Ek 9. Örnek etkinlik	241
Ek 10. Fen başarı testi	250
Ek 11. Etkinlik resimleri	260

1. GİRİŞ

Tarihsel gelişimi açısından dünya endüstri dönemlerine bakıldığında, 1700’lü yılların sonlarında buhar gücü ile makinelerin çalışması, 1800’lü yılların sonlarında elektriğin keşfedilip üretimde kullanılması, 1960’lı yıllarda bilgisayar ve elektroniğin programlanabilen sistemlerin otomasyonunda kullanılması ve son olarak 2011 yılında Endüstri 4.0 dönemi olarak siber fiziksel sistemlerin ve nesnelerin interneti olarak kullanılması üretimin gerçekleştirildiğini göstermektedir. Endüstri 4.0 ile akıllı fabrikalar, 3D yazıcılar, bulut bilişim sistemleri, otonom robotlar gibi yeni kavramların ortaya çıktığı ve üretimin çok hızlı hale geldiği söylenebilir. Bu endüstri sayesinde bazı iş mesleklerinin ortadan kalkacağı ve yeni meslek gruplarının ortaya çıkacağı öngörülmektedir. Bunlar 3D yazıcı mühendisliği, Endüstriyel bilgisayar mühendisliği, giyilebilir teknoloji, robot koordinatörlüğü gibi STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) disiplinleriyle yakından ilişkili mesleklerdir. Bu nedenle, 21. yüzyıl yaşam şartlarına ve ihtiyaç duyulacak meslek gruplarına göre gelecek nesilleri hazırlamak hem öğrenciler hem de ülkelerin ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır. Öğrencilerin PISA (The Programme for International Student Assessment), TIMSS (the Trends in International Mathematics and Science Study) vb. uluslararası sınavlarda istenilen düzeyde puan almalarını sağlamak ve onları Endüstri 4.0 çağına hazırlayarak geleceğin mesleklerine yönlendirmek için 21. yüzyıla uygun eğitim yaklaşımlarının ve öğrenme modellerinin kullanılması gerekmektedir. Bu yaklaşımlardan birisi, son yıllarda özellikle Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) devlet politikası haline gelen, ABD bütçesinden yüksek miktarlarda pay ayrılan STEM ve STEM eğitimidir (Akgündüz vd., 2015).

Günümüzde eğitim alanında önemli kavramlar incelendiğinde 21. yüzyıl becerileri, PISA ve TIMSS gibi değerlendirme sınavları, Endüstri 4.0 ve STEM gibi kavramlar ön plana çıkmaktadır. Ekonomik örgütlerin başında gösterilebilecek olan OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) eğitim konusu ile yakından ilgilenmektedir. OECD’nin eğitim ile ilgili veri toplamak için kullandığı değerlendirme yöntemlerinin başında PISA sınavı gelmektedir. PISA, OECD tarafından 3 yılda bir 15 yaş çocuklarının katıldığı uluslararası bir değerlendirme sınavıdır (OECD, 2015). Yapılan sınav hem 21. yüzyıl becerilerini hem de STEM’in iki akademik disiplini olan fen ve matematik bilgilerini değerlendirmek açısından da önem teşkil etmektedir. En son 2015 yılında yapılan

PISA sınavında Türkiye, fen ve matematikte oldukça düşük puanlar almıştır. PISA'nın 2015 yılındaki sınav sonuçlarına göre Türkiye'nin fen alanında OECD ortalamasının % - 13.7, matematik alanında ise % - 14.2 altında kaldığı görülmektedir. PISA sınavı sonuçlarına göre Türkiye'deki 15 yaş grubu öğrencilerinin fen ve matematik bilgilerinin dolayısıyla ayrı ayrı ele alınan STEM alanlarında öğrenmelerinin yetersiz olduğunu göstermektedir. Türkiye'deki öğrenciler PISA sınavındaki 6 seviyeden (OECD, 2015) genel olarak ilk üçünde başarılı olurken, yüksek analitik düşünme ve problem çözme düzeyi gerektiren soruların yer aldığı ikinci üç seviyede başarılı olamamaktadır. Bu nedenle Türkiye'deki öğrencilere verilen fen ve matematik eğitimlerinin öğrencilerin uluslararası sınavlarda istenilen seviyede puan almaları için yetersiz olduğu söylenebilir. Uluslararası sınavlarda yüksek puan alan ve uluslararası raporlarda örnek gösterilen Finlandiya, Kanada, Güney Kore gibi ülkeler incelendiğinde eğitim programlarını değiştirdikleri, öğrencileri günlük yaşam problemlerine ve 21. yüzyıl şartlarına göre hazırlamayı amaç edinmiş programlar uyguladıkları görülmektedir. ABD, Japonya, Rusya ve Çin gibi ülkelerle rekabet etmek için, 21'inci yüzyıl becerilerine sahip, inovasyon yapan ve bunları pazara aktarabilen bireylere ihtiyaç duyulmaktadır.

İçinde bulunulan çağda öğrencilerin yaratıcılık, iletişim kurma, teknoloji okuryazarı olma, işbirliği halinde olma, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi 21. yüzyıl gereksinimlerine uygun becerilere sahip olması (Partnership for 21st century learning, 2015), tasarımlar yapabilmesi için STEM eğitimi gibi yeni yaklaşımlara ihtiyaç vardır. İleri teknolojisi ile dünyanın önde gelen ülkelerinden birisi olan Amerika Birleşik Devletleri (ABD) uluslararası teknoloji ve bilim rekabetindeki önderliğini korumak ve 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirebilmek için fen ve matematiğin bilgilerinin, mühendislik ve teknolojinin pratik ve uygulamaları ile bütünleştirilmesini içeren STEM eğitim yaklaşımını öğretim programlarında kullanmaya başlamıştır (Breiner, Harkness & Johnson, 2012). STEM eğitim yaklaşımı, 1985 yılında ilk defa ABD'de 2061 projesinde halkın fen, matematik ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesi olarak ifade edilmiştir (Breiner vd., 2012). Bu yaklaşım 1990 yıllarda SMET olarak kısaltılsa da 2001 yılında Judith A. Ramaley tarafından fen, matematik, mühendislik ve teknoloji eğitim programlarını adlandırmak için STEM olarak kullanılmaya başlanmıştır (Sanders, 2009). ABD'de STEM eğitiminin yaygınlaştırılmasına

yönelik atılan önemli adımlardan biri The National Research Council (NRC), The Natioanal Science Teachers Association, The American Association for the Advancement of Science ve Achieve tarafından hazırlanan Yeni Nesil Fen Standartlarıdır (Next Generation Science Stadards-NGSS) (NGSS Lead States, 2013). NGSS ile STEM eğitiminin önemli bir birleşeni olan mühendislik eğitimi ve mühendislik tasarımı yeterince vurgulanarak öğretim programlarına ve uygulamalarına yansıtılmıştır. STEM eğitim yaklaşımının tamamen sınıf içinde uygulanmasında zorluklarla karşılaşmış ve bu nedenle okul dışı STEM eğitimi de STEM eğitimini yaygınlaştırmak için kullanılmıştır (Akgündüz vd., 2015). Türkiye’de hem sınıf içi hem de okul dışında yapılan çalışmalar bulunmaktadır (Baran, Bilici, Mesutoğlu ve Ocak, 2015; EGEÇEM, 2017; Gencer, 2015; ; STEM OKULU, 2017; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Bu çalışmaların bazılarında STEM eğitimi çok ön plana çıkmamakla birlikte mühendislik üzerine kurgulanan çalışmalar da mevcuttur (Çavaş, Bulut, Holbrook, & Rannikmae, 2013). STEM eğitim yaklaşımı kısa sürede dünyaya yayılarak gelişmiş ve gelişen ülkelerin öğretim programlarında yerini almıştır. Çin ve Hindistan gibi ülkelerde STEM kariyer alanlarında eğitim alan yükseköğretim öğrencilerinin çok olduğu görülmektedir. Bu nedenle 2030 yılında bu ülkelerin üretimde lider olarak ülkelerinin gelişimlerine önemli katkıları olacağı tahmin edilmektedir. Bu ülkelerin yanında Avrupa ülkeleri arasında Almanya’nın yükseköğretimde STEM alanlarına başlayan öğrenci sayısı olarak lider ülke olduğu görülmektedir (Akgündüz, 2018). STEM eğitim yaklaşımı doğru uygulandığı zaman öğrencilerin makinelerin çalışma prensibini anlamalarına ve teknolojik araçları etkili şekilde kullanmalarına yardımcı olacağı düşünülmektedir (Bybee, 2010). Ayrıca STEM disiplinleri hakkında öğrencilerin bilgi düzeylerinin gelişmesi ile bu disiplinlere yönelik ilgi ve öğrenmelerinin gelişeceği ve bu nedenle öğrencilerin gelecekte meslek tercihlerinde STEM alanlarına yöneleceği tahmin edilmektedir (Becker ve Park, 2011; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016).

Türkiye’de STEM eğitime olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Türkiye’de öğrencilerin uluslararası PISA ve TIMMS sınavlarında düşük performans göstermesi ve özel sektörün STEM eğitime yönelik girişimleri sonucunda çalışmalar başlamıştır. STEM eğitiminin ne olduğu, STEM’in öğretim programlarına nasıl entegre edileceği, ortaokul ve lise öğrencileri için nasıl eğitim verileceği, STEM’i anlatacak öğretmenlerin nasıl yetiştirileceği gibi konularda

tartışmalar ve çalışmalar sürmektedir. 2004 yılında Fen Bilimleri öğretim programındaki değişiklikler ile becerilerden ilk kez bahsedilmeye başlanmış ve BSB, FTTÇ, BİB, PÇB, TD gibi tanımlara, yapılandırmacılığın 3E, 5E, 7E gibi modellerine ve günlük yaşam temelli eğitime vurgular yapılmıştır. 2013 yılında daha az sayıda beceri içeren okunabilirliği arttırmak için yeni sorgulamaya dayalı eğitimi ön plana çıkaran bir öğretim programına geçilmiştir. 2017 yılında değerler eğitimine tüm ünitelerde yer vermeye çalışıldığı ve bilim uygulamaları ünitelerinde STEM eğitime yer verildiği görülmektedir. Yapısalcılıktan, yaşam temelli anlayışa ve son olarak STEM eğitime geçişin yapıldığı görülmektedir. Bu değişikliklerin temelinde, fen ve düz liselerin akademik yönden öğrencilerin gelişimini sağlaması ancak mesleki bilgi ve beceri yönünden zayıf öğrenciler yetiştirmesi ve bununla birlikte meslek liselerinin ise meslek eğitimi yönünden gelişmiş ancak akademik bilgi yönünden zayıf olan öğrenciler yetiştirmesi yatmaktadır. Çünkü içinde bulunduğumuz çağda 21. yüzyıl becerileri kazanmış ve meslekler için uygun becerinin yanında akademik bilgiye ulaşmayı ve bu bilgiyi kullanmayı bilen iş gücüne ihtiyaç vardır. Bu nedenle günlük hayatta karşılaşılan problemin üstesinden gelmek için akademik bilgisini ve becerisini kullanabilen bireyler yetiştirmek yenilenen öğretim programlarının amacı olmalıdır.

Öğretim programlarına entegre edilmesi önerilen STEM eğitimi hakkında birçok tanımlama mevcuttur. Bunlardan birisi STEM eğitimi, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasında köprüler kuran bir çalışma alanı olarak tanımlanmaktadır (Meng, Idris & Eu, 2014). Morrison'a (2006) göre STEM, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplin bilgilerinin entegrasyona dayalı olarak bütünleştirilmesi ile yeni bir alanın ortaya çıkmasıdır. Genellikle teknoloji ve mühendislik tasarımına dayalı olarak matematik ve fen konularının öğretiminde bu alanlarla ilgili bilgi ve becerilerin entegrasyonun sağlanması önemlidir (Bybee, 2010; Guzey, Harwell, & Moore, 2014; Smith ve Karr-Kidwell, 2000; Yamak vd., 2014). STEM eğitimi fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarının ayrı ayrı öğretilmesi yerine bu alanlara ait bilgi ve becerilerin mühendislik tasarımı üzerine birleştirilerek, öğrencilerin disiplinler arası grup çalışması yapma, iletişim kurma, araştırma, yaratıcı düşünme, üretme ve problem çözme becerilerini kazanmasını sağlayacak yeni bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2010; Dugger, 2010).

STEM eğitiminin temel amacı fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanları arasında ilişkiler kurarak öğrencilerin öğrenmelerini tek bir alan yerine bütüncül şekilde geliştirmektir (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). National Governors Association Report (2007)'a göre STEM eğitimi bilimsel, matematiksel, mühendislik ve STEM okuryazarlığını geliştirmeyi amaç edinmiştir. Benzer şekilde Rogers ve Porstmore (2004)'a göre STEM eğitiminin amacı, öğrencilerin farklı alanlar arasında ilişki kurarak mühendislik tasarımı yapması, bu tasarımlarıyla günlük yaşam problemlerine yönelik yaratıcı ve gerçekçi çözümler ortaya koyabilmesidir. Bu tanımlara göre STEM eğitiminin amacı öğrencilerin gerçekçi yaşam problemleri ile fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarının içeriklerini ilişkilendirerek gerçekçi mühendislik tasarımları oluşturmalarıdır (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016). Bu yüzden etkili bir STEM eğitimi için disiplinlerin tek tek ele alınması yerine gerçek hayatla bütünleştirilmiş birden çok disiplininin bütüncül olarak eğitime entegre edilmesi önerilmektedir (Riechert & Post, 2010). Bütün disiplinlerin bir arada entegre edildiği STEM eğitimi işbirliği yapma, eleştirel düşünme, liderlik yeteneği, uyum yeteneği, bilimsel düşünme, girişimcilik, bilgiye erişebilme ve kullanabilme, problem çözme, merak ve hayâl gücü, iletişim kurabilme, gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır (Bybee, 2010). STEM eğitimi ile yetişen bireylerin problem çözme, yenilikçi, eleştirel düşünme, bilimsel okuryazar ve üst düzey düşünme becerilerine sahip olması beklenmektedir (Morrison, 2006). Kısacası, STEM eğitimi, öğrencilerin yaşam boyu karşılarına çıkan problemlere disiplinler arası bakış açısı ile bakarak, 21. yüzyıl becerilerini kazanmasına yardımcı olan ve fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarında bilgi ve beceriler kazanmasını sağlayan önemli bir eğitim yaklaşımıdır. Bu nedenle, bu eğitim yaklaşımının kullanılmasının, iş gücü piyasasında, üretim, AR-GE, inovasyon, teknik altyapı ve süreç geliştirme konularında, nitelikli iş gücü yetişmesinde yararlı olacağı düşünülmektedir (TÜSİAD, 2014). Ülkelerin kalkınmalarını etkileyen bilimsel ve teknolojik yeni ilerlemeler, bireylerin teknoloji ve bilimsel okuryazarlıklarını geliştirmenin yanında gelecek için önemli mühendisler ve uzmanlar yetiştirmede önemli bir role sahiptir (Miaoulis, 2008). Bu bakış açısıyla STEM eğitimi ele alındığında, bir ülkenin teknolojik ve bilimsel yeniliklerde önde olabilmesi ve ekonomik olarak kalkınabilmesi eğitim sistemine bu yaklaşımı entegre etmesiyle ilişkilidir (Lacey & Wright, 2009). Bu sebeple öğrencilerin STEM disiplinlerine ve kariyerlerine olan ilgisi küçük yaşta

belirlenerek öğrencilerin STEM alanlarına ve kariyerlerine olan ilgisine göre eğitim verilmesi çok önemlidir (National Research Council [NRC], 2011).

1.1. Problem Durumu

“Science”, “technology”, “engineering” ve “mathematics” kelimelerinin baş harflerinin kısaltması olarak kullanılan STEM eğitimi bu disiplinlerin, birbirleriyle kesişmelerinden dolayı bütüncül bir yaklaşım ile öğretilmesini önermektedir. STEM eğitimi için alanında uzmanlaşmış araştırmacılar tarafından önerilen tek tanım olamamakla birlikte STEM eğitimi, içerdiği disiplinlerin disiplinler arası ve bütüncül olarak öğretilmesi olarak tanımlanmaktadır (Thomas, 2014). Alan yazında STEM eğitimi; disiplinler arası olması, bireylerin rekabet içinde STEM okuryazarlığının geliştirilmesi, okul, aile, toplum iş arasında bağlantı yapması, öğrencileri girişimciliğe itmesi ve STEM disiplinleri arasındaki bağlantıyı öğrencilere bütüncül olarak vermesi açısından ön plana çıkmaktadır (Dugger, 2010).

STEM eğitimi dünyada birçok ülkede okul öncesinden başlayarak lisansüstü seviyeye kadar farklı sınıf düzeylerinde hem okullarda örgün eğitim olarak hem de okul dışındaki eğitim faaliyetlerinde uygulanmaktadır. Uygulanan ülkeler arasında ABD, uygulamaların rahat ilerleyebilmesi için gerekli altyapılara önem vermektedir. ABD, bilim ve teknolojide liderliğini sürdürmek ve gelecekte refah ve ilerlemesinin devam etmesi için özellikle lise seviyesinde STEM eğitime önem vermektedir (President’s Council of Advisors on Science and Technology, 2015). STEM eğitimi genel olarak, STEM okuryazarı iş gücü yetiştirmeyi, ülkeler için ekonomik üstünlük sağlayacak ilerlemeleri gerçekleştirmeyi, gelecekteki iş alanları için yeterli ve beklenen becerilere sahip bireyler yetiştirmeyi amaç edinmektedir (Thomas, 2014). Ülkeler için ekonomik avantaj sağlayacak ve çağın gereksinimlerine göre yetişmiş, inovasyon becerisi gelişmiş ve yeniliklere ayak uyduran bireyler yetiştirmek STEM eğitimi açısından önemlidir. Araştırma yapma, sorgulama, eleştirel ve analitik düşünme, yaratıcılık ve karar verme becerisine sahip olma 21. yüzyılda kişilerden beklenen özelliklerdir. Bu becerilerin bireylerle kazandırılmasında fen ve matematik disiplinleri ile ilişkili olan teknoloji ve mühendislik alanlarının rolü önemlidir (Yamak vd, 2014). STEM eğitiminin yeni çağın ihtiyaçlarına göre yeni nesil mühendis ve bilim insanı yetiştirmek için etkili bir eğitim yaklaşımı olduğu söylenebilir. Günümüzde teknolojinin hızlı gelişimine

ve yeni teknolojik araçların üretilmesine rağmen bu araçlardan etkili şekilde faydalanan ve yeni teknolojik araçları bulup üretecek olan bireylerin sayısının az olduğu öne sürülmektedir. STEM eğitimi sayesinde bu eksikliğin giderilmesi beklenmektedir (Guzey, Harwell & Moore, 2014). Ayrıca öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik ilgisi gün geçtikçe azalmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin STEM disiplinlerine olan ilgilerinin ve yaklaşımlarının artırılması ve öğrencilerin bu alanlara yönlendirilmesi gerekmektedir. Ülkeler ancak bu sayede gelecek için rekabete açık, iş yeterlilikleri açısından gelişmiş, çağa ayak uyduran, girişimci ve yenilikleri üreten bireyler yetiştirebilirler (Wang, 2012). Bu nedenle ABD, özgün ve gelişmiş ürünler üreten, yaratıcı ve dünya pazarındaki ekonomik yarışta ülkesini lider konumda tutacak bireyleri yetiştirmek için STEM eğitimi yaklaşımının kullanılmasına ve giderek yaygınlaştırılmasına önem vermektedir. Bunun sebebi birçok ülkede olduğu gibi ihtiyaç duyulan sayıda ve nitelikte iş gücünün olmaması, özellikle de mühendislik alanını tercih eden yetişmiş birey sayısının az olmasıdır. Bu nedenle birçok ülke STEM alanlarında bilgi ve beceriye sahip bireyler yetiştirmek için öğretim programlarına STEM eğitim yaklaşımını entegre etmeye çalışmaktadır. ABD, 2004 yılındaki K-12 sisteminde mühendislik eğitiminin yaygınlaştırılması için STEM eğitime “Engineering 2020” (National Academy of Engineering, 2004) adlı çalışmada ilk olarak yer vermiştir. Daha sonra Ulusal Mühendislik Akademisinin raporunda K-12 öğrencileri için uygulanan mühendislik çalışmaları değerlendirilmiştir. NSF tarafından K-12 için mühendislik eğitiminin kullanılması ve yaygınlaştırılması için öğretim programları yayınlanmıştır. Fen eğitimi yönlerinden The Next Generation Science Standards (NGSS) isimli öğretim programı çalışmasında mühendisliğin fen ve matematik ile entegre edilerek anlatılması öne çıkmıştır. Benzer şekilde Avustralya’da STEM disiplinlerine ve mühendislik alanlarına olan ilginin ve yetişen iş gücünün azalması sonucu ülkede STEM eğitime yönelik birçok öğretim programı ile ilgili raporlar hazırlanmıştır. Bunlardan öne çıkanları “Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach (2013), The Chief Scientist’s report Science, Technology, Engineering and Mathematics: Australia’s Future (2014) ve The National STEM School Education Strategy (2015)’dir. Bu kapsamda bu raporlardan sonuncusu Avustralya Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 6 değişik eyalette, STEM bilgi ve becerileriyle donatılmış STEM okuryazarı bireyler yetiştirmek ve bu bireylerin toplumun mühendislik, bilimsel, çevre ve sosyal sorunları için çözüm bulmaları amacıyla

onaylanmıştır (Australian Council for Educational Research [ACER], 2015). Bu raporlarda Avustralya'nın STEM eğitim yaklaşımını öğretim programlarında kullanarak ekonomik olarak diğer ülkeler ile yarışabilir, eğitim ve hayat boyu öğrenebilen bireyler yetiştiren, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde başarılı ve küresel dünyayla etkileşim halinde olan bir ülke olmayı amaç edindiği açıklanmaktadır. Bir diğer dikkat çeken ülke olan Brezilya ise 2009 yılında "STEM Brasil" ve "Science without Borders" isimli iki STEM programı başlatmıştır. Bu programlar sayesinde 2014 yılına kadar 101.000 Brezilyalı öğrenciye ulaşmayı ve ülkenin ekonomik kalkınması için genç nüfusunu 21. yüzyıla hazırlamayı amaç edinmiştir. Avrupa'da ise STEM alanlarında çalışan mevcut bireylerin yaşlanması üzerine STEM bilgi ve becerisine dayalı hızlı ilerleyen ve büyüyen endüstri için gerekli iş gücünü yetiştirebilmek adına çağın getirdiği yeniliklere ayak uydurabilen genç nüfusun yetiştirilmesi için STEM eğitimine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan birisi olarak 31 ülkenin Milli Eğitim Bakanlığı sponsorluğunda STEM eğitimi faaliyetleri için Ingenious isimli organizasyon kurulmuştur. STEM temelli eğitimi yaygınlaştırmak ve öğretmen eğitimi için The European STEM Professional Development Centre Network (Avrupa STEM Profesyonel Gelişim Merkezleri Ağı) isimli organizasyonlar gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde Türkiye de uluslararası küresel ekonomik rekabette ve ilerlemede geri kalmamak için STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları üniversitelerde kurulan STEM merkezleri, TÜBİTAK ve MEB öğretim programı geliştirme ve proje çalışmaları, 21. yüzyıl şartlarına uygun eğitim verebilecek öğretmen yetiştirmek için öğretmenlik programlarının değiştirilmesi ve yenilenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı olarak gösterilebilir. Ancak yenilenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde NGSS'ye benzer şekilde STEM eğitimi yaklaşımının fen bilimleri ve mühendislik adı altında 4. sınıftan 8. sınıfa kadar son ünite olarak ele alındığı görülmektedir. NGSS'de okul öncesinden üniversiteye kadar her seviyede STEM eğitime yönelik mühendislik tasarımı ve fen bilimleri uygulamaları bulunmaktayken, Türkiye'de sadece 4. sınıftan 8. sınıf seviyesine kadar yer verildiği görülmektedir. Ayrıca STEM eğitimi için sadece mühendislik uygulamalarına yer verilmesi de yeterli görülmemektedir. STEM eğitimin doğası gereği tüm Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'na entegre edilmesi daha doğru olacaktır. Bu sayede fen bilimleri derslerinin tümünde öğrenciler problem çözme, bilimsel süreç ve mühendislik becerileri kazanma ve tasarım yapma şansı

yakalayacaktır. Yapılan çalışmalarda STEM eğitiminin etkili uygulanabilmesi; STEM derslerinin öğretim programlarına konması, öğrencilerin başarılarının ölçülmesi ve değerlendirmenin STEM becerilerine göre yapılması, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına önem verilmesi ve öğretim programlarında uygulamaya daha fazla yer verilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Akgündüz vd., 2015). Bu nedenle öğretim programını temel alarak hazırlanan STEM eğitimi uygulamalarına uygulamadaki avantaj ve sınırlılıkların belirlenmesi ve programın etkililiğinin ölçülmesi açısından ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Alan yazın ve ülkelerin yaptığı çalışmalar incelendiğinde ülkelerin küresel rekabette yer almak ve genç nüfusu geleceğe hazırlamak için STEM eğitime önem verdikleri görülmektedir. Dolayısıyla STEM eğitimi almış öğrenci sayısının artmasıyla endüstri ve sanayide üreten ve geliştiren iş gücünün artması beklenmektedir. Eğitim açısından bakıldığında ise STEM eğitimi alan öğrencilerin fen ve matematik konularını somutlaştırarak öğrenmesi onların motivasyonlarını arttıracaktır. Ayrıca öğrencilerin fen ve matematik derslerinde problem çözerken ürettikleri mühendislik tasarımları, konuları daha iyi kavramalarına yardımcı olacaktır. Bu alanlara ek olarak teknolojinin entegrasyonu fen ve matematik derslerini içerik ve öğretim materyali bakımından zengin ve çekici hale getirecektir (Schaefer, Sullivan & Yowell, 2003). Birden çok disiplinin bütünleştirilerek disiplinler arası bir eğitim yaklaşımının kullanılması öğrencilerin daha fazla disipline ait bilgi ve beceri sahibi olmasını, ilgi, motivasyon, iş birliği içinde öğrenme ve problem çözme becerilerini geliştirmesini sağlayacaktır (Niess, 2005). STEM temelli etkinlikler, günlük yaşamdan alınmış problemlerle desteklenerek öğrencilerin günlük hayatta karşılarına çıkan problemler karşısında farklı disiplinlerden yola çıkarak çözüm üretmeleri için onları günlük hayata hazırlamalıdır. Öğrencilerin STEM etkinlikleri sayesinde deneme, dizayn etme, verileri toplama, analiz etme, çıkarımlarda ve yorumlarda bulunma, doğal olaylarla ilişkiler kurabilme becerilerinin gelişmesi beklenmektedir. STEM temelli etkinlikler öğrencilere bir yaşantı yoluyla bilgi aktarımı yaptığı için öğrencinin bilgiyi kendisinin anlamlandırmasına ve daha kalıcı olmasına yardımcı olur (Wang, 2012). Ayrıca küresel ölçekte ekonomik ve teknolojik alanlardaki yarışlarda yer alabilmek için genç nüfusun STEM alanlarında niteliklerinin ve yeterliliklerinin geliştirilmesi, üzerinde zaman harcanması gereken önemli bir konudur. Ancak, Türkiye’de alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde çalışmaların

sınırlı olduğu ve kapsamlı çalışmalara yer verilmediği görülmektedir (Baran, Canbazoglu-Bilici ve Mesutoğlu, 2017; Karahan, Canbazoglu Bilici ve Ünal, 2015; Şahin, vd., 2014; Yamak vd., 2014). Benzer şekilde alan yazında STEM disiplinlerinin entegre edilerek sınıf içinde nasıl uygulanacağı ve nasıl ilişkilendirileceğine, öğretmenlerin STEM eğitimini nasıl uygulayacağına yönelik çalışmalar da az sayıdadır (Bahar, Yener, Yılmaz, Emen ve Gürer, 2018; Gülhan ve Şahin, 2016; Yıldırım, 2017).

Bu nedenle bu çalışma öğretmenlere STEM temelli tasarım etkinliklerinin nasıl olması gerektiği konusunda örnek oluşturması açısından önemlidir. Ayrıca bu tezde mevcut öğretim programlarındaki kazanımlara uygun STEM etkinlikleri oluşturulup öğrencilere uygulanması ile örnek STEM etkinlikleri oluşturulmuştur. Bu uygulamalar esnasında öğrencilerin STEM eğitiminin odağında olmasından dolayı onların görüşlerinin, süreç içinde geliştirdikleri becerilerinin, STEM kariyer ilgilerinin, STEM eğitime yönelik öğrenme stratejileri ve motivasyonlarının, akademik başarılarının incelenmesi literatürde bu konu hakkındaki önemli bir boşluğu dolduracaktır. Bununla birlikte bu tezin, yapılacak olan STEM eğitimi ile ilgili çalışmalara önemli bir desteği olacağı düşünülmektedir.

1.2. Problem Cümlesi

Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM) etkinliklerinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bu alanlarla ilgili motivasyonları ile kariyer ilgilerine, akademik başarılarına ve STEM'e yönelik görüşleri ile ürün performans düzeylerine etkisi nedir?

1.2.1. Araştırmanın Amacı ve Alt Problemler

Bu iç içe desenli çalışmanın genel amacı iki katmanlıdır: ortaokul öğrencileri için hazırlanan STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin STEM kariyer ilgilerine, öğrenme stratejilerine, motivasyonlarına, bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisini değerlendirmek, etkinliklerin sürecini ve uygulamasını incelemektir. Bu amaca uygun olarak fen bilimleri derslerinde STEM konusunda hazırlanan iyi uygulama örnekleriyle STEM'in öğrencilerin kariyer ilgilerine, stratejilerine, motivasyonlarına, bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisini incelemektir. Ayrıca STEM temelli öğrenim gören deney

grubu öğrencilerinin öğrenme sürecine yönelik görüşleri ve bu süreçteki ürün-performanslarının belirlenmesi amaç edinilmiştir. Bu durumdan yola çıkılarak belirlenen araştırma problemi; ‘Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM) etkinliklerinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bu alanlarla ilgili motivasyonları ile kariyer ilgilerine, akademik başarılarına ve STEM’e yönelik görüşleri ile ürün performans düzeylerine etkisi nedir?’ sorusu araştırmanın problem cümlesini oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

Araştırmanın alt problemleri ise şunlardır:

Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM) etkinliklerinin uygulandığı ortaokul 7. sınıf öğrencilerinden oluşan deney grubu ile kontrol grubunun;

1. Bilimsel süreç becerileri testi ön test puanları kontrol edildiğinde, son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Fen bilimleri dersine ilişkin akademik başarı ön test puanları kontrol edildiğinde, son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. STEM kariyer ilgilerine ait ön test puanları kontrol edildiğinde, STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin kariyer ilgileri ve kariyer ilgilerinin alt boyutlarına etkisi nedir?
4. STEM öğrenme stratejilerine ait ön test puanları kontrol edildiğinde, STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin STEM öğrenme stratejileri ve STEM öğrenme stratejilerinin alt boyutlarına etkisi nedir?
5. STEM öğrenme motivasyonlarına ait ön test puanları kontrol edildiğinde, STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin STEM öğrenme motivasyonlarına ve STEM öğrenme motivasyonlarının alt boyutlarına etkisi nedir?
6. STEM etkinlikleri sonrasında öğrencilerin STEM etkinliklerine yönelik görüşleri nasıldır?
7. STEM etkinlikleri süresince öğrencilerin oluşturdukları STEM ürün-performans düzeyi nasıldır?

1.3. Araştırmanın Önemi

STEM eğitimi, öğrencilerin birçok disiplinde öğrendiği bilgi ve beceriyi mühendislik tasarımları ve teknoloji ile birleştirmesiyle ifade edilir. Öğrencilerin bunu gerçekleştirirken 21. yüzyıl becerilerini elde etmesi, eğitim faaliyeti olarak öğrenciler açısından önemli kazançlar sağlamaktadır. STEM eğitimi yaklaşımının diğer bir amacı ekonomik ve teknolojik olarak rekabete açık, yeni nesil genç iş gücünü oluşturarak yaratıcı ve inovasyon yapacak bireyleri yetiştirmektedir. Bu yeni nesil iş gücünü yetiştirebilmek için yeni eğitim yaklaşımlarına ve günümüze uygun eğitim faaliyetlerine ihtiyaç vardır. Bu kapsamda STEM eğitim yaklaşımı öğrencilerin günümüz ve gelecek ihtiyaçlarına göre eğitim almaları için öne çıkan bir yaklaşımdır.

Dünyadaki lider ülkeler ve bireyler incelendiğinde, temel ve ortak özellik olarak mühendislik ve teknolojik açıdan üretime önem verme karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle 21. yüzyılda liderlik etmek ve bu rekabette iyi konumda bulunmak için STEM eğitimi ile yetişmiş iş gücüne ve bireylere ihtiyaç vardır. STEM eğitimi bireyleri yetiştirmek için başta ABD ve Avrupa’da önemli yatırımlar ve faaliyetler gerçekleştirilmekte (Akgündüz vd., 2015), öğretim programları ve okullar STEM eğitime göre değiştirilmekte (Achieve, 2012), okul dışı ve okul sonrası eğitim faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de ise TÜBİTAK ve özel kuruluşlar dışında 2018 yılında değişen öğretim programından başka herhangi önemli bir ilerleme görülmemektedir. 2018 yılında uygulamaya konulan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nın ve öğretmen yetiştirme öğretim programlarının değiştirilmesinin ülkemizde STEM eğitime katkısı olması beklenmektedir.

STEM eğitim programının uygulanması ve öğretim programlarıyla bütünleştirilmesinde bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. Bu sınırlılıkların başında öğretim programlarının STEM eğitimi yaklaşımına göre düzenlenmesi ve STEM eğitiminin öğretim programlarına tamamen entegre edilmesi gelmektedir. STEM eğitiminin yenilenen öğretim programı içerisinde sadece bilim uygulamaları ünitesine entegre edilmiş olması, tüm fen konularının STEM eğitimiyle bütünleştirilmesinin önünde bir engel olarak görülmektedir. Öğretmenlerin de STEM eğitimini fen konularına nasıl entegre edeceği hakkında uygulamalı olarak eğitim almaması ve uygulamaya dönük çalışmaların alan yazında sınırlı olması STEM eğitimi yaklaşımının fen konularına entegrasyonunun nasıl

gerçekleştirileceği konusunda önemli bir sınırlılık olarak karşımıza çıkmaktadır (Aydeniz, 2017; Bahar, 2018).

Ülkelerin öğretim programları, ülkede yaşayan bireylerin bilgi ve becerilerini geliştirmek ve onların sahip oldukları yeteneklerini ortaya çıkarmak için mevcuttur. STEM eğitiminin okul öncesinden üniversiteye kadar her eğitim seviyesinde yer alması, disiplinler arası ve mühendislik uygulamalarının öğretime aktarılması Türkiye'nin küresel ekonomik yarışta lider ülkeler arasında yer almasına önemli şekilde destek olacaktır.

STEM eğitiminin öğretim programlarına bütünleştirilme çalışmaları dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de hızlanarak devam etmektedir. TÜSİAD Türkiye STEM iş gücü raporu (TÜSİAD, 2014), MEB STEM Eğitimi Raporu (MEB, 2016), 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi Raporu (TÜSİAD, 2017), İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından yayınlanan Türkiye'nin STEM eğitimi ile ilgili ilk raporu- STEM Eğitim Türkiye Raporu (Akgündüz vd., 2015), STEM eğitiminin Öğretim Programına Entegrasyonu: Çalıştay Raporu (Akgündüz, Ertepinar, Ger ve Türk, 2018) ve Aydeniz (2017) tarafından yayınlanan Eğitim sistemimiz ve 21. Yüzyıl Hayalimiz: 2045 Hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı Ekonomik Bir Yol haritası isimli raporları Türkiye'de STEM eğitimi hakkında yayınlanmış önemli raporlardır. Ayrıca bu çalışmaların yanında üniversitelerde yapılan proje çalışmaları mevcuttur. Ancak Türkiye'de STEM eğitiminin öğretim programına nasıl entegre edileceğine ve uygulamaya dönük çalışmalar sınırlıdır. STEM eğitiminin öğretim programına nasıl entegre edileceğine yönelik bilgiler sonuçlara ve verilere dayanmaktan çok literatürdeki alıntılar ve raporlara dayanmaktadır. Bu nedenle STEM eğitiminin öğretim programıyla nasıl bütünleştirileceğine ve nasıl uygulanacağına yönelik STEM eğitimi uygulama sonuçlarına ve etkisinin incelenmesine ihtiyaç vardır.

STEM eğitiminde öğrencilerin fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarında okuryazar olmaları, 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları, bilimsel süreç becerilerini kazanmaları, tasarım ve mühendislik becerilerinin gelişmesi, STEM alanlarındaki akademik başarılarının artması, STEM alanlarındaki yeni mesleklere ilgilerinin artması, duyuşsal olarak bu alanlara yönelik ilgi ve motivasyonlarının artması, STEM alanlarına yönelik öğrenme stratejilerinin geliştirilmesi, STEM alanlarına yönelik tutumlarının artması gibi bilişsel ve

duyuşsal gelişimlerin olması beklenmektedir. Öğrencilerin sadece bilişsel boyuttaki bilgi ve becerilerinin gelişmesinin yanında duyuşsal alandaki motivasyonlarının artmasının başarılı olmalarındaki önemli etken olduğu görülmektedir (Thompson & Mintzes, 2002). Bu nedenle sadece bilişsel becerilerin gelişimine odaklanan çalışmaların öğrencilerin gelişiminde etkili olmadığı, bilişsel ve duyuşsal becerilerin birlikte geliştirilmesine odaklanan çalışmaların öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirmede daha başarılı oldukları görülmektedir (Walberg, 1984).

Bu nedenle bu çalışmada hem bilişsel, hem duyuşsal, hem de devinişsel kazanımlara da önem verilmiştir. Öğrencilerin bilişsel olarak akademik başarılarının, bilimsel süreç becerilerinin; duyuşsal olarak STEM kariyer ilgilerinin, motivasyon ve öğrenme stratejilerinin; devinişsel olarak etkinlikler süresince öğrencilerin STEM etkinlikleri esnasında davranışları mühendislik tasarım süreci açısından incelenmiştir. Ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde ortaokul öğrencilerine yönelik mevcut öğretim programları temel alınarak hazırlanan ve uygulanan STEM etkinliklerinin bilişsel, duyuşsal ve devinişsel kazanımları açısından etkisini inceleyen bir karma yöntem çalışma ile karşılaşmamıştır. Çalışmada hem deneysel olarak öğrenciler üzerinde bilişsel ve duyuşsal etkilerinin incelenmesi hem de devinişsel kazanımlar açısından öğrencilerin STEM etkinlikleri süresince sınıf içi davranışlarının gözlenmesi adına önemli katkı sunacağı görülmektedir. Ulusal ve uluslararası çalışmalar incelendiğinde STEM alanıyla ilgili çalışmaların ağırlıklı olarak ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmediği görülmektedir (Baran, Bilici, Mesutoglu & Ocak, 2016; Bozkurt, 2014; Choi & Hong, 2015; Elliott, Oty, McArthur & Clark, 2001; Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx & Mamlok-Naaman, 2004; Gülhan & Şahin, 2016; Judson, 2014; Marulcu & Höbek, 2014; Marulcu & Sungur, 2012; Yamak, Bulut & Dündar, 2014; Yıldırım & Altun, 2015). Ulusal düzeyde 7. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmalara STEM alanının bir boyutuna odaklanan (Ercan, 2014), bilişsel ve duyuşsal kazanımlara odaklanan (Pekbay, 2017; Yıldırım, 2016) sınırlı çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

Bu nedenle bu çalışmada tüm ortaokul öğrencilerine bütün konularda uygulanmasının zorluğu göz önüne alınarak STEM etkinliklerinin sadece 7. sınıf seviyesindeki öğrencilere uygulanmasının sonuçlarının incelenmesi ve öğrencilerin bilgi, beceri ve motivasyonları üzerindeki etkisinin incelenmesi

önemlidir. Bu sayede alan yazında uygulamaya dönük olarak öğrencilerin kariyer ilgileri, bilgi, beceri ve görüşleri hakkındaki sonuçlar ile bu boşluk giderilecektir.

1.4. Sınırlılıklar

Bu çalışma;

- Öğretim programlarındaki 7. sınıf öğretim kazanımlarına göre hazırlanan ve fen bilimleri derslerindeki “İnsan ve Çevre ilişkileri”, “Elektrik Enerjisi” ve “Güneş Sistemi ve Ötesi” ünitelerindeki konuların öğretimiyle,
- Araştırma için kullanılan “STEM kariyer ve ilgi ölçeği”, Fen Başarı Testi”, “Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği”, “STEM öğrenme stratejileri ve motivasyonu ölçeği” veri toplama araçlarıyla ve bu veri toplama araçlarıyla toplanan verilerle,
- Çalışma grubunu oluşturan 7. sınıf öğrencilerinin görüşme sorularına verdikleri yanıtlar ve STEM etkinliklerinin uygulandığı sınıflardaki öğrencilerin gözlem rubriğine göre gözlem verileri ile sınırlıdır.

1.5. Sayıtlar

Bu çalışma;

- Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin etkinlikleri birbirleriyle paylaşmadıkları,
- Araştırmacının çalışma süresince ön yargılarından bağımsız olarak hareket ettiği,
- Araştırma kapsamında kullanılan ölçeklerin geliştirilmesinde görüşlerine başvuru uzmanların, yansız ve samimi bir şekilde görüş bildirdiği,
- Öğrencilerin ölçme araçlarına objektif ve gerçekçi cevaplar verdikleri varsayılmaktadır.

1.6. Tanımlar

STEM eğitimi: Fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin entegre edilerek bütüncül bir anlayış ile uygulamaya dönük olan bir yaklaşımdır (Morrison, Bartlett & Raymond, 2009). Fen ve matematik disiplinlerine odaklanmakla birlikte teknoloji ve mühendislik disiplinlerini de içeren bir yaklaşımdır (Bybee, 2010).

STEAM: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına sanat alanı entegre edilerek sanat, tasarım ve yaratıcılığın eğitim sürecine önemli katkı sağlayacağı vurgulanmaktadır (Eger, 2013; Platz, 2007).

STEM Etkinliği: Fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarından en az iki alana dair bilgi ve becerilerin kullanılması ve artırılmasına yönelik oluşturulan etkinliktir (Corlu, Capraro, Capraro, 2014).

STEM okuryazarlığı: Günlük yaşantısında karşılaştığı her türlü probleme, sahip olduğu 21. yüzyıl becerilerini kullanarak içinde bulunduğu topluluk ile iş birliği ve takım çalışması eşliğinde iletişim kurarak etkin çözümler üreten, yenilikçi ve girişimci bireylerin sahip olduğu niteliktir (Karademir, 2017).

Mühendislik Tasarım Süreci: Problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırabilecekleri konusunda stratejileri geliştirmesini kapsayan süreçtir (MEB, 2018)

Bilimsel süreç becerileri: Dünya hakkında bilgi edinmek ve bu bilgiyi düzenli hale getirmek için sahip olunan becerilerdir (Ostlund, 1992). Fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran, öğrencilerin öğrenmede etkin olmasını sağlayan, kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştiren ve öğrenmenin kalıcılığını artıran temel becerilerdir (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1997).

STEM kariyerleri: Fiziksel ve yaşam bilimleri, bilgisayar bilimi, matematik ve mühendislik alanlarında olduğu gibi bu alanlardan herhangi birinde eğitim almasını gerektiren tüm meslekleri içerir.

STEM eğitimine yönelik motivasyon: Öğrenenlerin STEM disiplinlerine ilişkin konu ve kavramları öğrenme isteklerinden, bu konu ve kavramlara yönelik tutumlarından, ilgilerinden, olumlu-olumsuz ve içsel-dışsal özellikteki tüm duygularından etkilenen duyuşsal bir özelliktir.

21. yüzyıl becerileri: Bilgi toplumundaki bireylerin çağa uyum sağlamalarını kolaylaştırmasına yönelik bilginin ulaşılması, çözümlenmesi ve yorumlanmasının sağlıklı yapılabilmesine olanak sağlayan gerekli tüm becerilerdir (P21, 2015).

Fen başarısı: Fen bilimleri dersinde öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrasında dersle ilgili konularda bilişsel durumlarını ve öğrenme düzeylerini açıklamak için kullanılan bilişsel bir özelliktir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Disiplinler Arası Öğretim Yaklaşımı

STEM, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının baş harflerinin kullanılarak kısaltılmış olduğu bir isimlendirmedir. STEM eğitimi bu disiplinlerin birlikte bütünleştirilerek verildiği bir disiplinler arası eğitimidir. Ayrıca STEM eğitimi sadece fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin öğretilmesi değil ayrıca bu alanların öğrenilmesi olarak da tanımlanmaktadır (Gonzalez & Kuenzi, 2012). Bu açıdan bakıldığında STEM eğitimi öğrencilerin ve öğretmenlerin farklı alanlarda sorgulamalar yaparak uzmanlaştığı bir eğitim süreci olarak görülebilir. Ek olarak, STEM eğitimi ülkelerin 21. yüzyıl gerekliliklerine göre bireylerini hazırlayarak ülkelerin bilgi yarışında ve bunun sonucu olan ekonomik gelişimde öne çıkmalarını sağlayacak bir eğitim yaklaşımı olarak görülmektedir (Bybee, 2010). STEM eğitimi fen ve matematik öğretim programlarının mühendislik ve teknoloji disiplinleri ile birleşerek multidisipliner bir hale gelmesi olarak açıklanabilir (Ramaley, 2007). STEM eğitiminin genel amaçları arasında STEM okuryazarlığı, kişilerin gerçek hayat problemlerini tanımlaması, doğal ve tasarlanmış ortamları açıklaması ve STEM’le ilgili problemlere kanıta dayalı sonuçlar üretme için gerekli bilgi, tutum ve becerilere sahip olması, STEM disiplinlerinin karakteristik özelliklerini bilgi, keşif ve tasarım şeklinde kavraması, STEM disiplinlerinin entelektüel ve kültürel çevremizi nasıl etkilediğinin farkında olması ve yapıcı, ilgili ve yansıtıcı bireyler olarak STEM’le ilgili problemlere ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematiksel konularla ilgili olması olarak açıklanmıştır (Bybee, 2013). Bu amaçlara uygun olarak uygulanan STEM eğitime katılan bireylerin STEM okuryazarı olmaları, günlük hayatta karşılaştıkları bireysel ve toplumsal problemlere karşı STEM eğitiminden kazandıkları bilgi ve becerileri kullanarak çözüm bulmaları beklenmektedir.

STEM eğitimi ve öğretiminin ülkeye üç temel entelektüel kazanç sağlaması beklenmektedir (National Science Teachers Association [NSTA], 2010):

- Ülkenin ekonomik büyümesinin merkezinde yer alan araştırma ve geliştirmeye devam eden bilim adamları ve mühendisler yetiştirmesine yardımcı olur.

- Hızla gelişmekte olan bilimsel ve mühendislik yeniliklerine ayak uydurabilecek teknolojik açıdan yetkin çalışanlar yetişmesini sağlar.
- Kamu politikası hakkında akıllı kararlar veren ve çevrelerindeki dünyayı anlayan bilimsel okuryazar seçmenler ve vatandaşlar yetişmesine katkı sağlar.

Bu kazançları elde edebilmek için STEM girişimleri, okul öncesi eğitiminden üniversite eğitime kadar eğitimin geliştirilmesini amaçlar. Bu girişimler sayesinde öğrencilerin sadece güncel sorunları çözebilen bireyler olarak değil, aynı zamanda geleceğin hayal edilemeyen sorunlarını da çözebilecek bireyler olarak yetiştirilmesi sağlanır.

Ayrıca Amerikan Ulusal Yöneticiler Derneği Raporu'nda (National Governors Association [NGA], 2007) STEM eğitiminin mevcut hedefleri arasında “Yenilikçi Amerika: Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematiği yeniden yapılandırma gündeminde” çeşitli alanlarda öğrencilerin okuryazar hale getirilmesi önerilmektedir. Bu alanlar:

Bilimsel okuryazarlık, doğal dünyayı anlamak için bilimsel bilgi ve yöntemleri kullanma ve onu etkileyen kararlara katılma yeteneğidir.

Teknolojik okuryazarlık, teknolojiyi kullanma, yönetme, anlama ve değerlendirme yeteneğinin yanı sıra yeni teknolojilerin nasıl kullanılacağını bilmek, yeni teknolojilerin nasıl geliştirildiğini anlamak ve yeni teknolojilerin bizi nasıl etkilediğini, ülkemizin ve dünyanın nasıl etkilendiğini analiz etme becerisine sahip olmaktır.

Mühendislik okuryazarlığı, teknolojinin mühendislik tasarım süreçleri ile nasıl geliştirildiğinin ve bilimsel ve matematik ilkelerin yaratıcı uygulamalarının pratiğe nasıl aktarıldığının anlaşılmasıdır. Pratik ve verimli yapıların, makinelerin, tasarımların ve üretimlerin işletilmesi gibi pratik amaçlarla uygulanmasıdır.

Matematik okuryazarlığı, öğrencilerin çeşitli durumlarda matematiksel problemlere çözüm üretmelerini, formüle etmelerini, çözmelerini ve yorumlamalarını sağlayarak fikirleri etkili bir şekilde analiz etme, akıl yürütme ve iletişim kurma becerisidir.

STEM okuryazarlığı, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin dört STEM alanını birleştiren ve problemlerin ve zorlukların birbiriyle ilişkili unsurlarının bütünleştirici analizi ve araştırılmasını içerir.

STEM okuryazarlığını sınıflarda geliştirmede ve 21. yüzyıl ihtiyaçlarını karşılayacak iş gücünü yetiştirmede mevcut eğitim faaliyetleri ve sınıf ortamları yetersiz kalmaktadır (Becker, 2010; Holdren & Lander, 2012; Osborne, Simon & Collins, 2003). Öğretim programlarının son yıllarda felsefi olarak ve kuramsal olarak yapılandırılmacılığın etkisinde kalması, STEM eğitim yaklaşımının temelini hazırladığını göstermektedir. STEM eğitiminden önce disiplinler arası eğitim önerilerek fen ve matematik dersleri arasındaki ilişkiye dikkat çekilmiştir. Daha sonra teknolojinin gelişimi ve ihtiyaçların farklılaşması ile teknoloji ve mühendislik eğitimi de disiplinler arası eğitim için önerilen diğer disiplinler olmuştur. Mühendislik eğitiminin disiplinler arası eğitim yaklaşımı ile fen ve matematik disiplinleriyle bütünleştirilmesi, mühendisliğin gerçekçi yaşam problemleri ile öğrencileri karşılaştırarak fen, matematik ve teknolojiyi disiplinler arası bakış açısıyla kullanmasına yardımcı olmasıdır (Brophy, Klein, Portsmouth & Rogers, 2008; Moore & Smith, 2014; Roehrig, Moore, Wang & Park, 2012). Mühendislik eğitiminin entegrasyonu için STEM temelli çalışmalarda bağlamsal ve içerik bütünleştirilmesi olmak üzere iki model önerilmektedir (Blackley & Howell, 2015).

Bağlamsal bütünleştirmede mühendislik tasarımı farklı disiplinler ile ilişkili kavram, konu, kuram ya da yasayı öğrenmeyi güdüleyici etken olarak kullanılmaktadır. Öğrenciler mühendislik tasarım sürecini kullanarak disiplinlere ait bilgi ve becerileri öğrenirler (Fortus vd., 2004; Moore & Smith, 2014). İçerik bütünleştirmesinde ise mühendislik becerilerinin öğrenilmesi, matematik ve fen konuları ile mühendislik tasarım süreci ve düşüncesinin bütünleştirilmesiyle sağlanmaktadır. Bu bütünleştirme modeline göre sadece fen ve matematik becerileri kazanımları değil ayrıca mühendislik kazanımı becerileri de hedeflenmektedir (Blackley & Howell, 2015; Moore & Smith, 2014; Roehrig vd., 2012).

2.2. Motivasyon ve Öğrenme Stratejileri

Motivasyon kişinin davranışlarından ve beklentilerinden oluşmaktadır. Motivasyon düzeyinin yüksek olması kişinin isteklerinin sonucunda gösterdiği davranışlardır. Motive olmuş kişi, bilgi ve inançlarını başarılı davranışlarla birleştiren kişidir. Motivasyon sadece kişinin beklentilerine bağlı değil bunun yanında kendi yeterliliklerinin farkında olması ve çabasını kontrol etmesiyle açıklanmaktadır (Stipek, 1998). Eğitimde motivasyon bireyleri tepkide bulunmalarına ve yeni bilgiler öğrenmelerini sağlar (Selçuk, 1999). Keller (2000) motive olmayı bireyin içsel olarak birşeyler öğrenmek için istekli olması ve bu yönde gösterdiği çabalar olarak tanımlamaktadır. Öğrenme stratejisi ise bireyin kendi kendine öğrenmesini sağlayan tekniklerden oluşmaktadır. Öğrenme stratejileri bireylerin öğrendikleri bilgilerini yapılandırmalarını ve kalıcı hale getirmelerini sağlamaktadır. Bu yüzden öğrenme stratejileri, bireyin öğreneceği yeni bilgiyi veya kavramı seçmesini, düzenlenmesini ve bütünleştirmesini etkileyen davranış ve düşüncelerdir (Weinstein & Mayer, 1986). Öğrenme stratejileri kolay ve kalıcı öğrenmenin yanında bireyin öğrenmedeki verimliliğini artırır ve bireyin tek başına öğrenmesini sağlar.

Motivasyonun öğrencilerin akademik başarılarını etkilemesi üzerine yapılan birçok çalışma yapılmıştır. Bu araştırmalarda öğrencilerin akademik motivasyonları ve kullandıkları öğrenme stratejileri konularını araştırmaktadır. Bu çalışmaların birçoğunda motivasyonun yüksek olması ve öğrenme stratejilerinin kullanılması öğrenmeyi ve akademik başarıyı olumlu yönde etkilemektedir (Garcia & Pintrich, 1996; Pintrich & De Groot, 1990; Pintrich & Smith, 1993; Zimmerman & Martinez-Pans, 1990).

Pintrich ve De Groot (1990), motivasyon ve öğrenme stratejileri hakkında yaptığı çalışmada öğrencilerin öz yeterlilik algısı ve sınav kaygısının performansları üzerinde olumlu etkisi olduğunu bulmuştur. Sungur (2004) biyoloji dersinde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin performans, motivasyon ve metabiliselsel öz düzenleyici becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuştur. STEM uygulamalarında motivasyon ve öğrenme stratejileri üzerinde olumlu etkisi olduğunu ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Green, 2012; Kang, Ju ve Jang, 2013; Kong ve In-Cheol, 2014; Özdoğru, 2013; Park ve Yoo, 2013; Yıldırım ve Selvi, 2017). Yıldırım (2016) çalışmasında STEM eğitiminin motivasyon üzerinde

olumlu etkisi olduğunu bu konu hakkında yapılan çalışmaları inceleyerek ortaya koymuştur. Gökbayrak ve Karışan (2016) STEM uygulamalarının öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının arttırmada etkili olduğunu bulmuştur.

Öğrencilerin STEM eğitimi ile STEM alanlarında ilgili becerileri kazanmaları yanında bu alanlara ve STEM eğitime yönelik duyuşsal kazanımları da elde etmeleri önemlidir. STEM alanlarına yönelik motivasyon ve öğrenme stratejilerini geliştirmeleri, bu alanlara yönelik olumlu tutum ve ilgi duymaları bu alanlardaki başarılarını ve becerilerini geliştirmeleri açısından önemlidir (Ercan, 2014). STEM eğitiminde öğrenciler bilimsel araştırma-sorgulama ve mühendislik tasarımları yaparak eğlenceli bir öğrenme ortamında öğrencilerin STEM alanlarına ve STEM eğitime yönelik ilgi ve motivasyonları artmaktadır. Ayrıca, bilimsel bilgilerini daha çok kendilerinin yapılandırılmasına imkân verileceği için öğrencilerin STEM öğrenme stratejilerini geliştirmeleri sağlanmaktadır. Mühendislik tasarım sürecinin STEM eğitiminde merkezi konumda olması öğrencilerin motivasyonlarını arttırmaktadır (Lewis, 2006; NAE ve NRC, 2009; Leonard ve Derry, 2011). Mühendislik tasarım sürecine katılan öğrencilerin hem fen kavramlarını daha kalıcı ve anlamlı öğrendikleri hem de mühendislik alanına yönelik kavramsal anlama ve becerilerinin geliştiği bulunmuştur (Ryan, Camp ve Crismond, 2001). Öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinde motivasyonlarının arttığı (Leonard ve Derry, 2011), öğrenme stratejilerini kullanarak problem çözme becerilerini geliştirdikleri (Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx ve Mamlok-Naaman, 2004), karar verme sürecini etkili kullandıkları (Felix, Bandstra ve Strosnider, 2010), öğrenme sorumluluklarını daha fazla üstlendikleri ve karar verme sürecinde yaratıcılıklarını kullanarak etkili kararlar aldıkları görülmüştür (Doppelt, 2009; Wendell, 2008).

2.3. STEM Eğitimi ve Mühendislik Tasarımı

Mühendislik eğitimi bilgi temelli ve süreç temelli olmak üzere iki boyuttan oluşmaktadır. Süreç temelli boyutta matematik, fen ve teknolojinin insanların problemlerini çözmek için uyguladığı süreç kastedilmektedir (Katehi, Pearson & Feder, 2009). STEM eğitimindeki mühendislik, içerik bilgisinden çok mühendislik tasarım süreci olarak görülmektedir. STEM eğitimi daha çok bilimsel sorgulama ve araştırma sürecinde mühendislik tasarımı olarak ifade edilmektedir. Gelecek Nesil Bilim Standartları (2013) ve K-12 Fen Eğitimi için Ulusal Araştırma

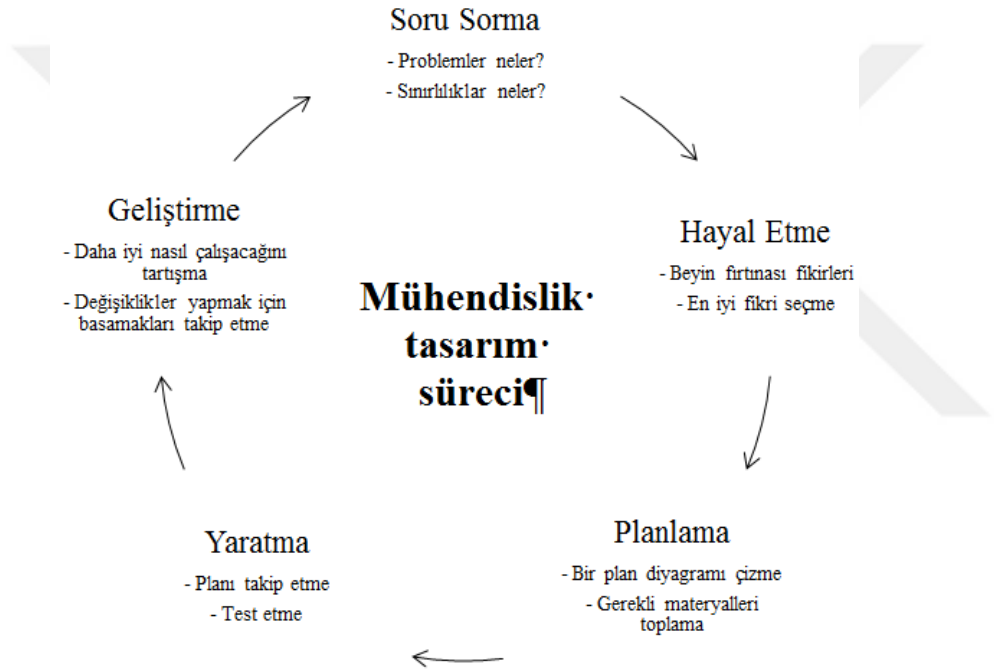
Konseyi Çerçeve Programı: Uygulamalar, Kesişen Kavramlar ve Temel Fikirler (2011) STEM eğitiminden bahsederken STEM eğitime tasarım ve araştırmaya yönelik mühendislik tasarım uygulamaları olarak yer vermektedir. Ancak araştırma yapılırken sadece öğrencilerin tasarım becerileri yerine aynı zamanda bilgilerinin de geliştirilmesi gerektiğine vurgu yapılmaktadır. Bilimi sadece bilimsel bir işi gerçekleştirmek veya sadece bilimsel bilgiyi öğrenmek olarak ayırmamaktadır. Bu yüzden bilimi, bilimsel yetenek ve bilgi yerine daha çok uygulamalar olarak ele almaktadır. Bu nedenle bilimsel uygulamalarda ve eğitimle ilgili standartlarda öğrencinin bilimsel konu hakkındaki bilgisinin yanında günlük hayatta bir soruyla veya problemle karşılaştığında onu çözmek için bu bilgiyi nasıl kullanacağına yönelik ne bildiğine önem verilmektedir. Kısacası STEM eğitimi günlük yaşamda bireylerin karşılaştığı problemleri çözmeye yönelik kullanabilecekleri mühendislik uygulamaları olarak adlandırılabilir (National Research Council, 2013).

Fen eğitiminde ortaokul öğrencileri için mühendisliğin entegrasyonu mühendislik döngüsü, stratejileri, becerileri, etkinlikleri ve basamakları olarak birçok şekilde tanımlanmıştır. Mühendislik tasarım döngüsü (Şekil 2.1), fen ve mühendislik uygulama basamakları (Şekil 2.2) ve mühendislik stratejileri (Şekil 2.3) şeklinde aşağıda verilmiştir. Mühendislik tasarım süreci bazen diyagramlar bazen basamaklar şeklinde olsa da döngüler şeklinde mühendislerin bir mühendislik problemini çözerken hangi yolları kullandıklarını ve çözüme nasıl ulaştıklarını göstermektedir (Stevens, Johri, & O'Connor, 2014). Bu gösterimlerden en dikkat çekenlerden birisi de soru sorma, hayal etme, planlama, yaratma ve geliştirme basamaklarından oluşan beş basamaklı mühendislik tasarım döngüsüdür (Cunningham & Hester, 2007). Bu uygulama basamakları sadece tek bir uygulamaya ait olmaktan çok birden fazla etkinliğin ana başlıkları durumundadır. Her başlıkta aslında birden çok uygulama yapılmaktadır. Örneğin, yaratma basamağı hem önceki basamak olan plana göre bir çözüm üretmeyle ilişkilidir hem de daha önceden kurgulanmış tasarım sınırlandırmalarına karşı oluşturulacak çözümü test etmeyle ilişkilidir. Aslında mühendislik tasarım süreci analiz, sentez ve değerlendirme döngüsünün genişletilmiş şekli gibidir (Cross, 2000). Bu mühendislik tasarım döngüsü daha fazla sayıda basamak sayısına da çıkarılabilmektedir. Buradan çıkarılacak sonuç tek bir mühendislik tasarım sürecinin olmadığı ve ihtiyaçlara göre bu sürecin yeniden yoruma açık olduğudur.

Mühendislik tasarımının basit modeli olarak verilen 5 basamaklı mühendislik tasarım sürecine göre öğretmenler sınıflarında öğrencilerini yönlendirebilmekte ve derslerini planlayabilmektedir. Mühendislik sürecini öğrencilere uygulatırken basamak basamak rehberlik ederek her basamağın doğru uygulanmasını sağlayabilmektedir. Ayrıca, öğretmenler ders planlarını hazırlarken bu basamakları birer bölüm veya parça gibi düşünüp planlama zamanı, test etme zamanı ve değerlendirme zamanı gibi parçalara ayırarak derslerini parçalar halinde yapılandırabilmektedir. McCormick (2004) öğretmenler ile yaptığı çalışmada öğretmenleri tasarım sürecine dâhil ederek onların bu süreci anlamalarını, uygulamalarını ve her basamaktaki görevlerini yaşayarak derinlemesine öğrenmelerini sağlamıştır. Mühendislik tasarım sürecinde öğretmenler öğretim programlarında anlatılan mühendislik uygulamalarını yanlış anlamakta bu döngüsel süreçte öğrenciye beceri kazandırmaktan çok bilgi kazandırmaya odaklanmaktadır (Cunningham & Carlsen, 2004). Öğrencilere içerik bilgisini kazandırmaktan çok onları bir araştırma ve sorgulama sürecine sokmak daha önemlidir. Mühendislik tasarımı öğrencilerin konu hakkında ne bildiğinden daha çok ne yaptıklarıyla ilgilidir. Bu nedenle mühendislik eğitimi hakkındaki değerlendirmeler ve araştırmalar yapılırken öğrencilerin tasarım uygulamalarına katıldıkları sürecin gözlenmesine odaklanılması önerilmektedir (McCormick, 2004).

Crismond & Adams (2012) mühendislik tasarımı hakkındaki çalışmaları inceleyen geniş kapsamlı bir literatür tarama çalışması yapmıştır. Bu çalışmada mühendislik tasarımı ile ilgili çalışmalar incelenerek öğrenci deneyimleri ve öğretmen önerileri dikkate alınarak gelişmiş bir tasarım öğretimi ve öğretimin nasıl yapılacağına dair bir matris tablosu hazırlamıştır (Şekil 2.3). Bu matris tablosu acemi tasarım desenlerinden gelişmiş düzeydeki tasarımlara doğru tasarım stratejileri için tanımlar sunmaktadır. Ancak bu tanımlar ortaokul düzeyinden çok üniversite ve ileriki yaşlardaki öğrenciler ile yapılan araştırmalara ait sonuçların özetlenmesiyle oluşturulmuştur. Bu nedenle okul öncesi eğitimde ve ilkökul düzeyindeki öğrenciler için bu stratejilerin kullanılması önerilmemektedir. Ortaokul düzeyindeki öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine nasıl dahil edileceğine ve hangi stratejilerin kullanılması gerektiğine odaklanan Crismond & Adams'ın (2012) yapmış olduğu meta-analiz çalışması da dahil az sayıda çalışma vardır. Az sayıda da olsa problem kurma (McCormick & Watkins, 2015; Roth, 1995),

planlama yapma (Portsmore, 2010; Rogers & Wallace, 2000), modelleme (Penner, Giles, Lehrer & Schauble, 1997), deney yapma (Penner & Klahr, 1996; Silk & Schunn, 2008) ve üstbilgi için günlük tutma (Wendell & Lee, 2010; Wendell, Wright & Paugh, 2015) gibi STEM eğitime yönelik stratejiler hakkında yapılmış çalışmalar bulunmaktadır.



Şekil 2.1. Döngüsel mühendislik tasarım süreci (Cunningham & Hester, 2007)

1. Bilimsel açıdan sorular sorma ve mühendislik açısından problemleri tanımlama
2. Modeller geliştirme ve kullanma
3. Araştırmaları planlama ve gerçekleştirme
4. Verileri analiz etme ve yorumlama
5. Matematiği kullanma ve bilgi işlemsel düşünme
6. Bilimsel açıdan açıklamaları yapılandırma ve mühendislik açısından çözümleri tasarlama
7. Kanıtlara dayanarak bir argümana katılma
8. Bilgiyi elde etme, değerlendirme ve paylaşma

Şekil 2.2. Gelecek Nesiller Bilim Standartları (2013) bilim ve mühendislik uygulamaları



Şekil 2.3. Crismond ve Adams (2012) bilgilendirilmiş tasarım öğretimi ve öğrenme tanımlarından alınmış K-12 ve lise sonrası mühendislik stratejileri

Alan yazına bakıldığında son yıllarda yapılan çalışmaların sonuçları mühendislik tasarımının Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programları'na entegre edilmesinin, fen

eğitiminin ilerlemesi için önemli olduğunu göstermektedir. Buna paralel olarak Milli Eğitim Bakanlığı öğretim programlarında değişikliğe giderek 2017 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda beceri öğrenme alanına mühendislik becerilerini eklemiştir. Daha önceki programda Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) olan öğrenme alanına mühendisliğin de eklenmesiyle öğrenme alanı Fen-Mühendislik- Teknoloji- Toplum- Çevre (FMTTÇ) olarak değiştirilmiştir. Ayrıca, tüm sınıf seviyelerine “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” isimli bir ünite eklenmiştir (MEB, 2017). Mühendislik, matematiksel ve bilimsel teorik bilgileri ve mevcut teknolojiyi kullanarak insanların yaşamlarını kolaylaştıracak ve ihtiyaçlarını karşılayacak tasarımlar yapmayı amaçlamaktadır. Mühendislik tasarımının entegre edildiği fen eğitimi de bir durumu araştırma, analiz etme, tasarlama, problem durumu belirleme, bilgi toplama, takım çalışması yapma, yaratıcı fikir önerme, test etme, değerlendirme ve etkili iletişim kurma gibi becerileri kazandırmayı amaçlayan etkinlikleri temel alan öğrenme ve üretme uygulamalarına odaklanmaktadır. İçinde bulunduğumuz teknoloji temelli önemli gelişmelerin bulunduğu çağda bireylerden üretken ve yenilikçi olmaları beklenmektedir. Bunun için bireyler Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarındaki bilgilerini bütünleştirmeli ve STEM okuryazarı bireyler olmalıdır (Akgündüz, vd., 2015). STEM eğitimi genellikle fen ve matematik eğitiminin bütünleştirilmesi olarak yorumlansa da aslında mühendislik ve teknolojinin sınıf içi ve sınıf dışı etkinlikler aracılığıyla öğretilmesini içermektedir (Şahin vd., 2014). Bu nedenle mühendislik ve teknoloji entegrasyonunun doğru yapılması başarılı bir STEM öğretimi için önemlidir.

Mühendislik sadece fen ve matematik değil birçok alan ile ilişkilidir. Çünkü mühendisler bir ürün ortaya koyarken bunu matematik, teknoloji ve fen alanlarındaki bilgilerini kullanarak gerçekleştirirler. Benzer şekilde bilim insanları ve matematikçiler de mühendislerin ürettiği ürünler ve teknolojinin yeniliklerinden faydalanırlar. Mühendisler bir ürün için alt yapı oluştururken matematiksel düşünerek ve onun hakkındaki fizik, kimya ve biyoloji bilgisinden faydalanarak ve teknolojik destek aracılığıyla daha kolay gerçekleştirebilmektedir. Kısacası bu farklı disiplinlerin birbirlerini destekledikleri sonucu ortaya çıkmaktadır (NAE, 2009).

Mühendislik tasarım süreci bu bağlamda STEM disiplinlerinin kesişimleri ile bağlantılıdır. Öğrenciler bu tasarım sürecinde problem çözerken, diğer STEM

disiplinleri hakkında bütüncül bir bakış açısı elde edebilmektedir (Frykholm & Glasson, 2005). Çünkü öğrenciler matematiksel bilgilerini ve bilimsel bilgilerini uygulamaya geçirecekleri fırsatlar yakalayarak karar verme süreçlerinde bilimsel süreç ve matematiksel becerilerini geliştirebilmektedir. Bu süreçlerde öğrenciler bilimsel sorgulama yapmakta, deney düzeneği planlamakta ve kurmaktadır. Ek olarak öğrencilerin fen ve mühendislik açısından sorgulama yapmaları, yaparak yaşayarak öğrenmeleri ile kesişim sağlamaktadır (Purzer, Goldstein, Adams, Xie & Nourian, 2015). Her iki disiplinde de sorgulama, beyin fırtınası yapma, zihinsel modeller oluşturma gibi benzerlikler bulunmaktadır (NAE, 2009; NRC, 2009). Bu nedenle bilimsel araştırma süreci ve mühendislik süreçleri sık sık birbirine benzetilmektedir. Ancak, bilimsel araştırma sürecinde kanıtlar kullanılarak doğal ve tasarlanmış dünya olayları açıklanırken, mühendislik tasarım sürecinde ihtiyaç ve isteklere yönelik özel problemler çözülmemektedir (Brunsell, 2012). Bilimsel araştırma süreci bir soru ve bu soruya cevap olacak hipotez, veri, analiz ve sentez basamakları ile devam ederken, mühendislik tasarım süreci ise bir problem ile başlayarak bu problemin çözümü olarak prototiplerin tasarlanmasıyla ilgili süreçler devam etmektedir (NRC, 2009).

Mühendisler en uygun ürüne ulaşmak için matematiksel düşünme becerilerini kullanarak matematiksel modelleri analiz etmektedir. Ayrıca, 21. yüzyıl becerilerinden birisi olan hesaplamalı düşünme mühendislerin sık kullandığı becerilerden birisidir. Hesaplamalı düşünme bir problemi açıkça ortaya koyduktan sonra bir insan veya bir bilgisayar tarafından çözüm önerilerinin üretilmesinde kullanılan tüm düşünme süreçleri olarak tanımlanmaktadır (Çorlu, 2017). Teknolojinin ve matematiğin sağladığı kolaylıklar sayesinde mühendislik çözümleri en uygun şekilde belirlenebilir.

Mühendislik süreçlerinin fen eğitime entegrasyonu STEM eğitiminin ortaya çıkmasıyla daha da belirgin bir hale gelmiştir. Fen öğretimine mühendislik sürecinin entegrasyonu ile ilgili çalışmalara bakıldığında (Bozkurt, 2014; Wendell & Rogers, 2013) tasarım temelli modelleme, çocuklar için mühendislik, mühendislikte rekabet, proje tabanlı fen ve tasarımlar yoluyla öğrenme gibi yaklaşımlar görülmektedir. Bu yaklaşımların ortak özelliği bilimsel araştırmayı içermesi ve tasarım odaklı olmasıdır. Bu yaklaşımlardan tasarım yoluyla öğrenme, bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım sürecini eşit seviyede kullandığı için öne çıkan bir yaklaşımdır (Purzer vd., 2015). Mühendislik tasarım temelli fen

öğretimi yaklaşımında öğrenciler, mühendislik tasarım sürecinde bilimsel olarak keşfetme ve sorgulama yaparak öğrenmeye daha fazla istekli oldukları vurgulanmaktadır (Kolodner vd., 2003).

Fen öğretiminde mühendislik tasarım süreci mühendislerin nasıl çalıştığını ve ürün ortaya çıkarma sürecinde izlediği yolları genel olarak göstermektedir. Bu sıralama bazen daha karmaşık veya daha sade halde kullanılabilir. Bu durum daha çok izlenen yol ve çözülmeye çalışılan problem ile ilgilidir. Mühendislik tasarım sürecinin daha iyi anlaşılması için problemin iyi şekilde açıklanması gerekmektedir. Bu problemin taşınması gereken özellikler (Crismond, 2011; Ercan, 2014):

- Gerçek hayatla ilgili olması, bilimsel süreç becerileri ve yeni bilimsel bilgiler kazanmaya müsait olması,
- Birden çok çözüme açık olması,
- Problemin anlaşılır, sınırlarının belirli olması,
- Ortaya çıkarılacak ürünün geliştirilmeye ve iyileştirilmeye açık olması ve tekrarlanabilir süreçler içermesini gerektirmektedir.

Problem iyi şekilde tanımlandıktan sonra öğrenciler mini tasarımlar ve prototipler yaparak bilimsel kavramları keşfedebilmekte ve analiz ederek öğrenebilmektedir. Prototipler sayesinde olası fikirler üretilerek son ürün üzerinde geliştirmeler yapılabilmektedir. Bu süreçte işbirliği içinde grup çalışmaları önemli bir etkidir. Grup çalışmaları yeni fikirlerin ortaya çıkmasında ve prototiplerin test edilerek gerekli geliştirmelerin yapılmasında önemli rol oynar. Eğer eksik ve aksayan yönler varsa tasarım döngüsü işe koşulur (NAE, 2010).

2.4. STEM Etkinlikleri ve Fen Eğitime Entegrasyonu

Uluslararası rekabet yalnızca ekonomik alanda değil eğitim, sağlık ve bilim gibi birçok alanda sürmekte ve ülkeler bu rekabet alanlarında başarılı olmak ve teknolojiye hızlı değişimleri yakalamak için bilim eğitime yatırımlar yapmaktadır. Sorgulayan ve eleştiren yüksek özgüvene sahip bireyler yetiştirmek için bireylerin bilimsel bilgi düzeylerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bireylerin yetiştirilmesi için eğitim alanında çağdaş ve son ilerlemelerin yakından

izlenmesine, bilimin toplumun her ferdine yayılmış olmasına, bilimsel becerilere ve 21. yüzyılın gerektirdiği beceri ve bilimsel bilginin farkındalığına ve bilincine ihtiyaç vardır. Bu nedenle sözü edilen insan profiline ve toplumsal düzeye ulaşmak için en önemli alanlardan birisinin eğitim olduğu açıktır. Eğitim alanında ülkemizde birçok problem vardır. Bu problemlerden en sık dile getirilenlerden birisi uluslararası sınavlarda başarılı olabilecek öğrencileri yetiştiremiyor oluşumuzdur. OECD tarafından düzenlenen TIMMS ve PISA gibi uluslararası sınavlarda istenilen düzeye erişememiş olmamız ve yıllar geçtikçe eğitim alanında yapılan reformlara rağmen bu alanda büyük bir başarı gösterememiş olmamız eğitim alanındaki problemlerimizdendir. Bu sınavlarda genellikle ülkemizdeki öğrenciler OECD ortalamasının altında puanlar almaktadır (OECD, 2015). Bu durum eğitim alanında özellikle fen ve matematik eğitimi alanında birçok çalışmaya konu olmuştur. Bilimsel becerilerin ve düşüncenin öğrencilerde gelişmesi için öğretim programlarında köklü değişikliklere gidilerek Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda her bireyin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesi ön plana çıkarılmıştır (MEB, 2013). Günlük hayatta karşılaşılan bir sorunu çözebilmek için kullanılan en iyi yöntem sahip olunan bilimsel bilgiyi kullanarak bilimsel bir bakış açısı ile sorunu çözmeye çalışmaktır. Bilimsel bir bakış açısı kazanabilmek için bireylerin disiplinler arası ilişkiler kurabilen, problem çözme becerisi gelişmiş, araştırma ve sorgulama yapabilen, birden çok fikir üretebilen kişiler yetiştiren disiplinler arası eğitim anlayışı olan STEM eğitim yaklaşımı ile yetişmiş olmaları gerekmektedir. Ancak, öğretim programlarındaki teorik hedefler ile derslerde uygulaması yapılan etkinlikler birbirlerini birebir karşılamamaktadır. Çünkü okullarda uygulanan derslerde öğretim programına birebir bağlı kalınmadığı gibi dersler arasında da farklılıklar mevcuttur (Karahan ve Canbazoğlu-Bilici, 2014). Günlük hayatta sorunların üstesinden gelebilmek için birden fazla disipline ait bakış açısına, bilgisine ve becerilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle disiplinler arası bir yaklaşım ile fen, matematik, teknoloji ve mühendisliği bütüncül olarak ele alan STEM eğitiminin derslerde uygulanması ve bu tür STEM etkinliklerinin günlük hayatla ilişkilendirilerek öğrencilere uygulanması ve etkisinin belirlenmesi önemlidir (Akgündüz, 2016; Bozkurt Altan ve Ercan, 2016; Çorlu, 2014). Günlük hayatta karşılaşılan sorunların üstesinden gelmek için genellikle fen, teknoloji, matematik ve mühendislik becerileri kullanılmaktadır (National Research Council, 2011). Bu bağlamda, STEM eğitim yaklaşımına yönelik dünyada ve ülkemizde birden çok

disiplinin ilişkilendirilmesine, anlamlı olarak öğrenmeye yönelik, uygulamalı, öğrenciyi hem bilişsel hem de bedensel olarak aktif kılan öğrenci merkezli etkinlikler hazırlanmaktadır. STEM eğitimi etkinlikleri genellikle bir ünite ya da konuyu gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirerek ders içeriğiyle bağlantılı şekilde fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarındaki bilgi ve becerilerin kullanılmasını ve geliştirilmesini amaçlayan etkinliklerdir (Bozkurt, 2014). Gelecek nesil fen eğitimi standartlarında olduğu gibi ilkökul ve ortaöğretim düzeyinde fen ve matematik eğitimindeki standartların yükselmesi öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönelmesini sağlamaktadır. Bu nedenle öğretim programlarının yanında sınıflardaki derslerin uygulanmasında da STEM alanlarına ve eğitime yer verilmesi gerekmektedir (Karahana ve Canbazoglu-Bilici, 2014).

STEM eğitiminin sınıflarda gerçekleştirilmesine yönelik alan yazında genel öneriler sunulmaktadır (Jolly, 2014; Markham, 2011; Slavin, 2014; Vega, 2012). Bu öneriler aslında bir STEM öğretim stratejisi olmasa da STEM eğitiminin sınıf içinde uygulanmasına yardımcı önerilerdir. Bu öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Gerçek dünya problemlerine odaklanın.
- Öğretimi mühendislik tasarım ilkelerini kullanarak düzenleyin.
- Açık uçlu ve uygulamalı sorgulamayı vurgulayın.
- Öncelikli öğretim yaklaşımlarını takım çalışması/işbirliğine bağlı olarak oluşturun.
- Üst düzey matematik ve fen içeriğini vurgulayın.
- Birden çok doğru cevabın olmasına izin verin ve öğrencileri hatalarından ders çıkararak öğrenmeye teşvik edin.

İlk öneri, STEM eğitiminin gerçek hayatla ilişkisi kullanılarak günlük dünya problemlerinin bilimsel yöntemler ile çözülmesidir (Jolly, 2014; Vega, 2012). Bu gerçek dünya problemlerine çözüm önerileri getirmek genellikle toplumun yararına olabilecek projeleri içerebilir. STEM eğitiminin işlevi bu durumda günlük hayatta öğrencinin yakınlarının yardım edebileceği ve ilgi duyduğu gerçek yaşam problemine yönelik çözüm önerisi getirdiği akademik bir çalışmadır. Bunun yanında öğrencinin ilgilendiği problemin çözümünde akademik olarak

uzmanlaşması ve probleme özel olarak odaklanması beklenmektedir (Barell, 2007; Myers & Berkowicz, 2015).

Diğer öneri de derslerin mühendislik tasarım süreçleri ile ilişkilendirilerek düzenlenmesidir (Jolly, 2014). Öğrencilerin endüstriyel üretimde mühendislerin kullandıkları tasarım süreçlerini kullanarak kendi tasarımlarını gerçekleştirmeyi öğrenmeleri önerilmektedir (Markham, 2011). Problemin çözümünde öğrenciler çeşitli teknolojik araçları kullanmak gibi çoklu problem çözme yaklaşımı ve çeşitli problem çözme yolları kullanabilirler (Myers & Berkowicz, 2015; Smith, 2015).

Üçüncü öneri ise öğrencilerin açık uçlu problemler ile açık uçlu birden çok çözümü olan tasarımlara ve uygulamalara yönlendirilmesidir (Jolly, 2014). Öğrencilerin STEM derslerinde açık uçlu bir sorun üzerine beyin fırtınası yaparak olası çözümleri belirlemesi ve bu çözümleri test ederek kullanılabilir olanları ayırması önerilmektedir (Markham, 2011).

Dördüncü öneri tüm STEM eğitimi araştırmacıları tarafından da desteklenen sınıf içi uygulamalarda öğrencilerin işbirliği ve iletişim halinde olmasıdır (Jolly, 2014; Markham, 2011; Myers & Berkowicz, 2015). Öğrencilerin birlikte bilimsel süreçleri ve bilgileri uyumlu ve işbirliği içinde kullanarak çözüm önerileri üretmesi beklenmektedir. Takım çalışmaları STEM eğitimi yapılan sınıflarda önerildiği için STEM eğitiminin daha modern sınıflar için uygun olduğu söylenebilmektedir (Jolly, 2014; Vega, 2012).

Beşinci öneri STEM eğitiminin temel disiplinlerinden olan fen ve matematik konularının derinlemesine işlenmesidir (Jolly, 2014; Vega, 2012). STEM sınıflarında fen, matematik ve teknolojinin bütünleştirilmesi önerilmekte ve bunu gerçekleştirmek için bu alanlardaki öğretmenlerin işbirliği içinde birlikte çalışmaları ve fikir alışverişi yapmaları önerilmektedir. Fen ve matematik dersleri ile mühendisliğin bütünleştirilmesi de yalnızca disiplinler arası eğitimin değil ayrıca kritik içeriğinde gelişmesine yardımcı olacaktır (Jolly, 2014).

Son öneri STEM sınıflarında öğrencilerin gerçekçi problemlere yönelik farklı sonuçlar ve çözüm önerileri geliştirmelerine izin verilmesidir. Bu sayede öğrenciler hata yapsalar da hatalarından öğrenmelerinin sağlanması gerçekleştirilir (Jolly, 2014). Öğrenciler problem çözerken hata yapsalar ve hatta problemi

çözemeseler bile bu durum onların gelecekte edindikleri tecrübeleri, başka problem çözümü için edindikleri önemli bilgi birikimi olarak görmelerini sağlayacaktır. Bu şekilde öğrencilerin yaratıcılıklarının gelişmesi ve yansıtıcı düşünme yapmaları için fırsat tanınmış olur (Vega, 2012).

STEM öğretimi yapılan sınıflarda farklı öğretimsel stratejiler ve yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar temelde sorgulama/proje tabanlı öğretim, teknoloji ile zenginleştirilmiş öğretim, işbirlikçi/birlikte çalışarak öğretim ve farklılaştırılmış öğretim stratejileridir (Judson, 2014; Subotnik, Tai & Almarode, 2011; Vega, 2012; Venkataraman, Riordan & Olson, 2010; Young, House, Wang, Singleton & Klopfenstein, 2011).

Sorgulama tabanlı öğrenme ve proje tabanlı öğrenme STEM eğitiminde gerçek yaşam problemlerinin kullanılmasının önerilmesinden dolayı öne çıkan ve sınıflarda daha fazla uygulanması tercih edilen yaklaşımdır (Bender, 2012; Berkowicz & Myers, 2015; Myers & Berkowicz, 2015; Vega, 2012). Sorgulama ve proje tabanlı öğretim stratejisi alan yazında farklı stratejiler olarak görülmesine rağmen öğrenci merkezli olan bu stratejilere göre öğrencilerin bir problemi sorgulayarak bir ürün, proje ve fikir üretmesinden dolayı STEM eğitiminde birlikte kullanılmıştır. Öğrenci merkezli bu strateji sayesinde öğrencilerin konuya katılmaları ve başarılarının artması beklenmektedir (Barell, 2007; Bender, 2012; Hattie, 2012).

Teknoloji ile zenginleştirilmiş öğretim STEM eğitiminde öne çıkan başka bir öğretim stratejisi olarak göze çarpmaktadır (National Science Board, 2012; U.S. Department of Education, 2011; Vega, 2012). Öğretim teknolojileri, fen ve matematik derslerinde mühendislik tasarımı gerçekleştirirken farklı teknolojik seçenekler sunmaktadır. 3D yazıcılar ve robotik çalışmalar, fen ve matematik derslerinde STEM öğretimine ve mühendislik anlayışına yenilikler katmaktadır (Berkowicz & Myers, 2015; Davis & Hardin, 2013; Slavin, 2014; Smith, 2015).

İşbirlikçi öğrenme, STEM eğitimi ile yapılan uygulamalarda başarıyı arttırdığı birçok çalışmada ortaya konmuş olan etkili bir öğretim stratejisidir (Hattie, 2012; Jolly, 2014; Markham, 2011; Marzano, 2009; Myers & Berkowicz, 2015). STEM öğretiminde kullanılan sosyal medya kullanımı sayesinde işbirlikçi öğrenme ön plana çıkarılmıştır. Sosyal medya kullanımında takım çalışmasının sadece bir grup

veya sınıf ötesinde sınıflar arası ve daha uzak mesafelerde paylaşım imkân tanınması daha büyük bir işbirliği içinde çalışmayı vurgulamaktadır. STEM eğitiminde kullanılan işbirlikçi çalışma için modern çalışma ortamlarındaki takım çalışmaları gibi olması ve takım becerilerinin geliştirilmesi üzerine kurulması önerilmektedir.

Farklılaştırılmış öğretim stratejisi ise daha az önerilen bir stratejidir (Slavin, 2014). Farklılaştırılmış öğretim stratejilerinde STEM öğretimine bağlı kalınarak farklılaştırılmış öğretim, üstbiliş öğretimi, akran değerlendirmesi ve geri bildirim ve hedef belirleme/öz değerlendirme gibi stratejiler kullanılmaktadır (Slavin, 2014).

STEM eğitiminin sınıf içinde uygulanması için yapılan öneriler ve stratejiler ile birlikte alan yazındaki çalışmalar göz öne alındığında sorgulamaya dayalı ve proje tabanlı öğrenmenin STEM eğitimi ile daha çok özdeşleştiği görülmektedir (Myers & Berkowicz, 2015). Proje tabanlı öğrenme ve STEM eğitimi, öğrencilerin işbirliği içinde çalışmasını vurgulaması, gerçek dünya problemlerine çözüm önermesi, öğrencinin çözüm tercihini kendisi yapması ve öğrenme içeriğine bağlı olarak projenin gerçek hayata göre yapılandırılmasından dolayı tercih edilmektedir. Ayrıca mevcut öğretim programında da sorgulayan, araştıran, karar veren, yaratıcı düşünen, problem çözen, işbirliğine açık ve girişimci bireylerin yetiştirilmesi temel felsefe olduğu için bu tezde yapılandırmacı öğrenme anlayışına ve 5E öğrenme modeline göre hazırlanan etkinlikler kullanılmıştır.

STEM eğitimi için öğretme ve öğrenme süreçleri birlikte ele alındığında, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine katılacakları, STEM disiplinleri arasında ilişki kurabilecekleri ve öğrendikleri bilgileri farklı alanlara ve günlük yaşama aktarabilecekleri bir STEM eğitiminin 5E öğrenme modeline entegre edilerek kullanılması önerilmektedir (Selvi ve Yıldırım, 2018). 5E öğrenme modelinin, yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayanması, problem çözme boyutuna önem vermesi (Öztürk, 2008), mühendislik tasarım süreçleri ile entegrasyonun kolay olması, günlük yaşam ile ilişkilendirmeye uygun olması, STEM eğitime yönelik uygun dersin planlanması ve eğitim programının tasarlanmasına imkan verdiği için STEM eğitiminde kullanılması önerilmektedir. 5E öğrenme modeli STEM eğitiminde kullanıldığında öğrencilerin konuya odaklanmasına, bilgiyi keşfetmesine, araştırmalarını kendilerinin yapmasına,

bilgiyi organize etmesine, kendi bilgilerini yapılandırmalarına ve bilgilerini başka durumlara transfer etmesine yardımcı olur (Bybee, 1997).

5E öğrenme modeline entegre edilmiş STEM eğitiminin öğrencileri araştırmaya teşvik etmesi, konu ile ilgili sahip oldukları bilgi ve becerileri aktif şekilde kullanmalarına fırsat vermesi beklenmektedir (Ergin, 2006). 5E Öğrenme Modeli: Dikkat Çekme, Ön Öğrenmeleri Ortaya Çıkarma, Öğrenme Etkinliğine Girme (Engage), Araştırma, Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Transfer Etme, Derinleştirme (Elaborate), Değerlendirme (Evaluate) Aşamalarından oluşmaktadır (Senemoğlu, 2009). Bu aşamalar ve STEM eğitimine nasıl entegre edildiği ile ilgili bilgi aşağıda verilmiştir.

Engage (Dikkat Çekme): 5E öğrenme modelinde bu aşamada öğrencilere sunulacak problemle ilgili daha çok öğrencilerin dikkati çekilmeye, ön öğrenmeleri yoklanmaya, ön bilgileri kullanılmaya çalışılır (Ergin, 2006; Senemoğlu, 2013). Öğretmen daha çok öğrencilerin öğrenilecek konuya ilgilerini ve dikkatlerini çekmeye çalışmaktadır. Bunun için öğretmen elinde bir materyal ile derse gelebilir. Öğrencilere günlük yaşamdan örnekler vererek derse başlayabilir. STEM entegrasyonuna yönelik ise öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırması gerekmektedir. Çünkü alanyazındaki çalışmalar öğrencilerin sadece bilişsel yönlerine önem verilmesi onların başarılarını arttırmadığını bunun yanında duyuşsal becerilerinde önem verilmesi önerilmektedir (Seah ve Bishop, 2000).

Explore (Keşfetme): Bu aşamada öğrencilerin gözlem yapması, bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirlemesi, hipotezler kurması, deney planlaması ve veri toplayarak değerlendirmelerde bulunması, grafik hazırlaması beklenmektedir (Senemoğlu, 2013). Bu aşamada kavramlar ve süreç ile ilgili öğrencilerin yanlışları ve yanlış anlaşılımları belirlenerek düzeltmeye çalışılır. Deneylerde gerçek materyaller bu aşamada kullanılmaya başlanır (Bybee, 2009).

Öğrencilere bu aşamada STEM entegrasyonuna yönelik problemle ilgili araştırma yapmaları istenir. Öğrencilerin verilen soruya yönelik araştırmaları tamamlandıktan sonra öğrencilerin ulaştıkları sonuçları sınıfta sunmalarına fırsat verilir. Öğrencilere ulaştıkları sonuçlara uygun olarak tasarlayacakları modele uygun bir örnek gösterilerek planlama yapmalarına yardımcı olunur. Örneğin; güneş enerjisiyle çalışan araba tasarlayacak olan öğrencilere bu aşamada bir model

gösterilerek nasıl tasarlayabileceklerine yönelik yardım edilir. Aynı zamanda güneş enerjisiyle çalışan arabanın çalışma prensibi hakkında araştırma yapmalarına fırsat verilir. Son olarak öğrencilere çalışma prensibi anlatılır.

Explain (Açıklama): bu aşamada öğrencilere modeller, yasalar ve kuramlar sunulur. Öğrencinin bu kuramlar ve yasalara göre kendi verilerini açıklamaya çalışır. Öğretmen öğrencinin kendi verilerinden ve bilimsel bilgiden faydalanarak geçerli genellemelere ulaşmasına yardımcı olur (Senemoğlu, 2013). Öğrenciye bu aşamada sorular sorularak öğrencinin önceden bildikleri bilgiler ile yeni öğrenmeye çalıştıkları bilgiler arasında köprü kurmasına yardımcı olunur. Öğrenciler bu aşamada bir önceki aşamada inceledikleri güneş enerjisiyle çalışan araba hakkında tartışmalar düzenleyerek çalışma prensibi hakkında genellemeler ve yeni fikirler üzerinde tartışmalar gerçekleştirebilir. STEM entegrasyonuna yönelik bu aşamada merkez alınan fen disiplini ile diğer disiplinler arasındaki ilişki kurulmaya çalışılır. Güneş enerjisiyle çalışan araba tasarımı örneğinden devam edecek olursak, öğrencinin güneş enerjisinin hareket enerjisine dönüşümüne yönelik bilgiyi daha çok bir önceki aşamada öğrendiği bu aşamada diğer disiplinler ile ilişkisi kurulmaya çalışılır. Öğrencilerden bu aşamada güneş enerjisi ve aracın hareketi arasında matematiksel bir ilişki kurması ve teknolojik araç gereçlerden faydalanarak arabasını dizayn etmesi beklenmektedir. Ayrıca bu süreçte bir mühendislik tasarım sürecine yönelik en iyi çözümü üretmeye yönelik fikirleri sorgulaması beklenmektedir.

Elaboration (Derinleştirme): Bu aşamada öğrencilerden, günlük hayatla ilgili sorgulamaları yapmaları ve günlük hayat için tasarımlar yapmaları beklenmektedir (Bybee, 2009; Senemoğlu, 2013). Öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük hayatta karşılaştıkları problemlere uyarlamaları ve STEM disiplinlerinin diğer alanlarına transfer etmeleri beklenmektedir. Bu aşama STEM entegrasyonunun en önemli aşaması olarak görülmektedir. Çünkü öğrenciler öğrendikleri yeni bilgileri yeni günlük yaşam problemlerine uyarlayarak ve diğer disiplinlere entegre ederler. STEM eğitiminde bu aşamada tüm disiplinlerin bir arada kullanılması önemlidir. Öğrencilere bu aşamada diğer aşamalarda öğrendikleri modellere ve bilgilere yönelik sorular sorularak bilgileri derinleştirilir. Öğrenciler günlük hayatta karşılaştıkları problemler ile bu aşamada daha çok karşılaştırılır. Bu probleme yönelik tasarımlarını yapılandırıp prototip hazırlarlar. Öğrencilere “Siz olsaydınız

nasıl bir güneş enerjili araba tasarlardınız?” gibi sorular sorarak onların kendi tasarımlarını planlayarak yapmaları beklenmektedir.

Evaluate (Değerlendirme): Bu aşamada öğrencilerden kendi öğrenmelerine yönelik değerlendirmelerde bulunmaları beklenmektedir. Değerlendirmede sürece ve sonca yönelik değerlendirmeler yapılabilir (Senemoğlu, 2013). Aslında değerlendirme 5E öğrenme modelinin her aşamasında yapılabilmektedir (Campbell, 2006). Geleneksel ölçme araçlarının yanında alternatif ölçme değerlendirme araçlarının da bu aşamada kullanılması önerilmektedir (Bybee, 2009). Bu sayede öğrenciler çok boyutlu olarak değerlendirilebilir. Öğrenciler bu modelin her aşamasında değerlendirilse de bu aşamada ürünlerini değerlendirme fırsatı bulacaklardır (Bybee, 2009). STEM eğitiminde süreç değerlendirildiği gibi sonuçta çıkan ürünün değerlendirilmesi de bütüncül bir değerlendirmeden söz etmek için önemlidir.

STEM eğitiminde ortaya çıkan ürünler mühendislik tasarım süreci izlenerek gerçekleştirildiği için bir mühendislik tasarımı olması sebebiyle ürün olarak ve süreç olarak değerlendirilmesi önemlidir (Andrade ve Du, 2005). Sadece ürünün yapısal ve son ürün olarak değerlendirilmesi takip edilen mühendislik tasarım sürecinin önemini ortaya koymada yetersiz kalacaktır. Tam tersi olarak sadece sürecin incelenmesi sonuçta istenen tasarıma ulaşıp ulaşılmadığıyla ilgili bir sonuç sunmayacaktır. Bu aşamada öğrencilerin ürün ve süreç boyunca mühendislik tasarım sürecine göre rubrikler ile değerlendirilmesi çok önemlidir (Arter ve McTighe, 2001). Çünkü öğrenciler rubrikler üzerinden kendi performansları hakkında geri dönüt alabilirler. Eksik veya yanlış uygulamaları için düzeltme ve hatalarının farkına varma fırsatı elde etmiş olurlar. Mühendislik tasarım sürecine uygun olarak öğrenciler sonuçlar hakkında iletişimde bulunarak tekrar tasarım veya tasarımlarını düzenleme yoluna gidebilirler.

2.5. İlgili Araştırmaların Özeti

STEM eğitimi alanında yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Ulusal alan yazında son yıllarda bu alanda çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak uluslararası yayınlar hem sayı olarak hem yıllara göre dağılımı açısından daha fazladır. Bu nedenle ilgili alan yazın tarama sonuçlarının özetlendiği bu başlık altında son yıllarda yapılan güncel ve önemli çalışmalara yer verilmiştir.

2.5.1. STEM Eğitimi İle İlgili Son Yıllarda Yapılan Ulusal Çalışmalar

STEM eğitiminin uluslararası alan yazında olduğu gibi ulusal alan yazında da gün geçtikçe ilgi arttırmaktadır. STEM eğitimi, uluslararası alan yazında okul öncesinden başlayarak üniversite eğitimine kadar her eğitim seviyesinde araştırma konusu olmuştur. Ancak ülkemizde daha çok ortaokul, lise ve üniversitelerin öğretmen eğitimi yapan eğitim fakültelerindeki öğrencileri ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır. Ulusal alan yazında STEM eğitimi ile ilgili çalışmaların son yıllarda daha fazla gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu başlık altında da son yıllarda STEM eğitime yönelik ulusal alan yazında gerçekleştirilen çalışmalara yer verilmiştir.

Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014), yaptıkları çalışmada STEM içerikli okul sonrası etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki etkilerini ve okuldaki deneyimlerini incelemişlerdir. Amerika Birleşik Devletleri'nin Güney Doğusunda bulunan sözleşmeli bir okuldaki öğrenciler ile yapılan çalışmada işbirliğine dayalı öğrenimin öğrenciler açısından önemli olduğu, okul sonrası aktivitelerin popüler olarak görüldüğü, öğrencilerin STEM alanlarına ilgili oldukları ve okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine olumlu katkı verdiği sonucuna ulaşmışlardır. STEM içerikli eğitimleri öğretim programlarına başarılı şekilde bütünleştiren ABD, Japonya ve İngiltere gibi ülkelerin ekonomik açıdan kalkınmada da başarı gösterdiği çalışmada vurgulanmaktadır. Ayrıca, STEM eğitimi yaklaşımını uygulamaya başlayan bu ülkelerin PISA ve TIMMS gibi küresel olarak yapılan sınavlarda başarılarının arttığı belirtilmektedir.

Yamak, Bulut ve Dündar (2014) yaz okulunda 20 öğrenci ile yaptıkları çalışmada öğrencilere uygulanan STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve Fen'e yönelik tutumlarına etkisini tek gruplu bir deneysel çalışma deseni ile incelemişlerdir. Öğrencilere uygulanan "Bilimsel Süreç Becerileri Testi" ve "Bilim ve Fen Hakkında Gerçekten Ne Düşünüyorum?" ölçekleri ile toplanan verilerin analizi sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve Fen'e yönelik tutumlarını anlamlı şekilde geliştirdiği ifade edilmektedir.

Akgündüz (2016), 2000-2014 yılları arasında Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi'nin (ÖSYM) yaptığı sınav sonuçlarına göre ilk 1000 öğrencinin yerleştiği

STEM alanlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada ÖSYM veri tabanı üzerinden fen ve matematik gibi STEM alanlarına yerleşen öğrenci sayıları incelenmiştir. İncelenen 17135 öğrencinin verilerinden elde edilen sonuçlara göre 2000 ile 2014 yılları arasında STEM alanlarına yönelik öğrencilerin ilgilerinin azaldığı, tıp fakültelerine yönelik ilginin arttığı, erkeklerin STEM alanlarına kızlardan daha fazla ilgi gösterdiği, STEM alanlarından en çok mühendislik fakültelerine ilginin olduğu, eğitim fakültesi ve temel fen bilimlerine yönelik ilginin diğer alanlara göre daha az olduğu belirlenmiştir.

Baran, Canbazoğlu-Bilici ve Mesutoğlu (2015) TÜBİTAK desteğiyle yaptıkları bir projede 6. Sınıf öğrencilerinden STEM eğitimi yaklaşımına göre mühendislik tasarımı içeren ve TV kanalında gösterilebilecek bir STEM spotu yapmalarını istemişlerdir. Bu etkinlikte öğrenciler bilgisayar bağlantılı bir ortamda ses kayıt cihazı, kamera ve powtoon programı ile gruplar halinde STEM spotlarını 160 dakika süresince tasarlamaya çalışmaktadır. Etkinlik sonrası öğrencilerin değerlendirme formlarına verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin teknoloji ve bilgisayar konularında bilgi ve becerilerinin arttığını düşündükleri bulunmuştur.

Gencer (2015) fırlıdak isimli bir STEM etkinliğini 30 öğrenciden oluşan bir 7. sınıf öğrenci grubuna, öğrencileri 6 gruba ayırarak üç ders saati süresince uygulamıştır. Bu çalışmada araştırmacı bilim ve mühendislik arasındaki farklılıkları uygulama yaparak ortaya koymaya çalışmıştır. Bu etkinlik öğrencilerin bilimsel sorgulama başmaklarını kullanarak aynı etkinlikte mühendislik çalışması da yapmalarına şans tanımıştır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin fen okuryazarı bireyler olarak yetişmesine yardımcı olan bu etkinliğin aynı zamanda öğrencilere kariyer bilinci de kazandırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ercan ve Şahin (2015) tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarılarına etkisini araştırmıştır. 2013-2014 eğitim-öğretim yılında 30 öğrencinin eğitim gördüğü bir 7. sınıfta yedi hafta süren ve Kuvvet ve Hareket ünitesini içeren STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Karma yöntem olarak gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Karahan, Canbazoğlu-Bilici ve Unal (2015) bir devlet okulunda okuyan 21 ortaokul 8.sınıf öğrencisine 14 hafta süresince STEM'i medya ile entegre ederek etkinlik uygulamışlardır. Uygulanan etkinlikler ile öğrencilerin tutumlarını ve okul sonrası STEM temelli etkinliklere yönelik görüşlerini incelemişlerdir. Medya tasarım süreci öğrencilerin STEM bilgi ve becerilerini arttıran, onların farklı teknolojik araçları kullanmasına sebep olan ve bu süreç sonunda onların fen okuryazarlıklarını arttıran bir etkinlik süreci olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca bu çalışmada sınıf öğretmenlerinin STEM eğitiminin medya temelli etkinlik sürecine entegre edilmesi hakkındaki görüşleri de incelenmiştir. Öğrencilerin bilim ve medya tasarımı sürecine yönelik tutumlarının geliştiği, motivasyonlarının arttığı, sınıf içi tartışmalara katılma ve bilimsel içeriği öğrenme isteklerinin arttığı görülmüştür. Çalışma sonucunda STEM etkinliklerinin öğretim programlarına entegre edilmesinin önemli olduğu, sanatın fen ve STEM etkinlikleriyle bütünleştirilmesinin önemli olduğu, sanatın ve görsel medyanın 21. yüzyılda olduğu gibi STEM etkinliklerinde de yer almasının faydalı olacağı ve STEM kariyerleri için öğrencilerin yeni meslek gruplarına olan yönelimlerini arttıracığı sonucuna ulaşılmıştır.

Akaygun ve Aslan-Tutak (2016) çalışmalarında 38 kimya ve matematik öğretmen adaylarının işbirlikli öğrenme STEM modülü ile aldıkları eğitim öncesi ve sonrasında grup olarak yaptıkları posterleri inceleyerek onların STEM öğretim anlayışlarını nasıl geliştiğini incelemişlerdir. STEM öğretimi anlayışlarına yönelik analizler bireysel ve grup olarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda veriler analiz edildiğinde öğretmen adaylarının büyük bir kısmının STEM anlayışı bakımından daha düşük seviyelerden daha yüksek seviyelere geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının sonuçları bireysel olarak değerlendirildiğinde daha az detay verdikleri ancak daha bütüncül bir STEM anlayışına sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Baran, Canbazoğlu-Bilici, Mesutoğlu ve Ocak (2016) STEM'i Okulun Dışına Taşımak: Okul Dışında Öğrencilerin STEM Eğitimi Konusundaki Algıları isimli bir TÜBİTAK projesi kapsamında büyük bir şehrin dezavantajlı bölgelerinden gelen 40 öğrenciden oluşan 6. Sınıf öğrenci grubuna okul dışı öğretime entegre edilmiş STEM eğitimi vererek onların STEM etkinlikleri hakkındaki algılarını incelemiştir. Öğrenciler 40 saatlik 3 hafta sonu süresince 13 farklı üniversitede görev yapan öğretim üyesinden 13 farklı STEM temelli etkinliğe katılmışlardır.

Etkinlikler sonucunda öğrencilerden etkinlik değerlendirme formları yardımıyla öğrencilerin kazandıkları bilgi ve beceriler, karşılaştıkları sınırlılıklar ve zorluklar, etkinliklerin geliştirilmesine yönelik önerileri hakkındaki algıları ile ilgili veriler toplanmıştır. Öğrencilerin STEM etkinliklerine katılmasının onların STEM alanlarına olan ilgileri üzerinde olumlu etki yaptığı ve tasarım yapma, araştırma, işbirliği içinde çalışma ve bilimsel, teknolojik ve matematiksel teorik becerilerini kullanma fırsatını sağladığı çalışmanın sonuçlarındandır.

Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016) STEM eğitiminin öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik yaptıkları tasarım temelli fen eğitimi çalışmasında 6 fen öğretmen adayına tasarım temelli fen eğitimi uygulaması gerçekleştirmiştir. Bu uygulama sürecinin ortasında ve sonunda yaptıkları görüşmelerin içerik analizi sonuçlarına göre öğretmen adaylarının mühendislik tasarımı yapmalarının öğrenmeyi arttırdığını, büyük tasarım görevlerinin motivasyonu arttırdığını, kalıcı öğrenmeyi desteklediğini ve sorgulamaya dayalı olmasının STEM eğitiminin uygulanması açısından önemli olarak gördüklerini ifade etmektedirler.

Eroğlu ve Bektaş (2016) STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşlerini araştırmıştır. Çalışma Kayseri ilindeki üç farklı okulda görev yapan beş fen bilimleri öğretmeni ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak gerçekleştirilmiştir. İçerik analizi sonuçları öğretmenlerin STEM etkinliklerini daha çok fizik alanıyla ilişkilendirdiği, fizik konuları için daha uygun gördükleri, fen dersi ile teknoloji, matematik ve mühendislik arasında bir ilişki kurduklarını göstermiştir. STEM temelli dersleri uygulamak istediklerini ancak zaman ve malzeme sınırlılığından dolayı uygulamada sıkıntı yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Eroğlu ve Bektaş (2016) verilen STEM eğitimlerinin sayısının artırılmasını, içeriğinin zenginleştirilmesini, eğitim sonrası iletişime devam edilmesini ve uygulamada karşılaşılan engeller için öğretmenlere destek sağlanmasını önermektedir.

Guzey, Moore, Harwell ve Moreno (2016) yaptıkları çalışmalarında ortaokul öğrencilerine uygulanan mühendislik temelli ve mühendislik tasarım süreci entegre edilmiş fen öğretiminin öğrencilerin fen öğrenimleri ve Fen'e yönelik tutumlarında anlamlı etkisinin olup olmadığını incelemişlerdir. Üç ortaokul fen öğretmeni ve 275 yedinci sınıf öğrencisi ile yapılan çalışmada öğrencilere

uygulama öncesi ve sonrasında içerik bilgilerini ve tutumlarını ölçen tutum ölçekleri uygulanmıştır. Ayrıca veri analiz kısmında ülke genelinde matematik yeterlilik sınav sonuçları analize dâhil edilmiştir. Çalışmanın sonuçları mühendislik tasarımı temelli fen eğitiminin öğrencilerin tutumları ve öğrenmeleri üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermiştir.

Hacıoğlu, Yamak ve Kavak (2016) çalışmalarında, mühendislik tasarımı temelli fen eğitimi atölyesine gönüllü olarak katılan öğretmenlere örnek etkinlikler aracılığı ile mühendislik tasarımı temelli fen eğitimi hakkında deneyim kazandırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin görüş ve tecrübeleri etkinlik değerlendirme formları ile toplanmıştır. Öğretmenler mühendislik tasarım temelli fen eğitimi sürecinde yaşadıkları olumsuz tecrübelerden bahsetseler de sınıflarında mühendislik tasarım sürecini uygulayacaklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen deneyimleri sonucunda mühendislik tasarım sürecinin fen eğitimine entegre edilmesi için hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimlerin verilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kızılay (2016) çalışmasında, 25 fen bilimleri öğretmen adayı ile 10 adet kısa cevaplı görüşme soruları ile görüşme yaparak onların STEM alanlarına ve eğitime yönelik görüşlerini araştırmıştır. Görüşmeler ile toplanan verilerin içerik ve betimsel analizi sonucunda STEM çalışmalarının mühendisliğin insan hayatını kolaylaştırdığı, ürün ortaya çıkardığı, fen, matematiğin, teknolojinin ve mühendisliğin çalışma açısından birbirleriyle karşılıklı ilişki içinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmen adayları teknoloji ve mühendisliğin fen ve matematik derslerinde kullanılmasının faydalı olduğuna yönelik görüş bildirmişlerdir.

Koyunlu Ünlü ve Dökme (2016) çalışmalarında, özel yetenekli öğrencilerin STEM'in mühendis ve mühendislik hakkındaki algılarını elde etmek için 72 öğrenciye bir mühendis çizdirmiş ve mühendislik hakkında görüşleri alınmıştır. İçerik analizi sonucunda öğrencilerin mühendisliği modelleme ve inşaat mühendisi yönüyle ve erkek ağırlıklı olarak daha fazla resmettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu öğrencilerin eğitiminde öğrenme ortamlarının değiştirilmesinin, öğrencilerin mühendislik hakkındaki ilgi ve algılarını geliştireceği sonucuna ulaşılmıştır.

Çevik, Daniştay ve Yağcı (2017) ortaokullarda görev yapan fen bilimleri, matematik ve bilişim teknolojileri öğretmenlerinin STEM eğitimi farkındalıklarını farklı değişkenler açısından değerlendirmişlerdir. Karaman ilinde merkeze bağlı okullarda görev yapan 118 fen, matematik ve bilişim öğretmenin örneklemi oluşturduğu bu çalışmada Buyruk ve Korkmaz (2016) tarafından geliştirilen STEM Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. STEM farkındalık ölçeğinin olumlu ve olumsuz farkındalık olan her iki faktöründe de öğretmenlerin branş ve cinsiyet değişkenlerine göre anlamlı farkın olmadığı görülmüştür. Ancak mezun olunan fakülte türü, eğitim durumları ve mesleki kıdem değişkenlerine göre ölçeğin her boyutunda anlamlı farklılığın olduğu bulunmuştur. Eğitim fakültesi mezunu ve genç öğretmenlerin olumlu yönde STEM farkındalıklarının olduğu, mesleki kıdemi fazla olan öğretmenler ile ön lisans mezunu öğretmenlerin olumsuz yönde STEM farkındalıklarının olduğu bulunmuştur.

Aslan Tutak, Akaygün ve Tezsezen (2017) çalışmasında, son sınıf kimya ve matematik öğretmenliği öğrencisi olan 48 öğretmen adayının özel öğretim yöntemleri dersinde STEM yaklaşımına olan farkındalıklarını incelemek için işbirlikli STEM eğitim modülü uygulamıştır. Veriler işbirlikli STEM eğitim modülü öncesinde ve sonrasında STEM eğitiminin ne olduğu, yöntemleri, öğretmen eğitimi ve kendileri için ne tür desteklerin sağlanması gerektiğine yönelik açık uçlu sorular içeren STEM farkındalık ölçeği uygulanarak toplanmıştır. Öğrencilerden toplanan verilerden çıkarılan kodlar ve betimsel analiz sonuçları STEM eğitimi tanımlarında anlamlı bir değişimin olduğunu, STEM'in bütünsel yapısına uygun tanımlamalar yaptıklarını, STEM eğitimi etkinlik ve proje temelli, alanların bir arada çalıştığı bir yöntem olarak gördüklerini göstermektedir. Ayrıca, öğrenciler STEM eğitimi için öğretmen eğitime yönelik seminer ve eğitimlere katılımı ve proje örneklerinin gözlenmesi ve deneyimlerin paylaşılmasını önemli gördüklerini belirtmişlerdir.

Aydın, Saka ve Guzey (2017) 4. – 8. Sınıf düzeyindeki öğrencilerin STEM tutumlarını incelemek için Türkçe'ye ölçek uyarlamış ve bu ölçek ile öğrencilerin STEM tutumlarının demografik değişkenlere göre nasıl değiştiğini ve öğrencilerin STEM eğitime yönelik hazır bulunuşluklarını incelemişlerdir. Tarama modeline göre gerçekleştirilen bu çalışmaya 5 ilde 4. - 8. Sınıf düzeylerinden 964 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin STEM eğitime katılıyorum düzeyinde tutum sergiledikleri ve sınıf düzeyi, yaşadıkları şehir, meslek

tercihlerine göre STEM tutumları arasında anlamlı farklılığın olduğu görülmüştür. Ancak öğrencilerin STEM tutumlarının cinsiyet, okul türleri ve ebeveynlerinin eğitim durumları açısından farklılık göstermediği görülmüştür.

Gökbayrak ve Karışan (2017) çalışmasında 20 öğrenciden oluşan bir altıncı sınıfta STEM etkinlikleri uygulamış ve etkinlik sonunda öğrencilerin STEM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerini altı soruluk bir görüşme formu aracılığıyla incelemiştir. Öğrencilerin betimsel olarak analiz edilen verileri STEM etkinliklerinin öğrencilere STEM alanları açısından katkı sağladığı, öğrencileri STEM kariyerleri ilgilerini artırması açısından desteklediği sonuçlarını ortaya çıkarmıştır. Öğrenciler tüm derslerinde STEM eğitim yaklaşımının uygulanmasının faydalı olacağını bildirmişlerdir.

Gülgün, Yılmaz ve Çağlar (2017) fen bilimleri öğretmenleri ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yaparak STEM etkinliklerinde bulunması gereken özellikleri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada ayrıca 135 fen bilimleri öğretmenine STEM uygulamaları kalite standartları ölçeği uygulanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin STEM eğitimi hakkında olumlu görüş bildirdikleri ancak STEM uygulamalarının ülkemizde yeni olması ile öğretim programlarına yeni entegre ediliyor olmasından dolayı gerektiği şekilde uygulanmadığına yönelik görüşlerini bildirmişlerdir. Öğretmenlerin görüşleri arasında farklılıklar olduğu ve bu durumun onların bulundukları bölgenin şartları, öğretmenlerin gelişime açık olup olmaması durumları, sahip oldukları teknolojik yeterlilik gibi sebeplerden dolayı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gökbayrak ve Karışan (2017) Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-I dersinin STEM yaklaşımına yönelik düzenlenmiş etkinlikler ile yürütülmesi sürecinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemiştir. 2016-2017 eğitim-öğretim yılında yarı deneysel desen olarak gerçekleştirilen bu çalışmada bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 3. sınıf 50 fen bilimleri öğretmen adayına Bilimsel Süreç Becerileri Testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları uygulamadan sonra STEM etkinlikleri uygulanan deney grubundaki öğrenciler ile tümevarımsal fen laboratuvarının uygulandığı kontrol grubundaki öğrenciler arasında bilimsel süreç becerileri puanları açısından anlamlı bir farkın olduğunu göstermiştir. Bu bulguya dayanarak STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Konca (2017) çalışmasında, mevcut öğretim programlarına uygun olarak hazırladığı örnek STEM etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisini incelemiş ve öğrencilerin STEM hakkındaki görüşlerini toplamıştır. Yedinci sınıf öğrencilerinden oluşan örnekleme öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Kontrol grubundaki öğrenciler mevcut öğretim programına devam ederken diğer gruptaki öğrencilere kuvvet ve enerji ünitesine uygun hazırlanan STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Öğrencilere bilimsel yaratıcılık ölçeği ve kavramsal anlama ölçeği kullanılmıştır. Deneysel çalışmadan sonra öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda deney grubunun kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık ölçeklerinden aldığı ortalama puanlarının daha yüksek olduğu ancak sadece bilimsel yaratıcılık ölçeğinin esneklik ve akıcılık alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür. Yarı yapılandırılmış görüşmelerin sonuçlarına göre öğrenciler STEM eğitimini eğlenceli, işbirliğine yardımcı ve kendi öğrenmelerine fırsat tanıdığını belirtmiştir.

Koştur (2017) STEM eğitimi hakkında yapılan çalışmalar ve bilim tarihi hakkında araştırmalar yaparak El-ceziri örneğinin STEM eğitimi açısından nasıl kullanılabileceğini açıklamıştır. El- ceziri'nin (1136-1206) yaptığı icatların fen derslerinde mühendislik tasarım süreçleriyle ilişkilendirilerek STEM etkinliği olarak kullanılması önerilmektedir. Bilim tarihindeki icatlar ve buluşlar ile ilgili örneklerin STEM eğitimi için etkinlik haline nasıl getirilebileceğine yönelik örnek sunmaktadır.

Özçelik ve Akgündüz (2017) çalışmasında daha önce STEM eğitimi almamış üstün yetenekli 25 öğrenciye 2 haftada 32 saat STEM eğitimi vererek STEM eğitiminin üstün yetenekli öğrenciler üzerindeki etkisini aktivite değerlendirme formlarıyla değerlendirmiştir. Etkinliklerde öğrencilere mühendislik tasarım süreci temel alınarak uygulama planları hazırlanmıştır. Aktivite değerlendirme formlarında öğrencilere neler öğrendiği, hangi becerileri kazandığı, öğrendiklerini nasıl kullanacağı hakkında sorular sorulmuştur. Betimsel analiz sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirdiği, eleştirel düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği bulunmuştur.

Çevik (2018), proje tabanlı STEM eğitiminin, meslek lisesinin mobilya bölümü 11. sınıftaki 18 öğrencinin akademik başarılarına ve mesleki ilgilerine etkisini

incelediği çalışmasında tek gruplu öntest sontest deneysel desenini kullanmıştır. Öğrencilere STEM başarı testi ve Meslek ilgi testi öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Proje tabanlı STEM eğitiminin öğrencilerin başarısını anlamlı şekilde arttırdığını ve mesleklere olan ilgisini olumlu olarak etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Çevik ve Özgünay (2018) çalışmasında orta öğretimde görev yapan fen, matematik ve teknoloji öğretmenlerinin ve yöneticilerin STEM eğitime yönelik perspektiflerinin belirlenmesi amacıyla 21 devlet ve özel okulda görev yapan 136 öğretmen ve 45 yönetici ile görüşmeler yapmış ve ölçek uygulamıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin STEM eğitim için yeterince donanımlı olmadıkları ve STEM eğitime yönelik görüşlerinin branş ve cinsiyet değişkenine göre anlamlı şekilde farklılaşmadığı bulunmuştur. Yöneticiler, STEM eğitiminin öğrenciler üzerinde derslerden daha çok etki edeceğine inandıklarını bildirmişlerdir. STEM eğitimi öğretebilmek için yöneticilerin STEM öğretimi kurslarına ve öğretim programı uygulamalarına ihtiyaç duydukları sonucuna ulaşılmıştır.

İnce, Mısır, Küpeli ve Fırat (2018) çalışmalarında 5. sınıf fen bilimleri dersi yer kabuğunun gizemi ünitesinin öğretiminde STEM temelli yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerisi ve akademik başarısına etkisini incelemişlerdir. Yarı deneysel desen olarak 58 beşinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen bu çalışmada deney ve kontrol grubu fen dersleri öğretim programına uygun olarak aynı şartlarda eğitimlerine devam etmişlerdir. Deney grubundaki öğrenciler sadece altı hafta süresince STEM etkinliklerine katılmıştır. Çalışmada ön test ve son test olarak problem çözme envanteri ve yer kabuğu gizemi başarı testi uygulanmıştır. Çalışma sonuçları STEM temelli etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerileri ve başarı puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiştir.

Korkmaz (2018) STEM eğitiminin ortaokul fen bilimleri taslak öğretim programına yansımalarını içerik ve betimsel olarak analiz ederek tespit etmeye çalışmıştır. STEM eğitimi ile yetiştirilmesi amaçlanan öğrencilerin özelliklerinin frekans analizi sonuçları incelendiğinde; yaratıcılık/üretkenlik 24, girişimcilik 8, araştıran/sorgulayan 42, iş birliği 7, keşif yapabilen 29, çıkarımda bulunma 14, iletişim kurabilme 10, yenilikçi düşünme 19 ve problem çözme 24 frekans değerleri olduğu görülmüştür. STEM eğitimi özelliklerinin programa hangi oranda

yansıtıldığı incelendiğinde; uygulama ağırlıklı olması 61, farklı disiplinleri bütünleştirmesi 97, ürün tasarımı 55, bilimsel araştırma 31 frekans değerleri bulunmuştur. STEM disiplinlerinin 7. ve 8. sınıf kazanımlarına yönelik dağılımlarına bakıldığında; 7.sınıf kazanımları arasında en fazla ilişkilendirmenin 28 kazanımla Fen-Mühendislik; 8.sınıf kazanımları arasında en fazla ilişkilendirmenin 33 kazanımla Fen-Mühendislik alanları arasında olduğu görülmüştür. Bu çalışma sonucunda STEM eğitiminin özellikleri, öğrenci özellikleri ve kazanımları açısından 7. ve 8. Sınıf fen bilimleri öğretim programına yeterince yansıtıldığı görülmüştür.

Karakaya, Avgın ve Yılmaz (2018) ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerine yönelik ilgilerini çeşitli değişkenlere göre incelemiştir. 2016-2017 eğitim-öğretim yılında eğitim gören 611 ortaokul öğrencisine Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2014) STEM kariyer ilgi ölçeği uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgilerinin akademik başarı, teknoloji kullanımı sıklığı, cinsiyete göre anlamlı şekilde farklılaştığı bulunurken, uzun süre yaşadıkları yere göre ise anlamlı farkın olmadığı bulunmuştur. Ayrıca, ortaokul öğrencilerinin STEM meslek gruplarından en çok teknolojiye yönelik kariyer ilgilerinin olduğu görülmüştür.

STEM ile ilgili olarak ulusal alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde çalışmaların ağırlıklı olarak öğretmen, öğretmen adayları ve ilk/ortaokul öğrencileriyle yapıldığı görülmektedir. Öğretmenler ile ilgili yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak deneysel desen çalışmaları olduğu ve STEM eğitimi alan öğretmenlerin STEM etkinlikleri ve eğitimine yönelik görüşlerinin araştırıldığı çalışmalar olduğu görülmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016). Verilerin genellikle çoktan seçmeli soruları içeren testler, görüşme kayıtları veya görüşme formları ile elde edildiği ve öğretmenler için STEM eğitimlerinin hizmet içinde veya öncesinde yapılmasının önerildiği çalışmalardır. İlkokul ve ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen STEM etkinliklerin deneysel desen olarak uygulandığı çalışmalar etkinliklerin öğrencilerin fene yönelik tutum, motivasyon, akademik başarı, bilginin kalıcılığı, yaratıcılık, problem çözme becerisi ve bilimsel süreç becerisi gibi değişkenleri incelediği görülmektedir (Ceylan, 2014; Ercan ve Şahin, 2015; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Keçeci, Alan, Kırbağ Zengin, 2017; Şahin, Ayar, ve Adıgüzel, 2014; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017). Öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmalarda ise daha çok

STEM eğitimi hakkındaki görüşlerin incelendiği görülmektedir (Akaygün, Aslan Tutak, 2016; Bozkurt, 2014; Bozkurt Altan, Yamak, Buluş Kırıkkaya, 2016; Cinar, Pirasa ve Palic Sadoglu, 2016; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Kızılay, 2016; Marulcu ve Sungur, 2012).

2.5.2. STEM Eğitimi İle İlgili Son Yıllarda Yapılan Uluslararası Çalışmalar

STEM eğitiminin okullardaki eğitim öğretim faaliyetlerine, öğretmenlik meslek eğitimi programlarına, öğretim programlarına ve okul dışı faaliyetleri entegre edilmesi önemli bir çalışma konusudur. Bu nedenle, STEM eğitiminin okul öncesinden başlayarak üniversite düzeyine kadar tüm öğretim seviyelerinde uygulanması ve STEM eğitiminin bütünleştirilmesiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu başlık altında STEM eğitimi ve STEM eğitiminin uygulanması ile ilgili tüm etkenleri inceleyen son yıllarda yapılmış önemli uluslararası çalışmalara yer verilmiştir.

STEM eğitiminin eğitim faaliyetleri ile bütünleştirilmesi ile öğrencilerin mevcut durumdaki matematik ve fen başarılarının artması beklenmektedir. Becker ve Park (2011) STEM entegrasyonu ve bunun ilkökul, ortaokul, lise öğrencileri üzerindeki etkilerini araştıran 28 çalışmayı incelemiştir. Çalışmaların bulguları STEM disiplinlerinin bütünleştirilerek eğitimin verildiği çalışmalarda öğrencilerin bundan olumlu şekilde etkilendiği sonucu ortaya koymuştur. STEM eğitiminin bütünleştirilerek verilmesinin önemini bu konu hakkında yapılan çalışmaların sayısı, STEM entegrasyonu için bu çalışmalarda uygulanan etkinliklerin sayısı, çalışmaların odaklandığı konuların çeşitliliği, STEM entegrasyonuna odaklanan çalışmalardaki öğretmenlerin STEM'e yönelik tutumlarını inceleyen çalışmaların sayısı, STEM entegrasyonuna yönelik algıları inceleyen çalışmaların sayısı yanında STEM eğitiminin bütünleştirilmesine odaklanan STEM öğretim programlarının sayısı da göstermektedir.

Berlin ve White (2010) çalışmasında öğretmen adaylarının STEM entegrasyonuna yönelik tutum ve algılarını incelemiştir. Çalışmada STEM entegrasyonu ile ilgili yüksek lisans programına katılan öğretmenler ile görüşmeler yapılmıştır. Üç yıldır eğitim veren programın ilk üç yılındaki öğretmen adaylarıyla görüşmeler yapılmıştır. 81 öğretmen adayının 39'u kadın, 42'si erkek, 53'ü fen alanından, 28'i matematik alanındandır. Öğretmen adayları fen ve matematik alanlarında lisans

eğitimi almalarına rağmen, STEM entegrasyonuna y6nelik y6ksek lisans eğitiminin ilk yılında olmalarından dolayı zorlanmışlardır. 6đretmenlerin STEM eğitiminin entegrasyonuna y6nelik tutum ve algıları 6ç yılın sonunda ancak değişim g6stermiştir. 6ç yıllık y6ksek lisans eğitimi sonunda STEM eğitimi entegrasyonun onların 6đrencilerinin iyi şekilde b6t6nleşmiş bir STEM eğitimi almaları i6in gerekli ve yararlı olduğunu a6ıklamışlardır.

Robelen (2012) yaptığı 6alışmada ilköğretim okulları seviyesinde STEM 6đretmeni niteliklerinin eksik olduğunu ve bu nedenle STEM eğitiminin ilköğretim seviyesinde yeterince yaygınlaştırılmadığını ifade etmiştir. 6đretmenlerin fen 6đretimine yeterince zaman ayırmadıklarını ve bunu ailelerin ve y6neticilerin 6đrencilerin ulusal sınavlardaki okuma ve matematik alanlarında başarılarına 6nem vermesi durumunun 6đretmenlerde oluşturduğu baskıyla ilişkilendirdikleri g6r6lm6şt6r (Beaudoin, Johnston, Jones & Waggett, 2013). Araştırma sorgulama temelli fen eğitiminin, problem temelli 6đrenmenin ve m6hendislik tasarımı temelli 6đretimlerin ilköğretim okullarında yaygın olmayan 6đretim yaklaşımları olduğu bulunmuştur (Beaudoin vd., 2013; Robelen, 2012).

Nathan vd. (2010) STEM disiplinlerindeki temel ve ortak konular hakkındaki ilişkilere odaklanarak ama6lı bir şekilde STEM alanları arasında b6t6nleştirilmelerin yapılmasının 6đretmenler ve 6đrenciler a6ısından istendik sonu6ların ortaya 6ıkmasında faydalı olacağını 6alışmasında g6stermiştir. 6alışma s6recinde 6đretmenlerin pedagojik eylemleri ve 6đrencilerin cevapları, m6hendislik etkinlikleri ve STEM anahtar kavramları arasındaki bağlantıların 6đrenme sonu6larını nasıl etkilediğini ortaya 6ıkarmak i6in 6đretmenlerin pedagojik eylemleri ve 6đrencilerin cevapları incelenmiştir. Nathan vd. (2010) bilimsel kanunların, teknolojik objelerin, m6hendislik tasarımlarının ve matematiksel g6sterimlerin STEM entegrasyonu i6in etkili mekanizmalar olduğunu bulmuştur. İlişkili kavramların, ara6ların ve materyallerin 6đretmenler tarafından birlikte kullanılması 6đrencilerin anlamalarını kolaylaştırmaktadır. 66nk6 6đrenciler STEM alanları arasında ortak kullanılan ara6lar ve g6sterimler ile 6đrendikleri bilgileri ilişkilendirmekte ve daha kolay 6đrenmektedir. STEM eğitiminin 6stesinden geldiği bir diğer zorluk ise STEM eğitiminin b6t6nleştirici bir yaklaşım ile uygulanmış olmasıdır. Bu sayede 6đrenciler alanlar arasındaki kavramsal g6sterimler ile ilişkileri fark edecek ve ortak konuları daha kolay

öğrenebileceklerdir. Çünkü STEM öğrenme ve öğretme dinamiği, büyük ölçüde öğrenmeyi kolaylaştıran bu ara bağlantıların etkililiğine bağlıdır.

Rogers-Chapman (2013) STEM eğitimi programını uygulayan STEM okulu ve geleneksel bir lisenin STEM derslerini okullarında nasıl entegre ettiğini incelemiştir. Bu lise türleri genellikle öğrencilerin çok tercih ettiği, Amerika'da yaygın olan okullardır. Rogers-Chapman'a (2013) göre STEM okulu tarzındaki liseler öğrencilerini STEM alanlarında kariyer yapmaları için hazırlamaktadır. Geleneksel lisenin aksine, STEM temelli eğitim veren liselerdeki öğretim programları STEM için önemli konuları, STEM temelli seçmeli dersleri, stajları, bütünleştirilmiş veya disiplinler arası öğretim programlarını ve bitirme projesini içermektedir. Rogers-Chapman (2013) STEM temelli eğitim veren okulların STEM eğitimini sadece derslerine entegre etmeye çalışan geleneksel okullara göre akademik olarak daha sağlam olduğunu keşfetmiştir.

Sahin (2013) 15 katılımcı okul ve 2000 öğrencinin katıldığı 4 yıllık bir STEM eğitim programının başarılı olduğu hakkında sonuçlar ortaya koymuştur. Sekizi lise düzeyinde olan ve 36 kampüsü olan bu okullardan mezun olan öğrenciler eğitimlerine STEM alanlarıyla ilgili alanlarda devam etmektedir. İlkokul, ortaokul ve liseler arasında işbirliği yaratan STEM ile ilişkili okullar, öğretim programlarında sadece STEM kursları sunan okullardan daha etkili olmuştur (Sahin, 2013). Sahin (2013) yaptığı çalışmalarında STEM eğitimini öğretim programlarına başarılı şekilde bütünleştirmiş okulların öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgisini attırmanın yanında bireyler için uygun ortam hazırlayarak fen okuryazarı bireyler yetiştirdiğini de bulmuştur.

Page, Lewis, Autenrieth ve Butler-Purry, (2013) ve Ralston, Hieb ve Rivoli (2013) göre öğrencilerin STEM alanlarına yönelmelerinin önündeki en büyük engel olarak öğrencilerin üniversite eğitimine kadar mühendislik alanıyla karşılaşmamış olmasıdır. Mühendislik ve teknoloji okuryazarlığındaki ilgi ve farkındalığın artmasındaki en önemli rol, lise çağındaki öğrencilerin mühendislik eğitimi ile karşılaşması olarak görülmektedir. Page vd. (2013) lise öğretmenlerine yaz eğitim programı düzenleyerek onlara lise STEM sınıflarında mühendislik içeriğini nasıl daha iyi uygulayacaklarına yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu sayede lise öğretmenlerinin öğrencilerine sınıf içinde mühendislik uygulamalarını başarılı şekilde uyguladığı görülmüştür. Ayrıca çalışmada düşük sosyoekonomik düzeyde

yer alan liselere devam eden öğrencilerin mühendislik uygulamalarına yeterince ulaşmadığı için meslek seçimlerinde çok fazla mühendislik ve STEM alanlarına yönelmedikleri çıkarımı yapılmıştır. Bu nedenle STEM alanlarına toplumun tüm bireyleri tarafından eşit şekilde ulaşılması için öğretmenlerin ve öğrencilerin STEM eğitiminin entegre edildiği sınıflara ve öğretim programlarına katılmaları önerilmektedir. Ralston vd. (2013) lise öğrencileri için STEM eğitimi çalışmalarının ülkelerin küresel rekabette başarılı olmaları için gelecek nesilleri yetiştirdiği ileri sürmüştür. Bu nedenle Ralston vd. (2013) çalışmalarında STEM alanlarına ilgi duyan, STEM alanlarında yetenekli ve STEM alanlarında eğitim alan öğrenciler için oluşturulan bir STEM eğitim programının etkisini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında ele alınan ortaokullar öğrencilerini ön mühendislik eğitimi veren liselere başarılı şekilde hazırlamaktadır. Dört yılın sonunda on beş okul ve 2000 öğrencinin katıldığı bu programlar sayesinde öğrencilerin çoğunluğunun STEM eğitimi veren liselere gittiği görülmüştür.

Carroll (2014) STEM eğitimi hakkında yeteri kadar eğitim almamış ortaokul öğrencilerine STEM alanlarında meslek sahibi olan kişilerin tecrübelerini paylaşımlarının öğrencilerin STEM alanlarındaki başarısı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada STEM alanlarında uzman olan üniversite öğrencileri ile STEM temelli okul sonrası programa katılan ortaokul öğrencileri arasında mentörlük programına odaklanılmıştır. Çalışma sonucunda STEM alanları ve kariyerleri hakkındaki fırsatlar ve olanakları bilmeyen ortaokul öğrencilerinin herhangi bir seçim yapamadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Ortaokul öğrencilerinin STEM alanı uzmanlarının mentörlükleri sayesinde STEM alanlarına olan ilgilerinin arttığı, STEM kariyerleri hakkında bilgi sahibi oldukları görülmüştür.

Hansen ve Gonzalez (2014) STEM eğitimi için dört temel prensip önermektedir. Bu prensipler teknoloji entegrasyonu, STEM disiplinleri ve diğer disiplinler arası ilişki kurma, gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme ve proje merkezli görevlere dayalı değildir. Yaklaşık olarak 100.000 6.-8. sınıf ortaokul öğrencisinin art arda 3 yıl boyunca standart test sonuçları takip edilmiştir. Çalışmada birden çok seviyedeki öğrenciler için karma model analizi ile öğrencilerin matematik ve fen kazanımlarının teknoloji kazanımları ile güçlü ve pozitif bir ilişki gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, fen deneyleri uygulamaları gibi proje temelli görevler ile fen başarısının güçlü bir ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Hansen & Gonzales, 2014). Hansen & Gonzalez (2014) yaygın olarak önerilen STEM

öğretim uygulamalarının öğrencilerin başarıları üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Saad (2014) Kuzey Dakota'da ortaokul öğrencileri için 3 haftalık Yakın Uzayda Balon Uçurma isimli bir STEM eğitiminin 6.-8. sınıf öğrencilerinin STEM kariyer ilgileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Balonun tasarımını yapma, inşa etme, balonu yere indirme ve yük kapasitesinin analizini yapma gibi mühendislik çalışmalarından sonra öğrencilerin lise eğitimi için fen ve matematik alanlarına yönelmesi beklenmiştir. 124 ortaokul öğrencisinin katıldığı bu çalışmada proje öncesi ve sonrası ölçekler uygulanmıştır. Çalışma sonunda kız öğrencilerin ölçek puanlarından aldıkları fen ve matematik ortalama puanlarında sırasıyla %63,6 ve %57,1 artış olduğu görülürken, erkek öğrenciler için matematik puan ortalamalarının hiç artmadığı fen ortalamalarının ise %46,6 artış olduğu görülmüştür. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre öğrencilerin proje öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Öğrencilerin 3 haftalık STEM temelli bir projeye katılmalarının direkt olarak onların STEM konularına ve kariyerlerine olan ilgilerine etki etmediği sonucuna ulaşılmıştır. Sadece balon uçurma değil bunun yanında STEM ile ilgili diğer konu ve etkinliklere yer verilmesi önerilmektedir. Balon inşa etme ve uçurma etkinliğinin öğrencilerin mühendis gibi çalışarak onların bilimsel süreç ve deneyimlerini artırdığı, gerçek bir takım işbirliğini öğrenmelerini sağladığı ve başarılı şekilde bir görevi tamamlamalarını onlara öğrettiği görülmüştür.

James (2014) STEM eğitiminin yedinci sınıf öğrencilerinin fen ve matematik becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmaya iki devlet okulundaki öğrenciler katılmıştır. Bu okullardan birinde STEM temelli fen ve matematik öğretimi uygulanırken diğerinde devlet okullarında uygulanan geleneksel fen ve matematik öğretim programı uygulanmaktadır. 2011-2012 ve 2012-2013 yıllarına ait STEM temelli eğitim veren okuldaki 281 öğrenci ve geleneksel eğitim veren ortaokuldaki 350 öğrencinin fen ve matematik başarılarını karşılaştırmak için ulusal sınavlarda aldıkları puanlar kullanılmıştır. Benzer demografik özelliklere sahip öğrencilerin fen ve matematik başarıları üzerinde hangi STEM öğretim ve öğrenme stratejisinin etkili olduğu değerlendirilmiştir. Geleneksel öğretim metoduna göre fen ve matematik eğitimi alan öğrencilerin fen ve matematik başarılarının STEM eğitimi alan öğrencilerden daha başarılı oldukları ve daha fazla gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca göre bölgesel olarak

uygulanan STEM eğitiminin ulusal olarak yapılan sınavlarda öğrencilerin fen ve matematik alanlarında başarılarını arttırmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Root-Bernstein (2015) çalışmasında sanat ve el sanatlarıyla STEM uygulamalarını entegre ederek üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcılıklarını destekleyerek onların müzik, resim vb. güzel sanatları profesyonel meslek alanlarında da tercih etmelerini STEM bağlamında değerlendirmiştir. STEM eğitimindeki alanlarda genellikle bilimsel bilgi ve becerilerin gelişimi vurgulanırken, üstün yetenekli öğrencilerin sanatla ilgili becerilerinin gelişimi ve STEM ile ilişkisi kurularak sanatla ilgili becerilerin öğrencilere kazandırılması arasında herhangi bir ilişki genellikle kurulmamaktadır. Ancak bu çalışmadaki dört adet bulgu STEM mesleklerinin yaratıcı kapasitelerini teşvik edecek sonuçlar sunmaktadır. Birincisi STEM meslekleri genellikle sözel alanlardaki ve matematik alanındaki becerileri elde etmenin başarılı olmak için yeterli görmeyerek görsel ve üç boyutlu zekâlarının gelişmiş olması, el göz koordinasyonun iyi olmasını ve beceriyi de model yapma ve yorumlama ile gelişmiş estetik veya sanatsal hassasiyet ile açıklamaktadır. İkinci bulgu ise büyük örneklerde yapılan istatistiksel çalışmaların STEM mesleklerinin sanatsal, müzikle ilgili, edebi, el sanatları ve STEM alanlarındaki başarı arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, Nobel ödülleri, patent sayısı veya kaç şirket kurduğu gibi başarılar örnek gösterilebilir. Üçüncüsü, bu çalışmalara katılan STEM meslek sahiplerinin kendi hobilerinin mesleklerinde başarılı olmalarına önemli şekilde destek olduğunu ifade etmeleridir. Dördüncüsü ise bu kadar çok özel teşvik edicinin (gelişmiş gözlem yeteneği, görsel zeka becerisi, gelişmiş öğrenme ve hatırlama becerileri) iyi şekilde kontrol edilen bir sınıf çalışmasında öğrencilerin STEM öğrenmelerini geliştirmesidir. Bu çalışmada bilgi ve becerinin profesyonel yaratıcılığa ihtiyaç duyduğu ancak bu yaratıcılığın öğrenilebileceği sonucu ortaya konmuştur. Bu öğrenmenin STEM eğitimi ile daha da geliştirilebileceği önerilmektedir.

Al Salami, Makela ve Miranda (2015) K-12 fen ve matematik öğretim programlarına mühendislik ve teknoloji kavramlarının ve mühendislik tasarımının proje tabanlı öğrenme ile entegre edilmesinin öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ilgilerini arttıracaklarını ifade etmektedir. Ancak öğretmenler için bu disiplinler arası öğretime hazırlamanın çok büyük bir uğraş olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle ilk olarak öğretmenlerin disiplinler arası

öğretime yönelik beceri ve tutumlarının geliştirilmesinin gerektiği vurgulanmaktadır. Bu gelişimin ancak öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin hazırlanması ile olacağı görülmektedir. Bu yüzden araştırmacılar gönüllü şekilde çalışmaya katılan 29 ortaokul ve lise öğretmenine 12-15 haftalık disiplinler arası eğitim ve tasarım problemine dayalı ünitelerden oluşan mesleki gelişim çalışması uygulamışlardır. Bu uygulama sonucunda öğretmenlerin disiplinler arası eğitime yönelik tutum ve becerilerinin gelişmesi ön görülmüştür. Tek gruplu ön test son test yarı deneysel desen çalışmasında ölçekler yardımıyla öğretmenlerin mühendislik tasarımı sürecine olan tutumları da ölçülmüştür. Çalışmada öğretmenlerin disiplinler arası çalışmaya tutumları, grup çalışmasına yönelik tutumları, öğretme doyumları, değişime gösterdikleri direnç değerlendirilmiştir. Ayrıca, bu değişkenler arasındaki ilişki ve bu değişimlerin cinsiyet, okul türü, branş ve eğitim seviyelerine göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Çalışma sonucunda ortaokul öğretmenlerinin tutumlarında ve becerilerinde gelişme gözlemlenmezken lise öğretmenlerinde gelişim gözlenmiştir. Bu değişimin sebebi öğretmenlerin disiplinler arası içerik bilgisine yönelik işbirliği içinde çalışmaları, öğretmen iletişimleri ve değişime karşı gösterdikleri direnç ile açıklanmıştır. Fen öğretmenlerinin matematik, mühendislik ve teknoloji öğretmenlerine göre tutumlarının, grup çalışmasına yatkınlığı, öğretme doyumunun daha yüksek olduğu ve bunun aldıkları mesleki eğitimle ilgili olduğu ifade edilmektedir. Fen öğretmenlerinin eğitim öncesi daha düşük olan STEM tutum ve grup çalışma isteklerinin eğitim sonrası arttığı ve değişime açık oldukları sonucuna ulaşılırken matematik öğretmenleri için bu durumun tam tersi olduğu bulunmuştur. Kadın öğretmenlerin ve ortaokul öğretmenlerinin, erkek ve lise öğretmenlerine göre disiplinler arası öğretime yönelik tutum, öğretme doyum, grup çalışmasına yönelik daha iyi puanlar ile STEM eğitimi uygulamasına girmelerine rağmen uygulama sonrasında puanlar tam tersi olduğu görülmüştür.

Wade-Shepherd (2016) yaptığı çalışmada yedinci ve sekizinci sınıf ortaokul öğrencilerine uygulanan STEM eğitiminin fen ve matematik başarıları üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmaya Amerika'daki dört ortaokulda öğrenim gören 2071 yedinci ve sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrencilere o bölgeye özel kapsamlı değerlendirme programı uygulanmıştır. Değerlendirme sonucuna göre STEM eğitime katılan ve katılmayan sekizinci sınıf öğrencileri arasında anlamlı bir fark olduğu ve STEM eğitiminin matematik ve fen başarısında etkisi olduğu

sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca STEM eğimine katılan yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik ve fen başarıları arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Aeschlimann, Herzog & Makarova (2016) çalışmalarında lise öğrencilerinin fen ve matematik derslerinde motivasyonunu yükseltmeyi ve öğrencilerin STEM kariyer seçimlerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Programın amaçlarından birisi de erkeklere ek olarak kadınların da STEM kariyer seçimini arttırmaktır. Çalışmada öğrencilerin motivasyonlarının artmasının STEM kariyeri seçme üzerinde pozitif etkisi olduğu bulunmuştur. Çalışma sonuçları öğrencilerin motivasyonlarını geliştiren sınıf ortamlarının onların matematik ve fene yönelik içsel motivasyonlarını ve STEM kariyeri seçme olasılığını arttırdığını göstermektedir.

Allen, Webb & Matthews (2016) çalışmasında STEM pedagojik içerik bilgisi açısından gelişmiş, yapılandırmacı paradigmayı bilen ve STEM eğitimi için iyi bir vizyona sahip öğretmenlerin farklı durumlara göre uyarlanabilen STEM eğitimi için hazır olduğunu vurgulamaktadır. Çalışmada yeni öğretmenlerin değerli bilgileri, becerileri ve yetkinliklerine odaklanılarak uyarlanabilir STEM eğitimi ile durum çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda öğretmen yetiştiren eğitimcilere öğretmenleri nasıl yetiştireceklerine dair çıkarımlar ve öğretmenlik meslek eğitiminin nasıl olması gerektiğine yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Bu sayede öğretmenlerin daha uyumlu ve daha etkili bir eğitim sunabileceklerine yönelik çıkarımlar yapılmıştır. öğretmenlerin hem öğrenciler hem de diğer danışman öğretmenler ile tartışmaya açık olmaları eğitim öğretim faaliyetleri hakkında tartışmaları uyumlu öğretmenlerin yetişmesi için faydalı olacaktır. Bu yeterliliklere sahip öğretmenlerin öğrencilerini STEM ile ilgili konularda yetiştirmede, sorgulamaya dayalı eğitime ve gerçek hayat bağlamı kurmalarında yardımcı olmada başarılı olacağı ifade edilmektedir. Bell (2016) yüksek vasıflı bilim insanları, teknoloji uzmanları, mühendisler ve matematikçilerin ülkelerin ekonomik refahı için önemli olduğunu ve bu nedenle öğrencileri fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarına yönlendirmenin önemine dikkat çekmektedir. Bu çalışmada tasarım ve teknoloji öğretmenlerinin STEM bakış açılarının nasıl geliştirilebileceği ve tasarım ve teknoloji pedagojisini nasıl ilişkilendirileceğiyle ilgili araştırma yapılmaktadır. Çalışma sonucunda öğrencilerin STEM okuryazarı olabilmeleri için STEM alanlarındaki tüm öğretmenlerin alandaki öğretmenler ve diğer öğretmenler ile birlikte çalışarak en

iyi yolu keşfetmeleri önerilmektedir. Bu sayede öğretmenler disiplinler arası, işbirlikçi ve birlikte uygulayabilecekleri öğretim programı uygulayabilirler.

Han, Capraro & Capraro (2014) çalışmalarında, proje tabanlı STEM eğitimi etkinliklerinin değişik seviyelerde başarılı öğrencileri etkileyip etkilemediği ve öğrencilerin bireysel faktörlerinin onların matematik başarılarını ne derecede etkilediğini araştırmaktadır. Ayrıca bu çalışmada proje tabanlı STEM eğitimi gibi okullara entegrasyonu zor olan yaklaşımın eğitime nasıl entegre edileceği incelenmiştir. 3 lise öğretmeni bir devlet üniversitesindeki STEM merkezinde 3 yıl süresince 6 haftada bir proje tabanlı STEM eğitimini 3 lisedeki 836 lise öğrencisine uygulamıştır. Öğrencilere ilk yıl Teksas bilgi ve beceri değerlendirme testi uygulanmıştır. Öğrencilerin matematik bilgi ve becerileri uzamsal olarak takip edilmiştir. Proje tabanlı STEM eğitimi tüm başarı düzeylerinde ve tüm demografik özelliklere sahip öğrencilerin matematik bilgi ve becerileri üzerinde etkili olmuştur. 3 yıllık süreç sonunda matematik disiplini düşük seviyede bilgi ve beceri testinden puan alanlar, orta ve yüksek düzeyde puan alanlara göre anlamlı şekilde daha fazla puan almışlardır. Demografik ve ekonomik statüler öğrencilerin başarıları üzerinde etkili olan bir diğer değişkendir. Proje tabanlı STEM eğitiminin okullarda uygulanması ile düşük seviyede performans gösteren öğrencilerin daha fazla gelişim göstermesi ve öğrenciler arasındaki başarı farkının kapanması beklenmektedir.

Alsup (2015) STEM alanında kariyer sahibi bireyler ile yapılan video görüşmelerinin Amerika’da dindar Protestan Hristiyanların okullarında eğitim gören ortaokul öğrencilerinin STEM konularına yönelik tutumları ve STEM kariyer ilgilerinin üzerine etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada STEM alanında meslek sahibi altı kişi ile mesleklerinin olumlu ve olumsuz yönleri, onların sahip oldukları beceri ve eğitimler hakkında video kaydı yapılan görüşmeler yapılmıştır. STEM kariyer sahibi kişilerin videoları ortaokul öğrencilerine izletilmiştir. Bu videoların öğrencilerin STEM kariyer ilgilerine ve STEM konularına olan tutumlarına etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Kontrol gruplu yarı deneysel desene göre yapılan bu çalışmada ön testler ve son testler STEM Semantic Ölçeği ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin STEM kariyer ilgi ve STEM konularına yönelik tutumlarında bir artış olduğu görülmüştür. Ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Holba (2015) bir devlet ortaokulundaki kız öğrencilerin katıldıkları okul dışı STEM eğitim programının onların motivasyonları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada motivasyon dört ana başlıkta ele alınmıştır. Çalışmada öğrencilerin motivasyonları her kategorinin 3 alt kategoriye ayrıldığı 4 kategoriden oluşan ARSC modeline (Keller, 1987) göre incelenmiştir. Dikkat, uygunluk, güven ve tatmin kategorilerinde öğrencilerin STEM eğitimine yönelik motivasyonlarının incelenmesi, STEM eğitim programlarının tasarımı açısından önemli görülmektedir. Çalışma sonuçları okul dışı STEM eğitim programı tasarımının sonuçları ve öğrencilerin motivasyonları açısından bütüncül bir sonuç ortaya çıkarmıştır. Çalışmada öğrencilerin okul dışı STEM etkinlikleri esnasında gözlenerek ve kişisel görüşmeler yapılarak veriler toplanmıştır. Uygulanan okul dışı STEM eğitim programının ARSC motivasyon modeline göre değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar öğrencilerin motivasyonlarının arttığı ve öğrencilerin STEM alanları arasında ilişkiler kurabildikleri görülmüştür.

Hwang ve Taylor (2016) fen ve matematikte öğrenme engeli bulunan öğrenciler ve STEM eğitimi hakkında yaptığı çalışmada STEM eğitimine geleneksel bakış, STEM eğitiminin önemi ve STEM eğitiminde öğrenme engeli bulunan öğrencilerin performansları hakkında incelemeler yapmıştır. Bu çalışma sonucunda öğrenme güçlüğü bulunan öğrenciler için bir STEM eğitimi programı önermiş ve sanatın STEM eğitimine entegre edilmesinin bu öğrencilerin STEM bilgi ve başarılarını arttıracak sonucuna ulaşmıştır. Bunu sağlamak için fen bağlamında problem çözme becerisi öğretiminin fen içeriğiyle yapılması, mühendislik tasarımını içeren etkinlikler ile öğrencilerin problem çözme becerilerini gerçekçi yaşamdaki sorunlarda kullanma fırsatı verilmesi, problem çözme sürecini kolaylaştırmak için sanat ve müzik bileşenini derslere entegre ederek öğrencilerin motivasyonlarının artırılması, gereken yerlerde teknolojiye faydalanarak daha esnek çalışmanın sağlanması ve sürecin her boyutunda gerçek yaşam ile bağlantı kurulması önerilmektedir. Warin, Talbi, Kolski & Hoogstoel (2016) çoklu rol projesi ismini verdikleri STEM öğretimi için proje tabanlı öğrenme metodunun uygulamasını ve değerlendirmesini STEM kapsamında gerçekleştirmişlerdir. Bu proje çoklu rol oynama ve öğrenme etkinlikleri çevresinde oluşturulan meta-prensip etrafında dizayn edilmiştir. Çoklu rol projesinin metodu, proje temelli öğrenme etkinliğini rol oynama oyununa dayandığı, öğrenme projesinden ve mühendislik projesinden oluşan iki temel

projeye dayandırılmış olarak ele almaktadır. Bu projede öğrencilere sorumlulukların dağıtılması, öğrenciler arası düzenli iletişim ve takım içindeki talepler, beklenti ve sürekli gelişim, pozitif bağlılık ve kolektif çalışma, açık iletişim ve içerik yönetimi gibi beş temel prensip öğrencilerin grup olarak çalışmaları için önerilmektedir. Çoklu rol projesi sonunda öğrencilerin gerekli bilgi ve becerilerinin gelişiminin sağlandığı, gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri problemlere yakın deneyimlerin öğrencilere yaşatıldığı, öğrencilerin takım ve bireysel çalışma yeterliliklerinin geliştiği görülmektedir.

Gottfried ve Bozick (2016) devlet okullarında uygulanan disiplin temelli ve bütünleştirilmiş fen eğitiminin sekizinci sınıf öğrencilerinin başarıları ve ortaokul öğrencileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Disiplin temelli ve bütünleştirilmiş disiplinler arası fen eğitim metodu olmak üzere iki farklı metot devlet ortaokullarındaki fen öğretim programları için önerilmektedir. Bu metotlardan disiplinler arası bütünleştirmeyi içeren yaklaşım ortaokullar için daha fazla önerilmektedir. Sekizinci sınıf öğrencilerinin fen başarılarına göre disiplin temelli ve disiplinler arası yaklaşım arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığı bu çalışmada incelenmiştir. 2010-2013 yılları arasında 6 devlet ortaokulunun bölgesel eğitim kurumlarının yaptığı sınavlara ait sonuçları toplanmış ve bu çalışma için analiz edilmiştir. Analiz sonuçları iki öğretim programı yaklaşımı arasında öğrencilerin toplam başarıları üzerinde anlamlı bir farkın olmadığını göstermiştir. Ayrıca, Dünya ve Uzay Bilimi, Biyoloji, Fizik ve Teknoloji/Mühendislik alanlarının arasında öğrencilerin başarıları arasında anlamlı farkın olmadığı görülmüştür. Bu bilgiler ışığında çalışmanın sonuçlarının disipline dayalı bir yaklaşımdan bütüncül bir yaklaşıma geçişte kararsız olan bölgeler için yararlı olacağı önerilmiştir.

Hare (2017) çalışmasında azınlık okullarındaki sekizinci sınıf Afrika kökenli Amerikalı kız öğrencilerin STEM algılarını incelemiştir. Amerika'daki birçok grubun ve öğrencinin STEM öğretim programlarından yararlanmasına rağmen Afrika kökenli Amerikan kız öğrencilerin yararlanmadığının farkına varılmıştır. Bu çalışmada ayrıca öğrencilerin STEM alanlarına bakış açısı ve kariyer ilgilerine etki eden etmenler belirlenmiştir. Çalışmaya katılan 12 erkek ve kız öğrenciyle ölçek uygulamaları ve odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Odak grup görüşmeleri çalışmaya katılan kız öğrencilerin STEM eğitim programına katılan ve katılmayan kız öğrencileri için ayrı ayrı yapılmıştır. Sosyo-bilişsel kariyer teori ve öz-

yeterlilik teorisine göre yapılan analizler, kız öğrencilerin kişisel eğilimleri ve sonuç beklentilerinin STEM içeriğine olan ilgilerini ve STEM kariyer ilgilerine etki ettiğini göstermiştir. Çalışmanın nitel analizlerine göre öğrenme ortamı ve STEM öz yeterliliği Afrika kökenli Amerikan kız öğrencilerinin STEM ilgileri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Kendall (2017) ortaokullarda mesleki sosyalleşme ve STEM kariyer gelişimini etkileyen faktörleri ve sınıf içi stratejileri araştırmıştır. Öğrencilerin STEM içeriğine yönelik tutumları ve kariyer yönelimleri bu çalışma kapsamında ölçekler yardımıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Ebeveyn, akran, medya, okul dışı zaman etkinlikleri ve fiziksel okul çevresi etkenleri okul danışmanları ve öğretmen işbirliğinde incelenmiştir. Çalışma sonucunda ortaokullarda öğrencilere STEM kimliği kazandırma ve kariyer gelişimi gibi uygulamalara yer verilmediği gibi bu öğrenciler için okul dışı STEM etkinliklerinin de yapılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Sadece, aileler, akranlar ve online eğitim platformlarının öğrencilerin STEM kariyer gelişimlerinde önemli etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Baker & Galanti (2017) okul-üniversite işbirliğini sağlayarak STEM eğitimi ortaokul sınıflarına ve öğretimine entegre etmek için mesleki gelişim programı uygulamaktadır. Orta Atlantik'teki bir okulda 6. Sınıf matematik derslerinde STEM entegrasyonu gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Genellikle fen sınıflarında olmasına rağmen bu çalışmada teknoloji laboratuvarları ve okul dışı programların da STEM eğitiminin matematik derslerine entegrasyonu için gerçekçi ve mantıklı bir program önerilmektedir. STEM entegrasyonun başarılı olması için sekiz öğretmenden oluşan bir çalışma grubu oluşturularak model geliştirme etkinlikleri için strateji geliştirme çalışmaları yapılmaya çalışılmıştır. Bu grup tarafından geliştirilen mesleki gelişim programı katılımcıların STEM'in öğretim programına entegrasyonu esnasındaki deneyimlerini içermekte, açık uçlu matematik soruları ve gerçek yaşam bağlamında STEM entegrasyonu için yeni bir bakış açısı sağlamakta ve matematik içeriğini açık hale getirmeye odaklanmaktadır. Çalışmada elde edilen verilerin nitel analizi sonucunda katılımcıların bu geliştirilen programa katılarak STEM alanlarında problem çözme becerilerini geliştirdiği, STEM'in matematik eğitimine entegrasyonu açısından daha geniş bir perspektif kazanmalarına fırsat tanıdığı ve K-6 düzeyinde öğrencilere ve gerçek hayatlarına uygun bir STEM eğitimi entegrasyonu için gerekli beceri ve içerik bilgisi kazanmalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Yapılan model geliştirme

etkinlikleri sayesinde matematik derslerine STEM eğitiminin nasıl entegre edilebileceğine yönelik bir mesleki eğitim programı ortaya konmuştur.

Bottia, Stearns, Mickelson & Moller (2017) özel bir STEM eğitime sahip lisede eğitim almanın STEM alanlarında üniversite eğitime devam etmede etkisi olup olmadığını araştırmaktadır. Kuzey Carolina'daki üniversite mezunu olan öğrenciler ile yapılan bu çalışmada öğrencilerin ortaokuldan üniversite eğitimlerine kadar bu bölgede eğitim almış olmalarına dikkat edilmiştir. Onların STEM eğitimi temelli eğitim veren bir lisede eğitim almalarının STEM kariyerlerine ve eğitimine olan ilgilerinde etkisi olup olmadığı boylamsal bir çalışma ile incelenmiştir. Diğer çalışmalardan önemli bir farkı öğrencilerin kendilerinin bu liseleri seçmiş olması ve diğer devlet okulları gibi sadece fen ve matematik eğitime önem veren liselerin bu çalışmada kullanılmamış olmamasıdır. STEM programını uygulayan liselerin sayısının STEM alanlarının üniversitede tercih edilmesinde ve geliştirilmesinde önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir. Çalışmanın sonuçları öğrencilerin %37'sinin STEM eğitmeni olmak istediği, %22'sinin ise üniversitedeyken STEM eğitmeni olacaklarını bildirdiklerini ortaya koymuştur. STEM eğitimi uygulanan öğrencilerin STEM ile ilişkili sonuçları incelendiğinde daha başarılı oldukları görülmüştür. STEM odaklı liselerin diğer devlet okullarına göre daha zengin içerik bilgisi sundukları görülmüştür.

Christensen & Knezek (2017) çalışmasında, gelecek için istenen STEM iş gücünü oluşturmak için, ortaokul öğrencilerinin STEM eğilimlerine yönelik algılarını anlamak ve kariyer niyetlerini oluşturan tutumlarını öğrenmek için gerçek yaşam uygulamaları içeren eğitim programına katılan 800 ortaokul öğrencisinden veriler toplamıştır. Öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgisi ve onların STEM kariyerlerine devam etme niyetleri incelenmiştir. Katılan öğrencilerin %46.6'sı STEM kariyeri seçeceğini bildirmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun STEM alanlarına yönelik ilgilerinin olduğu, kariyer olarak STEM alanlarını seçme eğiliminde oldukları STEM kariyer ölçekleri ile belirlenmiştir. Ayrıca cinsiyet değişkeninin etkisi incelenmiştir. Erkek ortaokul öğrencilerinin STEM kariyeri seçme eğiliminin daha yüksek olduğu ve STEM alanlarına yönelik daha olumlu ilgilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak etkinlikler esnasında kız öğrencilerin STEM etkinliklerine daha çok ilgili olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu kız

öğrencilerinde STEM ile ilgili kariyer seçme ve STEM alanlarına yönelik ilgisinin olduğunun bir göstergesi olarak görülmüştür.

English (2017) çalışmasında, mevcut çalışmaları ve gündemdeki tartışmaları ele alarak STEM eğitiminin niteliği ve uygulanabilirliğine yönelik bir bakış açısı geliştirmeye çalışmıştır. Bu süreçte disiplinlerin bütünlüğünü kaybetmemesine, sanatı da STEM eğitimi içine katan yaklaşımları da dikkate alarak etkili bir STEM eğitimine ulaşmada eşitliğin nasıl sağlanabileceğine yönelik çalışmaları ve araştırmaları ele almıştır. Bu problemlerin tek cevabı olmadığı ama STEM eğitiminin okul bağlamında, öğretim programı bağlamında ve politikada nasıl yer alacağına yönelik birçok farklı görüş bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada STEM eğitimi hakkındaki bakış açıları, STEM bütünleştirmesine yönelik yaklaşımlar, STEM disiplini sunumları, STEM eğitime erişebilmede eşitlik ve STEM'i STEAM'e genişletme gibi beş ana konuya odaklanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin STEM entegre edilmiş çalışmalarda başarı ve motivasyonlarının arttığı bulunmuştur. STEM entegrasyonu için modelleme ve mühendislik tasarımının entegre edildiği etkinliklerin öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde önemli etkisinin olduğu görülmüştür.

Lamb vd. (2017) STEM eğitiminin gün geçtikçe uluslararası camiada yaygın hale geldiğini, STEM alanlarına ve özellikle mühendislik ve bilgisayar bilimine yönelik STEM kariyerlerinin seçilmesine yönelik birçok çalışma yapıldığını ifade etmektedir. Bu nedenle yaptıkları çalışmada öğrencilerin STEM kariyer seçmelerini etkileyen psikolojik faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. STEM alanlarını seçen öğrencilerin profillerini ortaya çıkarmak için öğrencilerin birçok verisi toplanmış ve bu veriler arasındaki etkileşime yönelik nicel analizler yapılmıştır. Çalışmaya ABD'nin orta Atlantik bölgesindeki fen ağırlıklı bir devlet lisesinde yaşları 14-18 arasında değişen 585 lise öğrencisi ve öğretmenleri katılmıştır. Öğrencilerden 333'ü onları STEM kariyeri seçmeye yönlendiren bir oyun grubuna katılırken geriye kalan 252'si öğretmen odaklı bir eğitim almışlardır. STEM temelli eğitim oyunu grubuna katılan öğrencilerin STEM kariyeri seçme olasılığının 5,1 kat arttığı görülmüştür. Öğrenme sürecinde öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimlerini anlamak, öğrencilerin öğrenmelerini ve tercihlerini anlama açısından faydalı olacaktır. Öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini doğru zamanda ve doğru yerde

geliştirmek onlar için hazırlanan STEM eğitimi modellerindeki eksiklikleri gidermek için etkili olabilir.

Uluslararası alan yazında STEM eğitimi hakkında yapılan çalışmalarda ilkokul seviyesinden başlayarak üniversite düzeyine kadar her düzeyde çalışmalar olduğu görülmektedir. Öğrenciler ile yapılan çalışmaların daha çok lise düzeyindeki öğrencilerin STEM kariyerlerine yönlendirilmesine odaklandığı ve lise eğitiminin öğrencilerin üniversite eğitimlerine STEM alanlarında devam etmeleri için önemli basamak olduğu görülmektedir. Ayrıca lise öğretiminin öğrencileri üniversitelerdeki STEM mesleki alanlarına hazırlayıcı konumda olması çalışmalarda önerilmektedir. Öğretimin her kademede bütüncül ele alınmasından dolayı STEM eğitiminin okul öncesinden başlayarak STEM alanında meslek sahibi olana kadar devam etmesi önerilmektedir. Bir diğer odaklanılan konu olarak STEM eğitiminin mevcut şartlarda eğitime nasıl entegre edileceği ve STEM disiplinleri arasında nasıl bir bütünleştirmenin yapılacağıdır. STEM eğitiminin öğretim programlarına, öğretmen eğitime ve özellikle lise eğitime entegre edilmesinin bu kadar önemli görülmesinin yanında bazı çalışmalar STEM eğitiminin ortaokul ve liselerde akademik başarıyı arttırmadığını göstermektedir. Bu nedenle STEM entegrasyonun doğru şekilde ve yeterli sürede uygulanmasının önemi birçok çalışmada vurgulanmıştır. Öğretmenlerin ve öğrencilerin STEM alanlarına ve kariyerlerine olan ilgi ve algıların son yıllarda yapılan çalışmaların konusu olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin STEM eğitime bakış açılarının değiştirilmesi için daha fazla eğitim çalışmasına yer verilmesi önerilmektedir. Öğrencilerin STEM konularına ve kariyerlerine ilgilerinin arttırılması için uzun etkinlik ve uygulama temelli çalışmaların yapılması önerilmektedir. Kısa süreli, birkaç haftalık yaz kampları gibi uygulamalı etkinliklerin öğrencilerin ilgi ve algılarında kalıcı değişiklikler yaratmada yetersiz kaldığı görülmektedir. Öğrenci ve öğretmenler için yapılan tüm araştırmalar sonucunda uzun süreli, etkinlik ve uygulamaya dayanan, çok boyutlu ve çoklu yöntemlerin kullanıldığı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde Creswell ve Plano Clark (2014) tarafından bir araştırma sürecinde nitel ve nicel verilerin birlikte toplanması, analiz edilmesi şeklinde açıklanan karma (mixed) yöntem kullanılmıştır. Bu çalışmada, hem nitel hem nicel araştırma soruları olması, nitel ve nicel veri toplama araçlarının olması, örnekleme seçiminde hem nitel hem nicel örnekleme yöntemlerinin kullanılması, toplanan nitel ve nicel verilerin ayrı analiz yöntemleri ile analiz edilmesi ve sonuçların bulgulara birleştirilmesi çalışmada karma yöntemin seçilmesinin sebepleridir. Karma yöntemi kullanacak araştırmacıların, karma yöntem desenlerinden hangisini seçmesi gerektiği ile ilgili dört önemli belirleyici vardır (Creswell & Plano-Clark, 2014).

1. Nicel ve Nitel Aşamalar Arasında Etkileşim Seviyesini Belirleme: Etkileşim seviyesi, iki aşamanın hangi ölçüde birbirinden “bağımsız” veya birbiriyle “etkileşimde” olduğudur.
2. Nicel ve Nitel Aşamaların Önceliğini Belirleme: Öncelik, nicel veya nitel yöntemlerin araştırma sorularını cevaplama ağırlıklarını veya bunların göreceli önemini ifade eder.
3. Nicel ve Nitel Aşamaların Zamanlamasını Belirleme: Araştırmacının bir çalışmadaki iki tür veri setinden elde ettiği sonuçları hangi sırayla kullandığını ortaya koymaktadır. Zamanlama; eş zamanlı, sıralı ve çok aşamalı olabilir.
4. Nicel ve Nitel Verileri Nasıl ve Nerede Birleştireceğini Belirleme: Birleştirme, araştırmanın nicel ve nitel aşamalarının belirgin bir şekilde ilişkilendirilmesidir. Veriler, yorumlama sırasında, veri çözümlemesi sırasında, veri toplama sırasında ve desen aşamasında birleştirilebilir.

Creswell ve Plano-Clark (2011), bu soruların cevaplarından yola çıkarak karma yöntem desenlerini altı farklı desen olarak sınıflandırmışlardır. Bunlardan birisi de İç İç Desen olan karma yöntem desenlerinden birisidir. Tek veri setinin yeterli olmadığı durumlarda, farklı araştırma sorularının cevaplanması gerekliliği ve her farklı tipteki sorunun farklı veri seti gerektirmesi gibi durumlarda iç içe desen

kullanılır. İç içe desende, araştırmacılar tek bir çalışmada hem nitel hem de nicel veri toplayarak, iki veri setini ayrı ayrı analiz ederler ve bu veriler araştırmanın farklı sorularını cevaplayacak niteliktedir. Araştırmanın öncesinde, araştırma süresince veya araştırma sonrasında araştırmayı genişletmek amacıyla ikinci bir veri seti toplanır. Bu destekleyici veri nicel de olabilir, nitel de olabilir. İç içe deseni yakınsayan paralel desenden ayıran, araştırmacının tek kapsayıcı soruyu incelerken iki yöntemi birlikte kullanmasıdır.

Araştırmanın deseni belirlenirken, Creswell ve Plano-Clark'ın (2011) karma yöntem desen seçimi ile ilgili dört önemli kararı dikkate alınmıştır. Buna göre bu araştırmada; nicel ve nitel aşamalar arasındaki etkileşim seviyesi “etkileşimli”, nicel ve nitel aşamaların önceliğinde “nicel” öncelikli, nicel ve nitel aşamaların zamanlaması “eş zamanlı” ve son olarak nicel ve nitel veriler “yorumlama” aşamasında birleştirilmiştir. Buradan hareketle araştırmada karma yöntemin “İç İçe Deseni”nin kullanılması gerektiği belirlenmiştir. İç içe desende araştırmacı deneysel çalışma gibi nicel bir süreç içine, nitel bir süreci veya durum çalışması gibi nitel bir süreç içine nicel bir süreç ekleyebilir (Creswell & Plano-Clark, 2011).

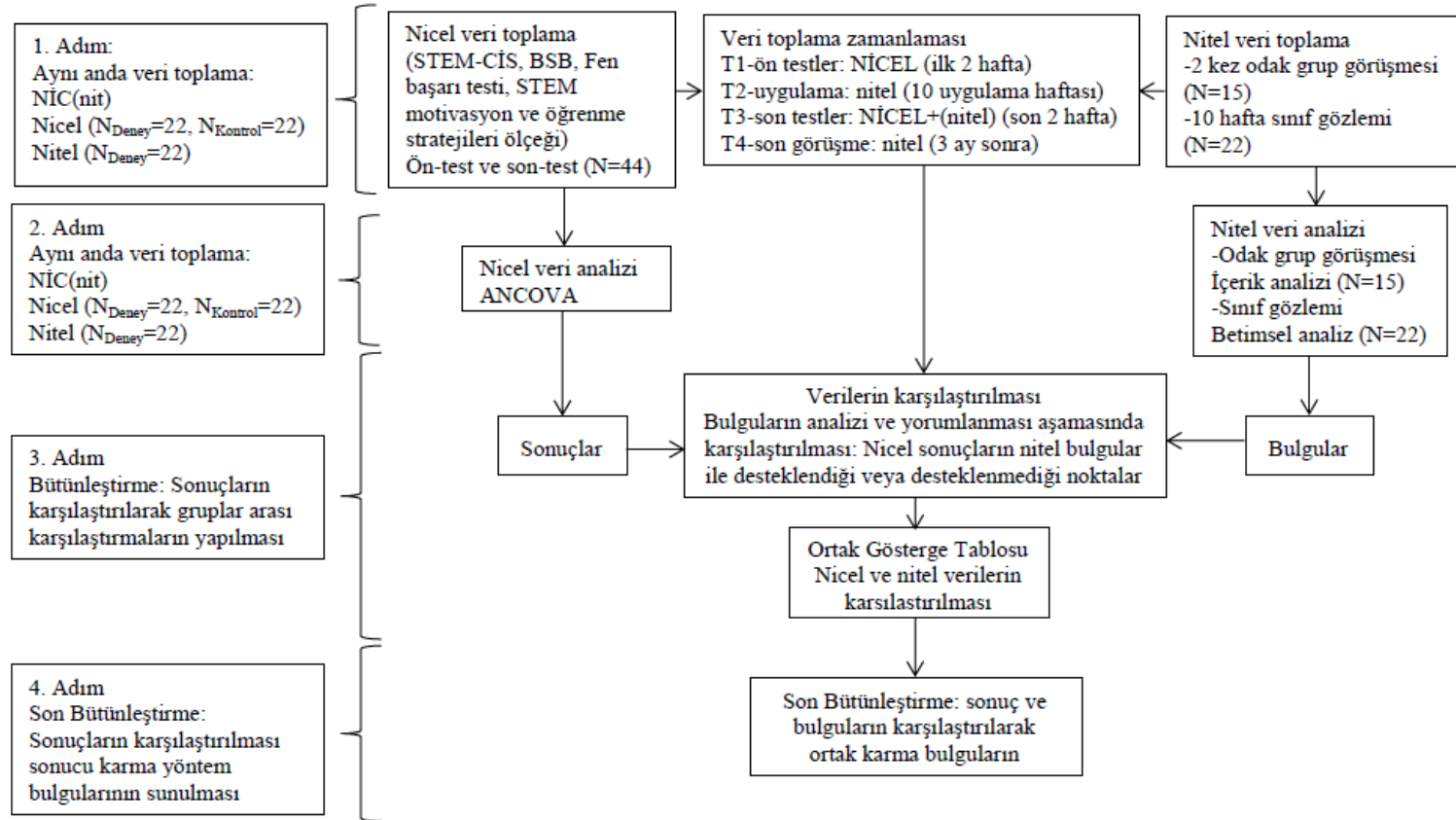
Bu araştırmada da Karma Yöntem Araştırmasının “İç İçe Deseni”nden yararlanılmıştır. Bu amaçla yarı deneysel yöntemin ön test - son test kontrol gruplu deseni ile durum çalışma birlikte kullanılmıştır.

Araştırmanın nitel sürecinde, ortaokul öğrencilerinin uygulama sonrasında STEM etkinliklerine yönelik görüşlerinin neler olduğunun belirlenmeye ve öğrencilerin etkinlikler sürecinde oluşturdıkları STEM ürün-performans düzeyinin nasıl değiştiği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sebeple araştırmanın nitel kısmında durum çalışması kullanılmıştır. Stake (2005) durum çalışmasını sadece yöntem olarak değil, aynı zamanda ne çalışılacağının bir seçimi olarak ifade ederken, bazı araştırmacılar durum çalışmasını sorgulama stratejisi, yöntem veya kapsamlı araştırma stratejisi olarak tanımlamaktadırlar (Meriam, 1998; Yin, 2003; Denzin & Lincoln, 2005). Creswell'e (2007) göre durum çalışması araştırması; araştırmacının bir durumu veya birden çok durumu detaylı bir şekilde, birden fazla veri toplama aracı (gözlem, görüşme, doküman, rapor... gibi) kullanarak durumu raporlaştırdığı bir nitel yaklaşımdır.

Bu araştırmada incelenen durum, ortaokul öğrencilerinin STEM ürün performans düzeyleri ve etkinliklere yönelik görüşleridir. Analiz birimi ise, ortaokul öğrencileridir.

Araştırmanın deneysel aşamasında ise, Fen Bilimleri dersinde gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen başarılarına, motivasyon ve öğrenme stratejilerine ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgilerine etkisini incelemek için yarı deneysel yöntemin ön test-son test kontrol gruplu deseni kullanılmıştır. Bütün değişkenlerin kontrol altına alınmasının çok fazla mümkün olmadığı ve deneklerin seçiminin rastgele olarak yapılamadığı durumlarda en çok kullanılan yöntem yarı deneysel yöntemdir (Cohen, Manion, & Marrison, 2000). Çalışmada yarı deneysel yöntemin kullanılmasının sebebi, çalışma grubundaki öğrencilerin rastgele seçilmemiş, sadece rastgele seçilen iki şubenin deney ve kontrol grubuna rastgele atanmış olmasıdır.

Araştırmanın grup üzerinde etkisi incelenen bağımsız değişkeni STEM etkinlikleridir. Bağımlı değişkenleri ise bilimsel süreç becerileri testi, fen başarı testi, motivasyon ve öğrenme stratejileri ölçeği ve STEM alanlarına yönelik kariyer ilgi ölçeği puanlarıdır. Uygulama, 2016-2017 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde bir devlet okulunda 7. sınıfların teknoloji ve tasarım dersinde iki sınıfta gerçekleştirilmiştir. Bilimsel Süreç Becerileri Testi, STEM Alanlarına Yönelik Kariyer İlgi Ölçeği, STEM Motivasyon ve Öğrenme Stratejileri Ölçeği ve Fen Başarı Testi her iki gruba da ön test olarak uygulanmıştır. Ön testlerin uygulanmasından sonra deney grubunda, hazırlanan STEM etkinlikleri, kontrol grubunda ise teknoloji ve tasarım dersi müfredatına uygun hazırlanan etkinlikler bir dönem boyunca uygulanmıştır. Etkinlikleri her iki sınıfta da araştırmacı ve dersin öğretmeni uygulamıştır. Dönem sonunda son test olarak Bilimsel Süreç Becerileri Testi, STEM Alanlarına Yönelik Kariyer İlgi Ölçeği, STEM Motivasyon ve Öğrenme Stratejileri Ölçeği ve Fen Başarı Testi her iki gruba uygulanmıştır. Ön test ve son testten elde edilen verilerin analizi ile STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine, STEM Alanlarına Yönelik Kariyer İlgilerine, Güdülenme ve Öğrenme Stratejilerine ve Fen Başarılarına olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. İç içe geçmiş karma yöntem tasarımı

3.2. Çalışma Grubu ve Katılımcı Özellikleri

Bu çalışma karma yöntem araştırması olduğu için hem nitel hem de nicel boyut için çalışma grubu ayrı ayrı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın hem nitel hem de nicel boyutları için seçilen çalışma grupları ayrıntılı olarak aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır. Nicel boyut için örneklem seçilirken kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılarak Aydın il merkezindeki okulların öğretmen ve müdürleriyle görüşülmüştür. Öğretmen ve müdürler ile yapılan görüşmeler sonucu iki okulun çalışma için istekli ve gönüllü olduğu görülmüştür. Bu okullar orta sosyoekonomik düzeye sahip olduğu için rastgele bir devlet okulu seçilmiştir. Seçilen okulda çalışmanın yürütülmesi için Valilik Makamı ve İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden izinler alınarak okulda bulunan 10 tane 7. Sınıf şubesinden fen, matematik ve teknoloji tasarım derslerini aynı öğretmenlerin yürüttüğü sınıflardan deney ve kontrol grupları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu süreçte derse giren öğretmenlerle yapılan görüşmelerde araştırmaya katılmaya gönüllü olan öğretmenlerin bulunduğu sınıflardan rastgele biri deney ve diğeri kontrol grubu olarak seçilmiştir. Yapılan ön-test sonuçlarına ve bu sınıflarda fen, matematik ve teknoloji tasarım derslerini veren öğretmenlerin görüşleri de dikkate alınarak STEM kariyer ilgi ölçeği, fen başarı testi sonuçları, bilimsel süreç becerileri testi sonuçları, STEM motivasyon ve öğrenme stratejileri açısından aralarında fark olmayan öğrencilerin bulunduğu iki sınıf rastgele olarak deney ve kontrol grubu olarak atanmıştır. Sınıfların atanmasında sınıflardaki öğrencilerin sınıf ortamlarının ve STEM etkinlikleri süresince grup çalışması yapacakları göz önüne alınarak öğrencilerin doğal sınıf ortamını değiştirmemek için var olan sınıflar deney ve kontrol grubu olarak atanmıştır. Araştırmanın nicel boyutu için çalışma grubu, 2016-2017 öğretim yılı bahar döneminde Aydın ili Efeler ilçesindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 7.sınıf öğrencilerinden (N=44) oluşturmaktadır. Araştırmada çalışma grubundan deney (N=22) ve kontrol (N=22) grubunu oluşturmak için rastgele atanarak sınıflardan biri deney grubu ve diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Rastgele grupların atanması yapıldığı için bu çalışmada yarı deneysel olan ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma grubundaki öğrenciler aynı sınıf düzeyinde ve yaş olarak aynı yaşta oldukları için benzer özellikler göstermektedir. Öğrencilerin önceki dönemlerde aldıkları fen, matematik ve teknoloji tasarım derslerine ait ders notları incelenmiştir. Öğrencilerin başarı açısından gruplara heterojen şekilde dağıldığı

görülmüştür. Uygulamanın yapıldığı sınıflarda öğrenci mevcutlarını genellikle 30 kişinin üzerinde olmadığı ve çalışma grubuna katılan gruplarında bu sayının olmadığı görülmektedir. Çalışma grubuna ait tanımlayıcı istatistik verileri aşağıda verilmiştir. (Çizelge 3. 1. 3. 2. ve 3. 3.)

Çizelge 3.1. Çalışma grubunun tanımlayıcı istatistiği

Gruplar	Cinsiyet	Frekans (f)	Yüzde (%)
Deney Grubu	Kız	16	72.7
	Erkek	6	27.3
Kontrol Grubu	Kız	12	54.5
	Erkek	10	45.5

Çizelge 3.2. Çalışma grubunun sosyo-ekonomik düzeyi

Gruplar	Meslek	Anne Meslek		Baba Meslek		
			f	%	f	%
	Deney Grubu	Ev Hanımı	19	86,4		
		Memur	2	9,1	6	27.3
		İşçi	1	4,5	9	40.9
		Çiftçi	0	0	2	9.1
		Esnaf	0	0	5	22.7
		Toplam	22	100	22	100
	Kontrol Grubu	Ev Hanımı	14	63,6		
		Memur	4	18,2	8	36.4
		İşçi	4	18,2	11	50.0
		Esnaf	0	0	3	13.6
		Toplam	22	100	22	100

Çizelge 3.3. Çalışma grubunun sosyo-ekonomik düzeyi

Gruplar	Eğitim düzeyi	Anne eğitim		Baba eğitim	
		f	%	f	%
Deney Grubu	İlkokul	7	31.8	6	27.3
	Ortaokul	6	27.3	5	22.7
	Lise	7	31.8	7	31.8
	Üniversite	2	9.1	4	18.2
	Toplam	22	100.0	22	100.0
Kontrol Grubu	İlkokul	8	36.4	6	27.3
	Ortaokul	5	22.7	7	31.8
	Lise	6	27.3	2	9.1
	Üniversite	3	13.6	7	31.8
	Toplam	22	100.0	22	100.0

Nitel boyutun çalışma grubu STEM etkinliklerine bir dönem süresince katılan deney grubundaki öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın nitel boyutu için amaçlı örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ancak gözlemler tüm sınıfta yapıldığı ve gözlem verilerinin analizlerinde grup bazında analizler yapıldığı için deney grubundaki öğrencilerin tamamı analize dâhil edilmiştir. Amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen öğrenciler ile odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Bu yöntemin seçilmesinin amacı göreceli olarak küçük bir örneklem oluşturmak ve bu örneklemede, çalışılan probleme yönelik bireylerin çeşitliliğini maksimum derecede yansıtmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu nedenle öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgi ölçeğinden aldıkları ön testleri analiz edilmiş ve ön testlerden düşük-orta-yüksek seviyede öğrenci grupları seçilmiştir. Toplamda 15 (10 kız, 5 erkek) öğrenci odak grup görüşmelerine katılmıştır. Öğrencilerin isimleri yerine çalışma süresince kod isimleri kullanılmıştır. Öğrenciler ile yapılan görüşmelerde tüm öğrencilerin odak grup görüşmeleri için gönüllü olduğu gözlenmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada iç içe geçmiş deneysel desenin temel verinin toplanması sürecinde veya sonrasında iç içe geçmiş destekleyici nitel veri fikri, nitel ve nicel verilerde iç içe kullanılan yaklaşımı çalışmanın kavramsallaştırılması açısından kullanılmıştır. Deneysel desende toplanan nicel veriler nitel veri ile kavramsallaştırılmaya çalışılmıştır.

Bir araştırmacı bir deneysel çalışmaya nitel verileri eş zamanlı olarak eklediği zaman gerçekleşen bir diğer durum, deneyin iç geçerliliğini etkileyen nitel veri toplama süreci ile eğilimlerin açıklanması konusudur. Nitel veri toplama sürecinde katılımcıları etkilememek için uygulama süresince öğrencilerle görüşme yapılmamış, öğrencilerin grup çalışmaları ve ürünleri ürün-performans değerlendirme rubriği ile toplanmıştır. Eğer süreç içinde öğrenciler ile görüşme veya farklı veri toplama sürecine girilseydi, bu öğrencilerin deneysel desendeki verilerini etkileyebilirdi. Bu nedenle nitel veri toplama süreci deneysel çalışmayı etkilememesine dikkat edilmiştir.

Nitel ve nicel veri toplamak için hangi yaklaşımın desen veya yöntemine uygun olacağına karar verilmesi araştırmanın önemli bir bölümüdür. Bu nedenle deneysel

desende veri toplamak için anket ve ölçekler kullanılırken, nitel çalışmada yapılandırılmış bir gözlem rubriği ile öğrencilerin ürünleri ve performansları değerlendirilmiştir. Eğer deneysel süreç esnasında gözlem için video veya ses kaydı yapılmış olsaydı, öğrencilerin deneysel desene ve nitel çalışma kapsamında gözlemlere vereceği tepki farklı olabilirdi (Creswell ve Plano-Clark, 2011). Bu yüzden deneysel desene nitel çalışma entegre ederken iki iç içe geçen yöntemin veri toplama sürecinde birbirleri için içsel tehdit oluşturmamalarına ve birbirlerini tamamlayıcı olmalarına dikkat edilmiştir. Bu nedenle deneysel veri toplama sürecinde yapılandırılmış ölçme araçlarına ek nitel veri toplama araçları süreçte yarı yapılandırılmış gözlem rubriği ve süreç sonunda ise yarı yapılandırılmış odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.

Bir diğer önemli husus seçilen desen veya süreçte hangi veri toplama konularının dikkate alınacağına karar verilmesidir. Veri toplama sürecinde hem nicel hem de nitel verinin iç içe geçmesi ve birbirini tamamlaması önemlidir. Ayrıca süreçte çıkacak sorunlara yönelik önlem alınması gerekmektedir. Bu çalışmada öğrencilere odak grup görüşmeleri esnasında çok fazla soru sorulamadığından hem de daha ayrıntılı olarak görüşlerini incelemek için öğrencilerle iki kez odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Odak grup görüşmelerinden birden fazla öğrenci olması hem de herkesin bireysel bakış açıları süreci uzatmakta ve bu nedenle elde edilen verinin kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle odak grup görüşmeleri deneysel deseninin veri toplama sürecinin bitişi ile ilk görüşme ve sonraki 3 ay içinde ikinci görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde tutum, değer veya inançların değil olgu ve deneyimler için veri toplanmıştır. Verilerin iki görüşme arasında belirli bir süre geçtiği için öğrencilerin deneysel uygulama sürecindeki deneyimlerini ne kadar iyi hatırladıkları ve müdahalenin kalıcılığı incelenmiştir.

Bu çalışmada uygulama sürecine nitel veri eklenmesi gerekçeleri aşağıda verilmiştir.

- Katılımcıların seslerini duyuran nitel veriler ile nicel çıktıların geçerliğini sağlamak.
- Uygulamanın katılımcılar üzerindeki etkisini anlamak için (engel ve fırsatlar vb.)

- Deneme esnasında beklenmeyen katılımcı deneyimlerini anlamak için kullanılmıştır.
- Deney gruplarının yaşadığı süreçleri anlamak ve tasvir etmek için kullanılmıştır.
- Etkinliklerin uygulamalarındaki doğruluğunu kontrol etmek için kullanılmıştır.
- Doğrudan ve dolaylı muhtemel faktörleri belirlemek için kullanılmıştır.

Bu çalışmada uygulama tamamlandıktan sonra nitel veri ekleme nedenleri ise ek olarak aşağıda verilmiştir.

- Uygulamanın sonuçları hakkında katılımcıların görüşlerini anlamak için yer verilmiştir.
- Deney çıktılarında tanımlanan değişiklikler gibi nicel sonuçları açıklamaya yardımcı olmak için kullanılmıştır.
- STEM etkinliklerin nasıl çalıştığı hakkında derinlemesine bilgi edinmek için yer verilmiştir.
- Deneyin işlem basamaklarının öğrenciler açısından uygun şekilde uygulanıp uygulanmadığını belirlemek için kullanılmıştır.

Bu araştırmada nicel veri toplama aracı olarak STEM Kariyer İlgi Ölçeği, STEM'e Yönelik Motivasyon Ölçeği, Fen Başarı Testi ve Bilimsel Süreç Becerileri Testi; nitel veri toplama aracı olarak ise Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları ve STEM'e Yönelik Gözlem Rubriği kullanılmıştır.

3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları

3.3.1.1. STEM kariyer ilgi ölçeği

STEM kariyer ilgi (STEM-CIS) ölçeği Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2013) tarafından geliştirilmiş ve bu çalışma için Türkçe'ye uyarlanmıştır. Öğrencilerin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarına olan tutum ve bu alanlara yönelik kariyer ilgilerini ölçmek amacıyla ölçeğin faktörleri sosyo bilişsel kariyer teoriye dayandırarak geliştirilmiştir. Bu teori Bandura'nın sosyo bilişsel öğrenme

kuramına dayanmaktadır. Orijinali 44 maddeden oluşan Likert tipi ölçek 1061 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Ölçek tek faktörlü ve dört faktörlü yapısıyla ortaokul öğrencileri için geçerlik ve güvenirlik açısından incelenmiştir (Kier, Blanchard, Osborne ve Albert, 2013). Daha önceki çalışmada ölçeğin alt boyutlarına ilişkin Cronbach alpha değerleri sırasıyla bilim için 0.77, matematik için 0.85, teknoloji için 0.89, mühendislik için 0.86 olarak bulunmuştur.

STEM kariyer ilgi ölçeğinin (STEM-CIS) Türkçeye adaptasyonu: Bu tez çalışması için bu ölçek Türkçeye araştırmacı tarafından uyarlanmıştır. Araştırmacı ölçeği öncelikle Türkçeye çevirmiştir. Ölçeğin çevirisi bir fen eğitimi alan uzmanı tarafından ayrıca yapılmıştır. Çeviri hakkında ortak uzlaşıya varılmıştır. Maddelerin çevirileri hakkında yazarlar ortak görüşe sahip olduktan sonra maddeler ayrıca eğitim alanında çalışan iki yabancı dil uzmanı tarafından İngilizceden Türkçeye çevirisi yapılmıştır. Önerilerden sonra araştırmacılar ölçeğin üzerinde son değişiklikleri ve düzeltmeleri yapmışlardır. Ölçeğin son Türkçe formatı iki yabancı dil uzmanı tarafından tekrar İngilizceye çevrilmiştir. Bu çeviri sonucunda ölçeğin orijinal İngilizce maddeleri ve Türkçeden çevrilen İngilizce maddelerin uyumlu olduğu görülmüştür. Ölçek öğrencilere uygulanmadan önce öğrencilere ve deneyimli öğretmenlere okutularak maddelerin ortaokul öğrencileri tarafından anlaşılıp anlaşılamayacağı kontrol edilmiştir. Daha sonra 44 maddeden ve 4 faktörden oluşan ölçeğin son formatı 197 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır.

Doğrulayıcı faktör analizi: Ölçeğin 4 faktörlü yapısının Türkçeye ve Türk kültürüne uygunluğunu incelemek ve değerlendirmek için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Analize başlanmadan veri seti kayıp değerler, uç değerler ve normallik testi yapılmıştır.

STEM Kariyer ilgi ölçeği orijinaline bağlı kalınarak LISREL 8.8 ile doğrulayıcı faktör analizine sokulmuştur. Ölçek uyarlama çalışması olduğu için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Seçilen bu 44 madde geçerlik ve güvenirlik analizi için, 197 Ortaokul 7. Sınıf öğrencisine uygulanmıştır.

Ölçeğin geçerlik çalışması kapsamında her bir alt boyut ayrı ayrı analize sokulmuştur. Daha sonra tüm alt boyutlar ve maddeler bir arada analize sokulmuştur. Faktör yükleri ile analiz sonuçları verilmiştir. Bu tez için Türkçeye

adapte edilen ölçek orijinalinde olduğu gibi öncelikle alt boyutları ayrı ayrı analiz edilmiş ve ek olarak tüm maddeler ve alt boyutlar birlikte analiz edilmiştir. Her bir alt boyutun ayrı ayrı analize sokulması sonucu faktör yükleri Çizelge 3. 4.'de verilmiştir. Roberts ve Bacon (1997) faktör yüklerinin .3 ve üzeri bir değer alması gerektiğine dikkat çekmektedir. Çizelge 3. 4. incelendiğinde her bir maddenin faktör yükünün .3 değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Doğrulayıcı faktör analizinde iyi uyum indeksi olarak Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Root Mean Square Residuals (SRMR), Goodness of Fit Index (GFI), ve Comparative Fit Index (CFI) indeksleri kullanılmaktadır. Serbestlik derecesi ChiSquare/df'nin 5 değerinin altında olması, RMSEA değerinin 0'a yakın olması, GFI ve CFI değerinin 1'e yakın olması iyi uyum düzeyini arttırmaktadır (Tabachnick & Fidell, 2013). Fen, matematik, teknoloji, mühendislik alt boyutlarına ait analiz sonucu değerleri (RMSEA, NFI, CFI, GFI, SRMR ve X2/sd) ve tüm maddelerin birlikte değerlendirildiği analiz değerleri sırasıyla Çizelge 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 ve 3.9'da verilmiştir. Ayrıca bu tablolarda ölçeğin alt boyutlarına ve ölçeğin tamamına ait güvenirlik değeri olan Cronbach alpha değeri verilmiştir. RMSEA değerinin 0.1 ve altı değerler alması, CFI değerinin .95 ve üzeri değerler alması, NFI değerinin .90 ve üzeri değerler alması, GFI değerinin .85 ve üzeri değerler alması, Chi square/sd değerinin 5 altında değer alması ve SRMR, RMR değerlerinin .10 değeri alması önerilmektedir (Hu ve Bentler, 1999). Bu değerler açısından incelendiğinde alt boyutların hiç birisinde madde atılmaya gerek kalmadan ölçeğin kabul edilebilir değerler taşıdığı görülmüştür. Ek olarak Cronbach alpha değerleri incelendiğinde hem alt boyutların hem de ölçeğin tamamının güvenilir olduğu görülmektedir. Sonuç olarak fen (11), matematik (11), teknoloji (11), mühendislik (11) alt boyutlarından ve toplamda 44 maddeden oluşan geçerli ve güvenilir STEM kariyer ilgi ölçeğinin Türkçeye başarılı şekilde adapte edildiği söylenebilir.

Çizelge 3.4. Faktör yükleri

Alt Boyutlar	Madde Numarası	Faktör Yükleri
Fen	1. Fen bilimleri dersinden iyi not alabilirim.	.72
	2. Fen bilimleri dersi ile ilgili ödevlerimi kendim tamamlayabilirim.	.50
	3. Gelecekte kariyerimde fen bilimlerini kullanmayı planlıyorum.	.57
	4. Fen bilimleri dersimde çok çalışmaktan hoşlanırım.	.48
	5. Fen bilimleri derslerinde başarılı olursam bu benim gelecekteki kariyerime de yardımcı olur.	.72
	6. Fen ile ilgili meslek seçersem ailem bu seçimimden hoşlanır.	.72
	7. Fen ile ilgili mesleklerle ilgiliyim.	.65
	8. Fen bilimleri derslerimi seviyorum.	.61
	9. Fen dünyasında model olarak aldığım bir bilim insanı var.	.73
	10. Ailemde fen alanında çalışan veya mesleğinde fen bilimlerini kullanan bir yakınımı (akrabamı) biliyorum.	.70
	11. Fen ile ilgili bir meslekte çalışan biriyle konuşurken kendimi rahat hissedirim	.56
Matematik	12. Matematik dersinden iyi not alabilirim.	.69
	13. Matematik ile ilgili ödevlerimi kendim yapabilirim.	.70
	14. Gelecekte kariyerimde matematiği kullanmayı planlıyorum.	.65
	15. Matematik derslerimde çok çalışmaktan hoşlanırım.	.57
	16. Matematik derslerinde başarılı olursam bu benim gelecekteki mesleğime de yardımcı olur.	.59
	17. Matematik ile ilgili meslek seçersem ailemin de hoşuna gider.	.74
	18. Matematik ile ilgili meslekler ile ilgileniyorum.	.76
	19. Matematik derslerimi seviyorum.	.55
	20. Matematik alanında model olarak aldığım bir bilim insanı var.	.65
	21. Ailemde matematik alanında çalışan veya işinde matematiği kullanan bir yakınımı (akrabamı) biliyorum.	.82
	22. Matematik ile ilgili bir meslekte çalışan biriyle konuşurken kendimi rahat hissedirim.	.79
Teknoloji	23. Teknoloji içeren etkinliklerde iyi işler yapabilirim.	.55
	24. Yeni teknolojileri öğrenebilirim.	.69
	25. Gelecekte kariyerimde teknolojiyi kullanmayı planlıyorum.	.61
	26. Okulda bana yardımcı olacak yeni teknolojileri öğrenmekten hoşlanırım.	.70
	27. Teknoloji hakkında çok şey öğrenebilirim, çok farklı mesleklerin üstesinden gelebilirim.	.67
	28. Okulda teknoloji kullandığımda daha iyi notlar alabilirim.	.64

Çizelge 3.4. Faktör yükleri (Devamı)

Alt Boyutlar	Madde Numarası	Faktör Yükleri
Teknoloji	29. Sınıf çalışması için teknoloji kullanmayı severim.	.69
	30. Teknoloji kullanan mesleklere ilgiliyim.	.69
	31. Mesleğinde teknolojiyi kullanan bir rol modelim var.	.65
	32. Ailemde teknoloji alanında çalışan veya mesleğinde teknolojiyi kullanan bir yakınımı (akrabamı) biliyorum.	.62
	33. Teknoloji ile ilgili bir meslekte çalışan biriyle konuşurken kendimi rahat hissederim.	.67
Mühendislik	34. Mühendislik içeren etkinliklerde iyi olabilirim.	.65
	35. Mühendislik içeren etkinlikleri kendim yapabilirim.	.74
	36. Gelecekte kariyerimde mühendisliği kullanmayı planlıyorum.	.62
	37. Okulda mühendislik içeren etkinliklerde çok çalışmaktan hoşlanırım.	.71
	38. Mühendislik hakkında çok şey öğrenebilirim, çok farklı mesleklerin üstesinden gelebilirim.	.62
	39. Mühendislik ile ilgili meslek seçersem ailemin de hoşuna gider.	.79
	40. Mühendislik kullanan mesleklere ilgiliyim.	.72
	41. Mühendisliğin yer aldığı etkinlikleri severim.	.58
	42. Mühendislik alanından model olarak aldığım bir bilim insanı var.	.71
	43. Ailemde mühendislik alanında çalışan veya mesleğinde mühendisliği kullanan bir yakınımı (akrabamı) biliyorum.	.70
	44. Mühendis olan birisiyle konuşurken kendimi rahat hissederim.	.80

Çizelge 3.5. STEM fen altboyutu doğrulayıcı faktör analiz sonuçları

GFI	RMSEA	X^2/sd	CFI	SRMR	NFI	Güvenirlilik
.93	.073	84.22/41=2.05	.98	.047	.96	.88

Çizelge 3.6. STEM matematik altboyutu doğrulayıcı faktör analiz sonuçları

GFI	RMSEA	X^2/sd	CFI	SRMR	NFI	Güvenirlilik
.92	.091	99.85/38=2.63	.97	.050	.96	.91

Çizelge 3.7. STEM teknoloji alt boyutu doğrulayıcı faktör analiz sonuçları

GFI	RMSEA	X^2/sd	CFI	SRMR	NFI	Güvenirlilik
.91	.087	107.04/43=2.49	.97	.052	.95	.90

Çizelge 3.8. STEM mühendislik alt boyutu doğrulayıcı faktör analiz sonuçları

GFI	RMSEA	χ^2/sd	CFI	SRMR	NFI	Güvenirlilik
.93	.068	78.28/41=1.91	.99	.040	.97	.92

Çizelge 3.9. STEM tüm alt boyutların doğrulayıcı faktör analiz sonuçları

GFI	RMSEA	χ^2/sd	CFI	SRMR	NFI	Güvenirlilik
.66	.087	2222.46/896=2.48	.91	.076	.85	.93

3.3.1.2. STEM’e yönelik motivasyon ölçeği

Pintrich ve arkadaşları (1991) tarafından geliştirilen Güdülenme ve Öğrenme Stratejileri Ölçeğinin (GÖSÖ) İngilizce özgün formu Educational Resources and Information Center’de bulunmaktadır. Ölçek ilk olarak Büyüköztürk, Akgün, Özkahveci ve Demirel (2004) tarafından Türkçe’ye adapte edilmiştir. Büyüköztürk ve ark. (2004) tarafından yapılan uyarlama çalışması sonucunda; ölçek GÖSÖ, otuz bir maddeden oluşan Güdülenme ve elli maddeden oluşan Öğrenme Stratejileri ölçeklerinden oluşmaktadır. Özgün Güdülenme Ölçeği (GÖ), İçsel hedef düzenleme (4 madde), dışsal hedef düzenleme (4 madde), görev değeri (6 madde), öğrenmeye ilişkin kontrol inancı (4 madde), öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlik (8 madde), sınav kaygısı (5 madde) olmak üzere toplam altı faktör ve otuz bir maddeden oluşmaktadır. Özgün Öğrenme Stratejileri Ölçeği (ÖSÖ), yineleme stratejileri (4 madde), açıklama stratejileri (6 madde), düzenleme stratejileri (4 madde), meta bilişsel stratejiler (12 madde), eleştirel düşünme stratejileri (5 madde), yardım isteme (4 madde), emek yönetimi (4 madde), akran işbirliği (3 madde), zaman ve çalışma ortamı (8 madde) olmak üzere toplam dokuz faktör ve elli maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin uygulama süresinin yirmi ile otuz dakika arasında değiştiği belirtilmiştir. Büyüköztürk ve ark. (2004) özgün ölçeğin faktöriyel (yapı) geçerliğini, doğrulayıcı faktör analizi ile incelemiştir. Analiz, GÖ ve ÖSÖ için ayrı ayrı yapılmış ve sonuçları, ölçeklerin faktör yapısına ilişkin önerilen modellerin geçerli olduğunu göstermiştir. GÖSÖ’nin ölçüt geçerliği için öğrencilerin ölçeğin uygulandığı derslerden aldıkları dönem sonu notları ölçüt olarak kabul edilmiştir. Ölçüt ile GÖSÖ’nin faktör puanları arasında hesaplanan korelasyonlar -0.27 ile 0.41 arasında değiştiği belirtilmiştir. Özgün ölçekteki faktörlerin güvenilirliği için bulunan alfa değerleri, 0.52 ile 0.93 arasında değişmektedir. Bu çalışma için orijinal ölçeğin tüm maddeleri fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına uygun şekilde uyarlanarak kullanılmıştır.

Ölçeğin ortaokul öğrencilerinden elde edilen puanlarının oluşturacağı faktör yapısını incelemek amacıyla açımlayıcı faktör analizi (exploratory factor analysis) ve özgün ölçeğin geliştirilmesindeki yaklaşıma ve uzman görüşü desteği alınarak yapılan çalışmaya uygun olarak da doğrulayıcı faktör analizi (confirmatory factor analysis) kullanılmıştır. Böylece ölçeğin faktöryel geçerliği, başka bir deyişle yapı geçerliği, iki farklı faktör analizi uygulamasıyla incelenmiştir.

STEM Motivasyon Ölçeği'nin Türkçeye adaptasyonu: Aşağıdaki tabloda STEM motivasyon ölçeği orijinaline bağlı kalınarak LISREL 8.8 ile doğrulayıcı faktör analizine sokulmuştur. Ölçek Pintrich ve arkadaşları (1991) tarafından 31 madde olarak son hali verilmiştir. Bu çalışmada STEM motivasyon ölçeği olarak Türkçeye adapte edilmiştir. Ölçeğin 31 maddesinin çevirisi 2 dil uzmanı ve 2 alan uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Dil uzmanlarının önerileri dikkate alınarak, maddeler üzerinde gerekli değişiklikler yapılmıştır. Anketin Türkçe formu son hali aldıktan sonra, bir İngilizce dil uzmanı anket maddelerinin İngilizceye geri çevirisini yapmıştır. Anketin orijinal İngilizce maddeleri ve geri tercüme İngilizce maddeleri karşılaştırılmış ve maddelerin benzerlikleri incelenmiştir. Bu çeviriler arasında büyük oranda benzerlik olduğu görülmüştür. Böylece, anketin tercüme ve dil geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. İki dil uzmanı ve iki alan uzmanı tarafından İngilizceden Türkçeye çevirisi yapılan ve geri çevirisi yapılan maddelerin orijinal yapısına bağlı kalınmaya çalışılmıştır. Ölçek uyarlama çalışması olduğu için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Seçilen bu 31 madde geçerlik ve güvenilirlik analizi için, 192 Ortaokul 7. Sınıf öğrencisine uygulanmıştır.

Doğrulayıcı faktör analizi: Ölçek orijinaline bağlı kalınarak geçerlik çalışması kapsamında 6 faktör birlikte analize sokulmuştur. Faktör yükleri ve t değerleri ile analiz sonuçları verilmiştir. Bu tez için Türkçeye adapte edilen ölçek orijinalinde olduğu gibi tüm maddeler ve 6 faktör birlikte analize sokularak elde edilen değerler aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Roberts ve Bacon (1997) faktör yüklerinin .3 ve üzeri bir değer alması gerektiğine dikkat çekmektedir. Çizelge 3.10. incelendiğinde her bir maddenin faktör yükünün .3 değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Doğrulayıcı faktör analizinde iyi uyum indeksi olarak Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Root Mean Square Residuals (SRMR), Goodness of Fit Index (GFI), ve Comparative Fit Index (CFI) indeksleri kullanılmaktadır. Serbestlik derecesi ChiSquare/df'nin 5 değerinin altında olması, RMSEA değerinin 0'a yakın olması, GFI ve CFI değerinin 1'e yakın olması iyi

uyum düzeyini arttırmaktadır (Tabachnick & Fidell, 2013). Ayrıca tüm maddeler t değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı değerler gösterdiği görülmektedir (Tablo 3.10.). Özgün Güdülenme Ölçeği İçsel hedef düzenleme (4 madde), dışsal hedef düzenleme (4 madde), görev değeri (6 madde), öğrenmeye ilişkin kontrol inancı (4 madde), öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlik (8 madde), sınav kaygısı (5 madde) olmak üzere toplam altı faktör ve otuz bir maddeden oluşmaktadır. Bu faktör ve madde dağılımına bağlı kalarak elde edilen analiz değerleri Çizelge 3.10.'de verilmiştir. Tüm faktörlere ait analiz sonucu değerleri (RMSEA, NFI, CFI, GFI, SRMR ve χ^2/sd) ve tüm maddelerin birlikte değerlendirildiği analiz değerleri Çizelge 3.11.'de verilmiştir. Ayrıca Çizelge 3.11.'de ölçeğin ölçeğin tamamına ait güvenirlik değeri olan Cronbach alpha değeri verilmiştir. RMSEA değerinin 0.1 ve altı değerler alması, CFI değerinin .95 ve üzeri değerler alması, NFI değerinin .90 ve üzeri değerler alması, GFI değerinin .85 ve üzeri değerler alması, Chi square/sd değerinin 5 altında değer alması ve SRMR, RMR değerlerinin .10 değeri alması önerilmektedir (Hu ve Bentler, 1999). Bu değerler açısından incelendiğinde ölçekten hiçbir madde çıkarılmadan ölçeğin STEM alanına uyarlanması sonucu ölçeğin kabul edilebilir değerler taşıdığı görülmektedir. Ek olarak Cronbach alpha değerleri incelendiğinde hem alt boyutların hem de ölçeğin tamamının güvenilir olduğu görülmektedir (Çizelge 3.10. ve 3.11.). Sonuç olarak İçsel hedef düzenleme (4 madde), dışsal hedef düzenleme (4 madde), görev değeri (6 madde), öğrenmeye ilişkin kontrol inancı (4 madde), öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlik (8 madde), sınav kaygısı (5 madde) olmak üzere toplam altı faktörden ve 31 maddeden oluşan geçerli ve güvenilir STEM motivasyon ölçeğinin Türkçeye ve STEM konusuna başarılı şekilde adapte edildiği söylenebilir.

Çizelge 3.10. Faktör yükleri

Alt Boyutlar	Maddeler	Faktör Yükleri
Öğrenmeye ilişkin kontrol inancı (güvenirlilik=.53)	2. Eğer uygun şekilde çalışırsam, STEM ile ilgili derslerdeki konuları öğrenebilirim.	.59
	9. STEM ile ilgili derslerdeki konuları öğrenemezsem bu benim hatamdır.	.32
	18. Yeterince sıkı çalışırsam STEM ile ilgili derslerde başarılı olurum.	.74
	25. STEM ile ilgili derslerde bir konuyu anlayamazsam bu yeterince sıkı çalışmadığım içindir.	.37
İçsel hedef düzenleme (güvenirlilik=.60)	1. STEM ile ilgili derslerde yeni bilgiler öğrenebilmek için, büyük bir çaba gerektiren sınıf çalışmalarını tercih ederim.	.41
	16. STEM ile ilgili derslerde öğrenmesi zor olsa bile, bende merak uyandıran sınıf çalışmalarını tercih ederim.	.53
	22. STEM ile ilgili derslerde beni en çok tatmin eden şey, konuları mümkün olduğunca iyi öğrenmeye çalışmaktır.	.65
	24. STEM ile ilgili derslerde, iyi bir not getireceğimden emin olmasam bile öğrenmeme olanak sağlayacak ödevleri seçerim.	.46
Görev değeri (güvenirlilik=.75)	4. STEM ile ilgili derslerde öğrendiklerimi başka derslerde de kullanabileceğimi düşünüyorum.	.39
	10. STEM ile ilgili derslerdeki konuları öğrenmek benim için önemlidir.	.62
	17. STEM ile ilgili dersler kapsamında yer alan konular çok ilgimi çekiyor.	.70
	23. STEM ile ilgili derslerde öğrendiklerimin benim için faydalı olduğunu düşünüyorum.	.63
	26. STEM ile ilgili derslerdeki konulardan hoşlanıyorum.	.59
	27. STEM ile ilgili derslerdeki konuları anlamak benim için önemlidir.	.70
Dışsal hedefe düzenleme (güvenirlilik=.71)	7. Benim için şu an STEM ile ilgili derslerde en tatmin edici şey iyi bir not getirmektir.	.57
	11. Genel not ortalamamı yükseltmek şu an benim için en önemli şeydir, bu nedenle STEM ile ilgili derslerdeki temel amacım iyi bir not getirmektir.	.68
	13. Eğer başarabilirsem, STEM ile ilgili derslerde sınıftaki pek çok öğrenciden daha iyi bir not getirmek isterim.	.69
	30. STEM ile ilgili derslerde başarılı olmak istiyorum çünkü yeteneğimi aileme, arkadaşlarıma göstermek benim için önemlidir.	.50

Çizelge 3.10. Faktör yükleri (Devamı)

Alt Boyutlar	Maddeler	Faktör Yükleri
Öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlilik (güvenirlilik=.88)	5. STEM ile ilgili derslerden çok iyi bir not alacağımı düşünüyorum.	.65
	6. STEM ile ilgili okumalarda yer alan en zor konuyu bile anlayabileceğimden eminim.	.68
	12. STEM ile ilgili derslerde öğretilen temel kavramları öğrenebileceğimden eminim.	.68
	15. STEM ile ilgili derslerde, öğretmenin anlattığı en karmaşık konuyu anlayabileceğimden eminim.	.68
	20. STEM ile ilgili derslerde verilen sınav ve ödevleri en iyi şekilde yapabileceğimden eminim.	.71
	21. STEM ile ilgili derslerde çok başarılı olacağımı umuyorum.	.69
	29. STEM ile ilgili derslerde öğretilen becerileri iyice öğrenebileceğimden eminim.	.73
	31. Dersin zorluğu, öğretmen ve benim becerilerim göz önüne alındığında, STEM ile ilgili derslerde başarılı olacağımı düşünüyorum.	.65
Sınav Kaygısı (güvenirlilik=.61)	3. STEM ile ilgili sınavlar sırasında, diğer arkadaşlarıma göre soruları ne kadar iyi yanıtlayıp yanıtlayamadığımı düşünürüm.	.46
	8. STEM ile ilgili sınavlar sırasında bir soru üzerinde uğraşırken, aklım sınavın diğer kısımlarında yer alan cevaplayamadığım sorularda olur.	.51
	14. STEM ile ilgili sınavlar sırasında bu dersten başarısız olmanın sonuçlarını aklımdan geçiririm.	.57
	19. STEM ile ilgili sınavlarda kendimi mutsuz ve huzursuz hissederim.	.30
	28. STEM ile ilgili sınavlarda kalbimin hızla attığını hissederim.	.52

Çizelge 3.11. STEM Motivasyon ölçeği doğrulayıcı faktör analiz sonuçları

GFI	RMSEA	X ² /sd	CFI	SRMR	NFI	Güvenirlilik
.82	.056	665.58/414=1.61	.96	.072	.90	.89

STEM Öğrenme Stratejileri Ölçeği'nin Türkçeye adaptasyonu: Bu araştırmada, orijinali Pintrich ve arkadaşları (1991) tarafından geliştirilen ve elli maddeden oluşan “Öğrenme Stratejileri” ölçeği Türkçe’ye uyarlanmıştır. Bu çalışmada ölçek STEM’e uyarlanarak Türkçe’ye adapte edilmeye çalışılmıştır. Orijinal ölçekten çalışmanın amacına ve ölçülmek istenen alt boyutlara bakılarak 3 faktör seçilmiştir. Seçilen bu 20 maddenin çevirisi 2 dil uzmanı ve 2 alan uzmanı

tarafından kontrol edilmiştir. Dil uzmanlarının önerileri dikkate alınarak, maddeler üzerinde gerekli değişiklikler yapılmıştır. Anketin Türkçe formu son hali aldıktan sonra, bir İngilizce dil uzmanı anket maddelerinin İngilizceye geri çevirisini yapmıştır. Anketin orijinal İngilizce maddeleri ve geri tercüme İngilizce maddeleri karşılaştırılmış ve maddelerin benzerlikleri incelenmiştir. Bu çeviriler arasında büyük oranda benzerlik olduğu görülmüştür. Böylece, anketin tercüme ve dil geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. İki dil uzmanı ve iki alan uzmanı tarafından İngilizceden Türkçeye çevirisi yapılan ve geri çevirisi yapılan maddelerin orijinal yapısına bağlı kalınmaya çalışılmıştır. Bu faktörler sırasıyla meta bilişsel stratejiler (12 madde), eleştirel düşünme stratejileri (5 madde) ve akran işbirliği (3 madde) faktörleridir. Seçilen bu 20 madde geçerlik ve güvenirlik analizi için, 185 Ortaokul 7. Sınıf öğrencisine uygulanmıştır.

Doğrulamalı faktör analizi: Ölçeğin doğrulamalı faktör analizi sonuçları: STEM öğrenme stratejileri ölçeği LISREL 8.8 ile doğrulamalı faktör analizine sokulmuştur. Çizelge 3.12.'de analiz sonucu elde edilen faktör yükleri verilmiştir. Roberts ve Bacon (1997) faktör yüklerinin .3 ve üzeri bir değer alması gerektiğine dikkat çekmektedir. Çizelge 3.12. incelendiğinde her bir maddenin faktör yükünün .3 değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Doğrulamalı faktör analizinde iyi uyum indeksi olarak Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Root Mean Square Residuals (SRMR), Goodness of Fit Index (GFI), ve Comparative Fit Index (CFI) indeksleri kullanılmaktadır. Serbestlik derecesi ChiSquare/df'nin 5 değerinin altında olması, RMSEA değerinin 0'a yakın olması, GFI ve CFI değerinin 1'e yakın olması iyi uyum düzeyini arttırmaktadır (Tabachnick & Fidell, 2013). Bu faktör ve madde dağılımına bağlı kalarak elde edilen analiz değerleri Çizelge 3.12'de verilmiştir. Tüm faktörlere ait analiz sonucu değerleri (RMSEA, NFI, CFI, GFI, SRMR ve X2/sd) ve tüm maddelerin birlikte değerlendirildiği analiz değerleri Çizelge 3.13.'de verilmiştir. Ayrıca Çizelge 3.13.'de ölçeğin alt boyutlarına ve ölçeğin tamamına ait güvenirlik değeri olan Cronbach alpha değeri verilmiştir. RMSEA değerinin 0.1 ve altı değerler alması, CFI değerinin .95 ve üzeri değerler alması, NFI değerinin .90 ve üzeri değerler alması, GFI değerinin .85 ve üzeri değerler alması, Chi square/sd değerinin 5 altında değer alması ve SRMR, RMR değerlerinin .10 değeri alması önerilmektedir (Hu ve Bentler, 1999). Bu değerler açısından incelendiğinde ölçeğin meta bilişsel stratejiler alt boyutundan 3 madde ve eleştirel düşünme alt boyutundan 1 madde çıkarılmıştır.

Çıkarılan maddelerin t değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunduğu için analizden çıkarılarak tekrar analiz edilmiştir. Ek olarak Cronbach alpha değerleri incelendiğinde hem alt boyutların hem de ölçeğin tamamının güvenilir olduğu görülmektedir. Sonuç olarak meta bilişsel stratejiler (9 madde), eleştirel düşünme stratejileri (4 madde) ve akran işbirliği (3 madde) alt faktörleri olmak üzere toplam üç faktörden ve 16 maddeden oluşan geçerli ve güvenilir STEM öğrenme stratejileri ölçeğinin Türkçe'ye ve STEM konusuna başarılı şekilde adapte edildiği söylenebilir.

Çizelge 3.12. Faktör yükleri ve t değerleri

Alt Boyutlar	Maddeler	Faktör Yükleri
Akran işbirliği (güvenirlilik=.57)	34. STEM ile ilgili derslerde genellikle konuyu bir arkadaşıma anlatarak çalışırım.	.43
	45. STEM ile ilgili derslerde verilen ödevleri bitirmek için sınıftaki diğer arkadaşlarımla çalışmayı denerim.	.67
	50. STEM ile ilgili derslere çalışırken, çalıştığım konuyu arkadaşlarımla tartışmak için zaman ayırıyorum.	.59
Meta Bilişsel stratejiler (güvenirlilik=.69)	36. STEM ile ilgili bir şeyler okurken, okuduklarıma odaklanmamı sağlayacak sorular sorarım.	.45
	41. STEM ile ilgili bir şeyler okurken kafam karıştığında, geri döner ve kafamı karıştıran şeyi çözmeye çalışırım.	.38
	44. STEM ile ilgili derslerde kaynakları anlamak zorsa, bu kaynakları okuma yöntemimi değiştiririm.	.30
	54. Yeni bir ders kaynağını ayrıntılı çalışmadan önce nasıl düzenlendiğine bakarım.	.32
	55. Çalıştığım dersi anladığımdan emin olmak için kendime sorular sorarım.	.46
	61. STEM ile ilgili dersler için çalışırken sadece materyali okuyup geçmek yerine, materyal üzerinde düşünür ve benden ne öğrenmem beklendiğine karar veririm.	.64
	76. STEM ile ilgili derslerde çalışırken hangi kavramları iyi anlamadığımı belirlemeye çalışırım.	.48
	78. STEM ile ilgili derslerde çalışırken, her çalışmada neler yapacağımı belirlemek için kendime hedefler koyarım.	.55
	79. STEM ile ilgili derslerde not tutarken kafam karışırsa bu karışıklığı derslerden sonra hemen düzeltirim.	.55

Çizelge 3.12. Faktör yükleri ve t değerleri (Devamı)

Alt Boyutlar	Maddeler	Faktör Yükleri
Eleştirel düşünme (güvenirlilik=.60)	47. STEM ile ilgili derslerdeki tartışmalarda ya da okuduğum şeylerde bir kuram, yorum ya da sonuçla karşılaştığımda, bunları destekleyen yeterli kanıtlar olup olmadığına karar vermeye çalışırım.	.49
	51. STEM ile ilgili derslerde verilen kaynakları bir başlama noktası olarak görür, dersle ilgili kendi görüşlerimi oluşturmaya (geliştirmeye) çalışırım.	.48
	66. STEM ile ilgili derslerde öğrendiklerimle ilişkili kendi düşüncelerimin neler olduğunu çıkarsamaya çalışırım.	.68
	71. STEM ile ilgili ne zaman bir iddia ya da sonuç okusam ya da duysam, bunun olası alternatiflerini düşünürüm.	.51

Çizelge 3.13. Doğrulayıcı faktör analiz sonuçları

GFI	RMSEA	X^2/sd	CFI	SRMR	NFI	Güvenirlilik
.90	0.055	157.66/101=1.56	.95	.061	.86	.79

3.3.1.3. Bilimsel süreç becerileri testi

Aktamış ve Şahin Pekmez (2011) tarafından bilimsel süreç becerilerini ölçmeye yönelik birden fazla soru tipinin bir arada bulunduğu bir ölçek geliştirmiştir. Ölçekte yer alan alıntı sorular orijinalindeki gibi değerlendirilmiştir (Osborne & Ratcliffe, 2002). Ölçekte bilimsel süreç becerilerinden;

1. Problem oluşturabilme,
2. Hipotez, gözlem, tahmin, teori, açıklama terimlerini ayırt edebilme,
3. Değişken belirleyebilme,
4. Ölçme konusunda nelere dikkat edilmesi gerektiğine karar verebilme (örn. güvenirlilik),
5. Verilere dayanarak sonuç çıkarabilme,
6. Grafik ve tablo okuyabilme,
7. Yansız test yapabilme

becerilerini ölçen hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli tipte sorular hazırlanmıştır.

Bu tezde ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini ölçmek için çoktan seçmeli tipte hazırlanan bilimsel süreç becerileri ölçeği kullanılacaktır. Ölçeğin çoktan seçmeli sorularının güvenilirliği ve geçerliği için ilköğretim sekizinci sınıfı tamamlamak üzere olan 111 kişi ile pilot çalışması yapılmıştır. Bunun sonucunda daha çok çoktan seçmeli soru tipindeki yani doğru yanıt 1 ve yanlış yanıt 0 puan vererek iki kategorili puanlanabilen maddelerden oluşan ölçekler için yapılan (Kan, 2007) güvenilirlik çalışması olan Kuder-Richardson güvenilirlik analizi ile KR-20 güvenilirliği .81 olarak bulunmuştur. Test Ek-7’de verilmiştir.

3.3.1.4. Fen başarı testi

Başarı testinin kapsam geçerliğini sağlamak için, testte yer alan soruların içeriğini kapsayan bir belirtke tablosu hazırlanmıştır. Ek 1’de, testte yer alan fen sorularının ölçmeyi hedeflediği kazanım dağılımları ve hangi sorunun bu kazanıma ait olduğu görülmektedir. Ayrıca kazanımların Bloom taksonomisinin bilişsel alandaki hangi boyutunda olduğu belirtilmiştir ve ünite bazında kazanımlar sıralanmıştır. Başarı testinin geçerliği için beş alan uzman görüşüne başvurulmuş olup kapsamı incelenmiş, gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Test maddelerin soru köklerinde ve cevap seçeneklerindeki anlamsal ve görsel hatalar düzeltilmiştir. Bu testte var olan test maddelerinin belirtke tabloları incelenmiş Bloom taksonomisine göre sıralanmasında yapılan hatalar tüm uzmanların ortak görüşleriyle düzeltilmiştir. Ayrıca soruların ölçtükleri kazanımların sıralamasına uygun olarak başarı testinde sıralanması uzmanlar tarafından önerilmiştir. Grafikselsel olarak kavram kargaşasına yol açabilecek grafikler tekrar düzenlenmiştir. Fen derslerinde kazandırılan ve etkinlikler aracılığıyla da kazandırılması amaçlanan fen kazanımlarının ölçülmesi için içerik bakımından uzmanlar tarafından uygun bulunmuştur. Son şekli verilen bu testin 27 maddelik formu 125 ortaokul 8. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Başarı Testinin madde ve güvenilirlik analizi, IteMan For Windows 3.50 programı ile yapılmıştır. İlk analizden sonra 4, 8, 10, 15 ve 19 numaralı maddeler ayırt edicilikleri 0.19 ve altı değerler aldığı için ve güçlük puanları da 0.60 değeri üstünde olmadığı için testten çıkartılmıştır (Turgut ve Baykul, 1992). Kalan maddeler tekrar IteMan For Windows 3.50 programı ile analiz edilmiştir. Madde geçerlik katsayısı olarak çift serili korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Nihai testte geçerlik değerleri en yüksek ve kritik bilgileri ölçen 22 soru alınmıştır. Test ve madde analizleri temelinde 22 madde seçilerek oluşturulan Başarı testi maddelerinin ayırt edicilikleri Çizelge 3.14.’de verildiği gibi 0.20 ile 0.60

arasında, madde güçlükleri ise 0.40 ile 0.94 arasında değişmektedir. Çizelge 3.15.'de ise nihai testin KR-20 güvenirliğinin 0.73 olduğu görülmektedir. Bu testten maksimum 22 minumum 0 puan alınmaktadır. Her soru 1 puan değerindedir.

Çizelge 3.14. Test sonuçları

Üniteler	Madde No	Madde Güçlüğü	Madde Ayırt Ediciliği	Çift Serili Korelasyon
7.3. Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm	1	.86	.23	.45
	2	.64	.34	.35
	3	.94	.20	.52
	4	.63	.20	.30
	5	.88	.23	.60
7.4.Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması	6	.78	.30	.57
	7	.91	.26	.98
	8	.80	.32	.57
7.5. İnsan ve Çevre İlişkileri	9	.66	.49	.62
	10	.73	.49	.55
	11	.67	.49	.55
	12	.81	.32	.54
	13	.81	.32	.63
	14	.40	.36	.43
	15	.70	.60	.81
7.6. Elektrik Enerjisi	16	.58	.51	.57
	17	.66	.53	.64
7.7. Güneş Sistemi ve Ötesi	18	.50	.25	.28
	19	.50	.32	.46
	20	.63	.39	.46
	21	.74	.37	.62
	22	.70	.44	.55

Çizelge 3.15. Analiz sonuçları

Madde sayısı	22
Katılımcı	125
Ortalama	15.528
Varyans	13.737
Standart sapma	3.706
Çarpıklık	-0.669
Basıklık	0.045
Minimum	4.000
Maksimum	22.000
Ortanca	16.000
Alpha	0.730
Ortalamanın standart hatası	1.925
Ortalama güçlük	0.706
Test madde korelasyonu ortalaması	0.393
Çift serili ortalaması	0.548

3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları

3.3.2.1. Yarı yapılandırılmış görüşme

Araştırmada yarı yapılandırılmış bireysel görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşme formunun pilot uygulaması 3 öğrenci ile yapıldıktan sonra, biri fen bilgisi eğitimi alanında ve bir diğeri eğitim programları ve öğretimi alanında görev yapan 2 öğretim elemanlarından uzman görüşü alınmış ve soruların görüşme yapılmasına uygunluğu değerlendirilmiştir. Fen eğitimi alanında görev yapan öğretim elemanı fen eğitimi alanında yapmış olduğu çalışmalar ve nitel araştırma konusundaki uzmanlığından dolayı görüşme sorularının kısaltılması gerektiğini, kapsamının daha da daraltılması gerektiğini ve görüşmelerin uzunluğundan dolayı iki bölümde yapılmasının doğruluğunu vurgulamıştır. Eğitim programları alanında görev yapan uzman ise görüşme sorularının nitel araştırmanın doğasına ve araştırma sorusuna uygunluğuna yönelik önerilerde bulunmuştur. Görüşme sorularında yönlendirmelerin olup olmadığı, araştırmayı daha da nasıl derinleştirilebileceğine yönelik görüşleri dikkate alınarak ve araştırma sorusuna uygun olarak daha fazla sorular hazırlanarak tekrar uzmanların görüşleri alınmıştır. Gerekli düzeltmeler ve eklemelerden sonra daha kısa ve anlaşılır sorular hazırlanarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Görüşme sorularının iç geçerliğini sağlamak için görüşme soruları iki uzmana incelenmiştir. Uzmanlar yapılan görüşmelerden elde edilen yazılı verileri incelemiş verilen yanıtların sorulan soruların yanıtlarını yansıtmadığı, araştırılan konuyu kapsayıp kapsamadığı, açık anlaşılır olup olmadığı ve istenen bilgileri sağlayıp sağlamadığını incelemesi istenmiştir. Görüşme soruların oluşturulması sürecinde yapılan pilot görüşmeler sonucunda anlaşılmayan soruların anlaşılabilmesi için bazı ifadeler sadeleştirilmiştir. Görüşme sorularından bazıları çalışmanın amacına hizmet etmediği için çıkarılmıştır. Bu şekilde araştırma sorularının çalışma için geçerli ve güvenilir olduğuna karar verilerek veri toplama sürecine geçilmiştir. Veri toplama sürecinde katılımcıların rahat olması, dürüst ve doğru cevaplar vermesi için günlük konuşma dilinde aşağıda verilen sorular sorulmuştur. Görüşmeler yaklaşık 20-25 dakika arasında sürmüştür ve öğrencilerle görüşmeler deneysel uygulamalardan sonra gerçekleştirilmiştir. 1. odak grup görüşme ve 2. odak grup görüşme soruları Ek 6'da verilmiştir.

3.3.2.2. Ürün ve performans değerlendirme rubriği

Rubrik oluşturulurken Andrade (1997)'nin öne sürdüğü işlem basamakları kullanılmıştır. Rubrik geliştirmeden önce STEM ile ilgili ürün değerlendirme rubrikleri incelenmiştir. Alan yazında hangi bileşenlerin ve değerlendirme seviyelerinin olduğu araştırılmıştır. İncelenen rubriklerden ortaokul ve ilkokul seviyesinde STEM temelli eğitimde ürün değerlendirme ve grup çalışmalarını değerlendiren rubrikler incelenmiştir. Bu süreçte incelenen rubrikler ve bu tezde kullanılan etkinlikler ve öğrenci kazanımlarına uygun ölçütler, tanımlamalar ve puanlamalar taslak olarak hazırlanmaya çalışılmıştır. Taslak rubrik hazırlandıktan sonra uzman görüşüne sunulmuştur. Üç alan uzmanından alınan görüşler ve öneriler doğrultusunda taslak rubriğin kullanılacağı sınıfın dersine giren fen öğretmenin de görüşleri alınarak taslak olan rubriğe son şekli verilmiştir. Taslak rubrik aracılığıyla yapılan değerlendirmeler sonrası ortaokul 7. Sınıf öğrencileri ve ders sorumlusu fen öğretmenlerinin de önerileri ve dönütleri dikkate alınmıştır. Taslak rubrik bu süreçte hem alan uzmanları hem de fen öğretmenleri tarafından gözden tekrar geçirilerek son düzenlemeler yapılmıştır. Hazırlanan rubriğin hedeflere uygun ve tutarlı olması, puanlama düzeylerinin anlamlı ve anlaşılır olması, adil olması, ölçütlerin ne anlama geldiğinin açık olması ve öğrencilerden beklenen kazanımlarla örtüşmesi önemlidir. Rubriğin geçerliği için içerik, yapı ve ölçüt boyutları yönlerinden değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. İçerik bağlamında yeterli bilgi sağlaması ve mühendislik tasarım sürecine uygun olmasına dikkat edilirken, yapı olarak değerlendirilen ölçütlerin STEM ile ilgili olmasına ve ölçüt bakımından ise STEM ile ilgili farklı etkinliklerde kullanılabilecek ve farklı uygulamalara yönelik kullanılabilir olmasına bakılmıştır. Süreç içerisinde üç alan uzmanı ve iki öğretmen tarafından incelenmiştir. Alan uzmanları tarafından gelen düzeltmeler ile benzer olan ölçütler tasarım süreci, son ürün işlevselliği ve son ürün değerlendirme olarak alt başlıklar altında toplanmış ve her bir ölçüt için üç puanlama düzeyi kullanılmıştır. Puanlama düzeyleri zayıf, orta ve güçlü olarak görülmektedir. Gerekli düzenlemelerin ardından tekrar alan uzmanları ve öğretmenler tarafından kontrol edilen rubriğin geçerlik çalışması tamamlanmıştır.

Rubrik güvenilirliği “değerlendirmeye tabi tutulan bir öğrencinin performansının her değerlendirmede ve her değerlendiren kişiden yine aynı puanı alması” olarak tanımlanmaktadır (Tuncel, 2011: 222). Bu rubrik öğrencilerin fen bilimleri

dersinde STEM alanlarından en az ikisinin birleştirilmesine dayanılarak tasarlanan bir fen etkinliğinde oluşturdıkları ürünlerin ve bu sürecin değerlendirilmesinde iki alan uzmanı tarafından kullanılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda puanlayıcılar arasında ve araştırmacı tarafından dört hafta arayla tekrar puanlama yapılarak rubriğin puanlayanlar arasında ne kadar uyuşma gösterdiğine bakılmıştır. Alan uzmanları ve araştırmacının tekrar puanlamaları arasında yüksek uyuşma gösterdiği görülmüştür. Bu nedenle hazırlanan STEM ürün ve süreç değerlendirme rubriğinin doğru ve güvenilir ölçüm yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Rubriğin son hali Ek 8’de verilmiştir.

3.4. Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada araştırmacının temel rolü STEM etkinliklerinin kullanıldığı derste uygulamaların istenilen şekilde uygulanması için yardımcı roledir. Çünkü hazırlanan etkinlikler öğrencinin aktif olduğu öğretmen ve araştırmacının daha çok rehber rolde olduğu etkinliklerdir. Süreç boyunca araştırmacı hem aktif bir öğrenen gibi öğrencilerle birlikte tasarımlara katılmış, hem onların tasarımlarını sunduğu sınıf ortamında onları aktif şekilde dinlemiş hem de araştırmacı olarak süreçte katılımcı gözlemci rolünü üstlenerek araştırma için veriler toplamıştır. Bazen grup çalışmalarında öğrencilerin son tasarım için karar veremedikleri ve tasarım için kararsızlıklar yaşadığı görülmüştür. Bu anlarda araştırmacı öğrencilerin bilgilerini sorgulayarak onların yapacakları tasarımlar hakkında bilgi kaynağı rolünü üstlenmiştir. Çünkü öğrenciler kararsızlık ve üstesinden gelemedikleri anlarda öğretmenin yönlendirmesine ve öğretmenin aktif olmasına çok ihtiyaç duymaktadırlar. Grup içi anlamsız ve sonuca ulaşmayan tartışmalar etkinlikler esnasında çok az yaşanmıştır. Zamanın etkili kullanımında öğrencilerin yeterince zamanı kullanma becerilerinin gelişmediği görüldüğü için öğretmen müdahalesine ihtiyaç duydukları anlarda araştırmacı tarafından uyarılmışlardır. Araştırmacı özel eğitim kurumlarında daha önce bir yıllık öğretmenlik ve 7 yıllık araştırma görevlisi olarak fen eğitimi alanında tecrübeye sahiptir. Ortaokul seviyesinde uygulamaya dayalı araştırmalar gerçekleştirmiştir. Bu nedenle araştırmacının sınıf içi uygulamalarda tecrübeli ve araştırma konusunda etik konularda, sınıf içi gözlemlerde, tartışmaları yönetme konusunda, veri toplamda ve iletişim konularında tecrübeye sahip olduğu söylenebilir. Ek olarak, araştırmacı bu araştırmayı gerçekleştirmeden önce bir eğitim dönemi süresince araştırmanın tüm yönlerini pilot çalışma olarak uygulamıştır. Bu uygulamalar esnasında 20

yıldan fazla fen eğitimi öğretmenliği tecrübesine sahip öğretmenlerden süreç hakkında ve araştırmacı kendi rolü hakkında dönütler almıştır.

3.5. Araştırmanın Uygulaması

Araştırmanın uygulama süreci pilot uygulama ve asıl uygulama olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Araştırmanın uygulamalarının her ikisi de ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile yapılmıştır. Hazırlanan etkinlikler teknoloji tasarım dersinde uygulanmıştır. Teknoloji tasarım dersinin öğretim programı ve dersin okullarda uygulanışı incelendiğinde STEM temelli tasarıma dayalı etkinliklerin uygulanmasının hem öğretmenler hem de öğrenciler için daha faydalı olacağına karar verilmiştir. Fen ve matematik derslerinde genellikle teorik alan konularının öğretilmesi ve bu derslere paralel olarak teknoloji ve tasarım derslerinde öğrencilerin mühendislik tasarımlarını yapmalarının uyumlu olduğu sonucuna varılabilir. STEM etkinlikleri öğrencilerin fen bilimleri, teknoloji ve matematik derslerinin yanında mühendislik kazanımları içermektedir. Teknoloji ve tasarım dersi amaçlarından “İlki hayat boyu öğrenen, öğrendiğini uygulayabilen, teknoloji ve tasarım süreçlerini hem kendisi hem de yaşadığı toplum yararına kullanabilen bireyler yetiştirmek; ikincisi ise teknoloji ve tasarım sürecini anlayabilen, yorumlayabilen, yönetebilen ve değerlendirebilen teknoloji ve tasarım okuryazarı bireyler yetiştirmektir.” (MEB, 2017) olarak öğretim programında tanımlanmıştır. Bu araştırmanın amaçlarından birisi de bireylere teknoloji tasarım okuryazarı farkındalığı kazandırmaktır. Bu amacın uzak hedefi ise teknolojiyi kullanarak toplumun ve bireyin ihtiyaçlarını karşılayabilen, tasarımlar ve problemlere çözüm önerileri getirebilen bireylerin yetişmesidir. Bu nedenle de bu derste uygulama yapılmasının hem ders için, hem de STEM etkinliklerin uygulanması sırasında avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada pilot çalışma ve asıl çalışma uygulamaları ayrıntılı olarak aşağıdaki başlıklar altında açıklanmıştır.

3.5.1. Araştırmanın Pilot Uygulaması

Disiplinler arası bir çalışma olduğu için öğrenciler ancak 7. sınıfta istenilen düzeyde disiplinler arası çalışmalara uygun bilişsel seviyeye gelebilmektedir. Piaget’e göre çocuklar 6-11 yaş aralığında problemlere mantıklı çözümlerin getirildiği dönemdedirler. Bu dönemde çocuklar, kuralları anlayabilirler. Fakat çoğunlukla somut nesneler üzerinde düşünürler. Ancak çocuklar 11-16 yaş

aralığında karmaşık problemlere mantıklı çözümler getirebilirler (Goncu ve Abel, 2011). Bu dönem daha soyut düşünme ve sosyal konularda fikirlerin geliştirildiği dönemdir. Bu nedenle öğrencilerin hazır bulunuşlukları 7. Sınıfta, ilgili yeterlilikleri 5. ve 6. sınıfta bu etkinlikleri yapacak seviyeye ancak gelebilmektedir. Konular seçilirken STEM konularıyla ve mühendislik tasarım süreci basamakları ile ilgili olmasına dikkat edilmiştir. Bu nedenle 7. sınıf konularından 2. dönem konuları seçilmiştir. Araştırmada araştırılacak bağımlı değişkenlerden STEM'e yönelik motivasyon ile kariyer ilgi ve bilimsel süreç becerileri gibi değişkenleri öğrencilerin kazanmasının uzun zaman alması nedeni ile ünite seçimi yapılırken STEM'e uygun olabilecek konuların art arda gelmesi, böylece araştırmanın yaklaşık olarak bir öğretim dönemini kapsamaması amaçlanmıştır. Seçilen üniteler 7. sınıfın ikinci dönemindeki “Maddenin Yapısı ve Özellikleri”, “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması”, “İnsan ve Çevre İlişkileri”, “Elektrik Enerjisi”, “Güneş Sistemi ve Ötesi” üniteleridir. Etkinlikler Fen Bilimleri dersi kazanımları temel alınarak hazırlanmıştır. Matematik dersi kazanımlarıyla da eşleştirilmiştir. Ayrıca Teknoloji ve mühendislik becerileri içermelerine de dikkat edilmiştir.

Etkinlikler araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ve uzman görüşüne sunulmuştur. Var olan etkinliklerde STEM'e uyarlanarak hazırlanmıştır. Aşağıda ünitelere ve konu alanlarına dağıtılmış olarak etkinlik isimleri verilmiştir:

1. Maddenin Yapısı ve Özellikleri / Madde ve Değişim/ Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm/ Atık Maddelerden Araba Yapımı
2. Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması / Fiziksel Olaylar/ Güneş Fırını Yapımı
3. Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması / Fiziksel Olaylar/ Güneş Enerjisiyle Çalışan Araba Yapımı
4. İnsan ve Çevre İlişkileri / Canlılar Ve Hayat/ Biyosfer Yapımı (Çoklu Enerji Akışı)
5. İnsan ve Çevre İlişkileri / Canlılar ve Hayat/ Nesli Tükenen Canlılar
6. Elektrik Enerjisi / Fiziksel Olaylar/ Elektrik Motoru Yapımı
7. Elektrik Enerjisi / Fiziksel Olaylar/ Su Tribünü Yapımı
8. Güneş Sistemi ve Ötesi / Dünya ve Evren/ Gezginleri Marsa Ulaştırma
9. Güneş Sistemi ve Ötesi / Dünya ve Evren/ Su Roketi Yapımı

Etkinlikler hazırlanırken öğrencilerin alternatif enerji, elektrik enerjisi, insan ve çevre etkileşimi, madde ve değişim, aynalarda yansıma ve ışığın soğurulması konularındaki çevreyle ilgili gündelik temel kavramlarda ve disiplinler arası problemlerde çözüm üretmeleri dikkate alınmıştır. Öğrencileri günlük yaşam problemlerine katmak için mühendislik tasarımı içeren etkinlikler ile öğrencilerin aktif ve problem temelli öğrenme deneyimi yaşamaları sağlanmaya çalışılmıştır. Etkinliklerde öğrencilerin bilimsel fikirler ve farklı fikirler oluşturmaları amaçlanmıştır. Bu sayede öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile problem çözme ve yaratıcılık becerileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Öğrenciler gerçek yaşam problemleri ve mühendislik tasarımları içeren etkinlikler ile motive edilerek tasarımları bitirmeleri amaçlanmıştır.

Etkinliklerin pilot çalışmaları esnasında hazırlanan etkinlikler 2 uzman görüşüne ve alandaki öğretmenlere sunulmuştur. Uzmanlardan ve öğretmenlerden alınan geri dönüt düzeltmeler sonrasında etkinlikler Efeler ilçesinde, iki devlet okulundaki 7. Sınıf öğrencilerine 2015-2016 Bahar dönemi süresince pilot çalışma olarak araştırmacı ve öğretmen tarafından birlikte uygulanmıştır. İki ayrı okulda yapılmasının sebebi etkinliklerin uygulanışını daha pratik ve daha uygulanabilir hale getirmektir. Grup çalışmalarında ve sınıf içi bilimsel tartışmalarda öğrencilerin anlamadığı veya yanlış anladığı bölümler belirlenerek etkinliklerde değişikliğe gidilmiştir. Hem kazanım düzeylerine uygun hem de öğrencinin düzeyine uygun olarak etkinlikler düzenlenmiştir. Kazanıma uygun olmadığı düşünülen veya STEM eğitime uygun görülmeyen etkinlikler ya çıkarılmış ya da değiştirilerek STEM eğitime uygun fen konusuyla ilişkili ve teknoloji, mühendislik veya matematik alanlarından birinin entegrasyonu sağlanarak düzenlenmiştir. Pilot çalışma süresince etkinliklerin tamamı denenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Etkinliklerin pilot olarak uygulanması sürecinde öğrencilerin güneş fırını yapımında büyüteç ve benzeri araçlar kullanarak yangın çıkarmalarını engellemek için ışığı çok fazla odaklayacak malzemeler kullanmalarını engelleyici önlemler eklenmesi uygun görülmüştür. Nesli tükenen canlılar etkinliğinde öğrencilerin sadece tasarım değil bunun dışında afişler ve farkındalık uyandıran etkinlikler yapmak istedikleri görülmüştür. Bazı öğrencilerin akrostiş şiirler ve dikkat çeken afişler hazırladıkları mühendislik tasarımına ek olarak yaratıcı sanatsal etkinlikler yaptığı görülmüştür. Bu nedenle bu etkinlikte öğrencilerden mühendislik olarak

somut tasarımlar yanında STEM+A (A Arts kelimesi ifade etmektedir) modeline uygun olarak öğrencilerin sanatsal tasarımlarına göre düzenlenmiştir. Elektrik motoru ve su tribünü etkinliklerinin uygulanmasında iki etkinliğin birbirleriyle ilişkili olduğu ve bu nedenle artarda uygulanmasına karar verilmiştir. Öğrencilerin elektrik enerjisinin hareket enerjisine ve hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümünü sıralı şekilde öğrenmelerinin tasarımlarını geliştirmeleri açısından daha faydalı olacağına karar verilmiştir. Ayrıca elektrik motorunun iç yapısını anlatmak için öğrencilere elektrik motoru modeli gösterilerek öğrencilerin incelemesinin daha faydalı olduğuna karar verilmiştir. Kavramsal olarak elektrik modelinin çalışma prensibini anlamalarının gerektiği fark edildiği için öğrencilere asıl uygulamada elektrik modeli ve güç kaynağı ile elektrik modeli deneyi yapılmıştır. Özgün aydınlatma aracı tasarımında öğrencilerin istenildiği şekilde çalışmadığı ve aynı kazanımlara hizmet eden etkinlikler bulunduğu için asıl uygulamadan çıkarılmıştır.

Mevcut fen eğitim programlarının önerdiği gibi yapılandırmacı eğitime dayalı olarak STEM eğitimine yönelik seçilen ünitelerin ve aktivitelerin 5E öğrenme modeli kullanılarak yapılandırılmasına karar verilmiştir. Maryland State Department of Education (MSDE) (2012), STEM eğitimi 5E öğrenme modeli ile bütünleştirerek örnek bir uygulama gerçekleştirmiştir. Benzer şekilde, STEM eğitime yönelik geliştirilen etkinlikler, STEM alanları için yapılandırmacı yaklaşıma yönelik 5E öğrenme modeline göre tasarlanmıştır.

STEM etkinlikleri kapsamında teknoloji alanı için seçilen fen konusuyla ilgili videolar, animasyon ve simülasyon oyunlar seçilerek etkinliklere entegre edilmiştir. Bu videolar eğitim alanında ortaokul düzeyi fen dersleri için tasarlanmış morpha kampus, vitamin ve youtube sitesindeki eğitimle ilgili belgesellerden kesitlerden yararlanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin kendi teknoloji becerilerini kullanacakları aktiviteler eklenmiştir. Öğrencilerin yaptıkları etkinlikler esnasında tasarımlarını fotoğraf çekerek basit düzeyde ses ekleyerek yavaş geçişli sunum tasarımlarına yardımcı olunmuştur. Öğrencilerin kullandıkları tabletler sayesinde bu sunumlarını geliştirmişlerdir.

Mühendislik becerilerini ve tutumlarını geliştirmek için STEM etkinliklerinde günlük hayattan problemler ve konu ile ilgili sorular sorulmuştur. Öğrencilerden tasarım sürecini kullanarak mühendislik tasarımı yapmaları beklenmiştir.

Etkinliklerin öncesinde ilk hafta tüm öğrencilere mühendislerin kim olduğu ve mühendislik tasarım sürecinde mühendislerin çalışma prensibi açıklanmıştır.

STEM etkinlikleri kapsamında matematik alanına yönelik etkinliklerde öğrencilerden elde ettikleri veriler ile ilgili grafik çizmeleri için etkinlik çalışma kâğıtlarına bununla ilgili bölüm eklenmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin bu grafiklerini yorumlayarak bir sonuca ulaşmaları amaçlanmıştır.

Öğrencilerin dikkatini çekmek için hikâyeler ve ilgi çekici materyaller kullanılarak derslere giriş yapmaya çalışılmıştır. Etkinlik sonunda öğrencilerin etkinlik bazında STEM alanlarına göre değerlendirilmesi için öğrencilere çalışma kâğıtlarının son bölümünde değerlendirme soruları sorulmuştur. STEM eğitiminin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri yapılandırmacı yaklaşımın ilkeleri üzerine kurulmuş bir model olan ve bilimsel bilgilerin öğrenilmesi için birçok süreci içeren 5E öğrenme modeli ile bütünleştirilmiştir. Geliştirilen etkinlikler, 10 hafta ve 20 ders saati süresince sınıfta uygulanmıştır.

3.5.2. Araştırmanın Asıl Uygulaması

Uygulama, 2016-2017 eğitim öğretim yılının bahar döneminde orta seviyede sosyoekonomik düzeyde bir devlet ortaokulundaki 7. Sınıfların teknoloji ve tasarım dersinde iki sınıfta gerçekleştirilmiştir. Bir sınıfta deneysel uygulama olarak gerçekleştirilmiş ve bir diğer sınıfta kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere bir dönem süresince, hazırlanan STEM etkinlikleri uygulanırken, kontrol grubundaki öğrencilere ise teknoloji ve tasarım dersine uygun etkinlikler uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin teknoloji tasarım derslerinde dersin kazanımları olan bir tasarım planlama, bir tasarımı gerçekleştirme ve kendi malzemelerinden hazırladıkları tasarımlar ile dersin gerekliliklerini yerine getirmişlerdir. Uygulanan STEM etkinlikleri de dersin planlamasıyla paralel şekilde ilerlediği için deney grubundaki öğrenciler STEM etkinlikleri sayesinde tasarım yapma pratiklerini daha fazla geliştirme fırsatı yakalamışlardır. Her iki gruptaki öğrenciler ders ödevi olan kâğıttan tasarımlar yapmışlardır. Uygulama süresince her iki grubun dersine de katılarak aynı içeriğin işlenmesi ve eşit koşulların sağlanıp sağlanmadığı kontrol altında tutulmaya çalışılmıştır. Etkinlikler her iki sınıfta aynı öğretmen ve araştırmacı eşliğinde uygulanmıştır. Deney grubundaki STEM etkinlikleri uygulaması öğretmen ve

araştırmacı eşliğinde uygulanırken, kontrol grubunda öğretmene yardımcı gözlemci olarak araştırmacı derslere katılmıştır. Kontrol grubunda derslerin bir kısmında sunum ile direkt öğretim yapıldığı için araştırmacı daha çok etkinlik saatlerinde sınıfla etkileşime geçebilmiştir. Araştırmacı her iki sınıfın matematik ve fen derslerini de takip ederek sadece teknoloji ve tasarım dersi açısından değil fen ve matematik dersleri açısından da sınıflar arasında eşitliğin olduğunu kontrol etmeye çalışmıştır. Pilot çalışma esnasında da etkinliklerin öğretmen ve araştırmacı tarafından yapılmasının yararlı olduğu görüldüğü için asıl uygulamada da aynı şekilde öğretmen ve araştırmacı işbirliğinde uygulamaların yapılmasına devam edilmiştir.

Uygulama 06.02.2017-09.06.2017 tarihleri arasındaki süreci kapsamaktadır. Ancak bu süreçte tatil olan haftalar, okul yazılı sınavları, TEOG sınav haftalarındaki tatiller ve ön-test son-testlerin uygulamalarından geriye kalan 10 haftalık süreçte haftalık iki ders saati süresince etkinlikler uygulanmıştır. Araştırmanın uygulama süreci ve uygulanan etkinliklere ait amaç ve kazanımları Ek 2’de verilmiştir.

İlk hafta öğrencilere herhangi bir öğretim yapmadan ön-test olarak araştırmacı ve öğretmen tarafından her iki gruba da STEM kariyer ilgi ölçeği, BSB testi, Fen Başarı testi, STEM motivasyon testi uygulanmıştır. Her iki sınıftaki öğrencilerle tanışılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere giriş etkinliği olarak tasarım sürecini tanıttırma etkinliği yapılmıştır. Bu giriş etkinliği ile öğrencilerin sadece bilimsel araştırma sürecini değil aynı zamanda tasarım sürecini kullanacakları için mühendislik tasarım sürecini ve mühendislerin nasıl çalıştıklarını öğrenmeleri amaçlanmıştır. Bu etkinlik ile öğrencilerin mühendislik mesleğini tanımaları ve mühendislerin nasıl çalıştığını anlamaları sağlanabilir. Öğrencilere bu etkinlikte örnek tasarımlar gösterilmiş ve tasarım süreci ile bu tasarımların nasıl gerçekleştirildiği açıklanmıştır. Bunun yanında asıl etkinliklere geçilmeden önce öğrencilerin kendi zihinlerinde oluşturdukları mühendis ve mühendislik hakkındaki düşünceleri ve bilgi düzeyleri hakkında bilgi sahibi olunmuştur.

Öğrenciler etkinlikler süresince grup çalışması yaparak tasarımlar yapacakları için öğrencilerden özgürce grup yapmaları istenmiştir. Ayrıca bu süreçte öğretmenin rehberliğinde heterojen ve uyumlu çalışabilen öğrencilerden gruplar oluşturulmuştur. Öğrencilerin grup arkadaşlarını çalışabilecekleri kişilerden

kendilerinin seçmesine izin verilmiştir. Çünkü bir dönemlik süreçte öğrencilerin grup olarak başarılı çalışabilmeleri için uyumlu grup arkadaşlarına ihtiyaçları oldukları düşünülmüştür. Öğrenciler 4'er kişilik gruplar halinde çalışmışlardır. Ancak bazı grup üyelerinin ayrı gruplar oluşturma isteklerinden dolayı 3 kişilik gruplar halinde çalışmak isteyen öğrencilere izin verilmiştir. Sınıfın oturma düzeni grup çalışmasına müsait olmadığı için öğrenciler her etkinlik saatinde ders başlamadan önce kendileri sınıfı grup çalışmasına uygun şekilde düzenlemişlerdir. Öğrencilerin kurdukları gruplar incelendiğinde öğrencilerin ön-test puanları ile son dönem fen bilimleri, matematik ve teknoloji tasarım derslerinden aldıkları notlar incelendiğinde herhangi bir gruptaki öğrencilerin ders notları ve ön-test puanları açısından çok yüksek puan alan öğrencilerin bir grupta toplanmadığı görülmüştür. Erkek öğrencilerin sayıca az olmasından dolayı gruplara öğretmen ve araştırmacı tarafından dağıtılmak istenmesine karşın 3 erkek öğrenci tek grup olarak kalmıştır. Diğer erkek öğrenciler gruplara birer birer kendi isteklerine göre dağılmıştır.

Deney grubundaki öğrencilere araştırma süresince giriş etkinliği haricinde 9 STEM etkinliği 10 hafta süresince uygulanmıştır. Etkinlikler tamamlandıktan sonra deney ve kontrol grubuna son-testler uygulanmıştır. Son-test uygulamalarından sonra öğrencilerle kendi grup arkadaşlarıyla birlikte 1. Odak görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu odak grup görüşmelerinden sonra öğrencilere ilk odak görüşmelerinde zamanın azlığından ve öğrencileri sıkılmadan cevaplamaları için sorulmayan sorular sorularak ikinci odak grup görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle 2. odak görüşmeleri yaz tatilinden sonraki ilk güz dönemi başlangıcında öğrencilerle gerçekleştirilmiştir.

Deney grubundaki uygulamada öğrencilere 9 etkinlik uygulanmış ve bu etkinliklerin 7 tanesi sınıf içinde gerçekleştirilirken su roketi, güneş enerjisiyle çalışan araba ve güneş fırını sınıf içinde tasarlanarak uygulaması sınıf dışında gerçekleştirilmiş etkinliklerdir. STEM etkinlikleri araştırmacı tarafından literatürde ve NASA STEM etkinleri arasında var olan çalışmanın amacına uygun etkinlikler seçilmesi ve mühendislik tasarım süreci basamakları temel alınarak geliştirilmesiyle oluşturulmuştur. Etkinliklerin hem öğrenci hem de öğretim programına uygun olmasına dikkat edilmiştir. Hazırlanan ders planları ve etkinlik kâğıtlarına pilot çalışma sonrası öğretmen ve uzman araştırmacıların görüşlerine göre son şekli verilmiş ve sonra araştırma için uygulanmıştır. Ders planları ve etkinlik kâğıtlarından oluşan hazırlıklar çerçevesinde öğrenciler ile 10 hafta

süresince 9 STEM etkinliği gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler her hafta 2 saat olan teknoloji ve tasarım dersinde ağırlıklı olarak 2 ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Kısa süren etkinlik haftalarında ve öğrencilerin ön hazırlık yaparak geldikleri etkinlik haftalarında öğrenciler ders kitabındaki teorik konular hakkında öğretmen tarafından düz anlatım yapılarak bilgilendirilmiştir. Öğrencilerin sınav haftası ve dönem sonu ödevlerini sundukları haftalarda etkinlik yapılmamış geçmiş haftalardaki etkinlikler ve gelecek haftanın etkinliği hakkında öğrencilerle tartışmalar gerçekleştirilmiştir.

Etkinlikler mühendislik tasarım süreci baz alınarak öğrencilerin bir mühendislik tasarımı gerçekleştirmelerine dayanmaktadır. Öğrencilere etkinliklerde günlük hayattan bir problem durumu verilerek buna yönelik veya bir bağlam verilerek bu bağlamda ilk hafta öğrencilere öğretilen mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir tasarım yapmaları beklenmektedir. Bu mühendislik tasarım süreci problemin ya da ihtiyacın belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi, en uygun çözümün belirlenmesi, prototipin yapılması ve test etme, iletişim basamaklarından oluşmaktadır. Problemin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden gerçekleştirecekleri tasarımın kriterlerini belirlemesi, kısıtlamalarını belirlemesi ve sorular sorarak tasarım hakkında araştırma yapması beklenmektedir. Olası çözüm önerileri aşamasında öğrencilerin beyin fırtınası yaparak olası çözüm önerileri getirmesi, bu önerilere yönelik araştırma yapması, taslak raporlar hazırlaması ve prototipler çizmesi, grup çalışması yapmaları ve deneysel verileri kullanması beklenmektedir. En uygun çözümün belirlenmesi aşamasında öğrencilerden uygun kararı vermek için çaba göstermeleri, analiz yapmaları, en iyi çözüm için gerekçeler sunması, kar zarar tablosu gibi çalışmalar yaparak en uygun çözümü seçmeleri ve karar vermeleri beklenmektedir. Prototipin yapılması ve test etme aşamasında öğrencilerden prototip yapmaları, uygun testler gerçekleştirerek prototipi denemeleri, bunun için uygun testleri seçmeleri, test sonuçlarına uygun olarak değerlendirmeler yapmaları, iyileştirmeler ve tekrar tasarımlar ile tasarımın son şeklini vermeleri beklenmektedir. Son olarak ise iletişim basamağında öğrencilerin çözümü ve tasarımı sunmaları, eksik ve artılarını belirtmeleri ve eğer iyileştirme gerekiyorsa tasarım için bunları kabullenmesi beklenmektedir. İletişim aşamasında öğrencilerin tasarımları için argümanlarını savunabilmesi beklenmektedir. Ayrıca etkinlikler süresince öğrencilerin bilimsel yöntemi kullanarak bilimsel süreç becerilerini geliştirmeleri beklenmektedir. Öğrencilerin

grup çalışması performansları ve tasarımları gözlem rubriği kullanılarak etkinlikler süresince puanlanmış ve alan notlarıyla takip edilmiştir.

Kontrol grubundaki öğrencilere tasarım yaptırmak yerine var olan tasarımların farkına varmaları için ders anlatımı ve sanatsal tasarımlar hakkında bilgi verildiği görülmüştür. Öğrencilerin tasarım olarak dönem sonunda proje ödevi şeklinde kendi belirledikleri bir günlük probleme yönelik veya günlük hayatı kolaylaştıran bir özgün tasarım yapmaları için ödev verilmiştir. Öğrenciler bu ödevlerini sınıfta kısa sunumlar yaparak dönem notu aldıkları görülmüştür. Teknolojiyi sadece öğrencilerin araştırma yapmak için kullandıkları, tasarım sürecinde kullanmadıkları görülmüştür. Matematik ve fen bilimleri derslerinde öğrendiklerini tasarımlarında kullanmadıkları daha çok sanatsal tasarımlar geliştirdikleri görülmüştür. Kontrol grubunda deney grubundaki gibi mühendislik tasarım sürecini öğrenmedikleri ve tasarımlarında bunu kullanmadıkları belirlenmiştir.

Deney ve kontrol grubunda yer alan iki şubeye de aynı fen bilimleri öğretmeni ders vermektedir. Aynı şekilde matematik dersi de iki şubede aynı öğretmen tarafından yürütülmektedir. Fen bilimleri dersi haftada 4 saat olarak matematik dersleri ise haftada 5 saat olarak uygulanmaktadır. Deney ve kontrol grubundaki fen bilimleri ve matematik dersleri uygulama süresince gözlenmeye çalışılmıştır. Gözlem yapılan matematik derslerinde fen bilimleri dersiyle benzer yöntem ve teknikler kullanılmıştır. Ancak bu yöntem ve tekniklerin çeşitlilik göstermediği gözlenmiştir. Her iki öğretmen tarafından düz anlatım yöntemi ders işleyişinde ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Öğretmen matematik dersinde problem çözerken gösteri yöntemini kullanırken fen dersinde de benzer şekilde gösteri deneyi yaptırmıştır. Soru-cevap yöntemi her iki derste kullanılan bir başka yöntemdir. Düz anlatım kullanarak sunuş yoluyla öğretim yapan fen bilimleri ve matematik öğretmenin gösteri ve soru cevap tekniğini kullandıkları gözlenmiştir.

3.6. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

İç içe desende nicel ve nitel veriler eş zamanlı olarak deneysel uygulama sürecindeki gözlemler ile ön test ve son testlerden toplanmıştır. Nitel veri olarak görüşme verileri deneysel desenden sonra sıralı olarak toplanmıştır. Bu çalışmada nitel veriler nicel veriler ile iç içedir. Çünkü deneysel desen müdahale çalışmasına

gözlem çalışması yerleştirilmiştir. Bu nedenle veri analizi basamakları, araştırmada gömülü verilerin iç içe ve sıralı olarak analiz edilmesine dayanmaktadır. Verilerin analizinde üç ana basamak kullanılmıştır; birincil verilerin analizi (nicel), ikincil verilerin analizi (nitel) ve ikincil verilerin birincil verileri nasıl ve hangi şekilde desteklediğini ve genişlettiğini belirlemek için karma yöntem analizi yapılmıştır. Bu desende analiz yapılırken öncelikle nicel ve nitel veriler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Daha sonra yapılan nitel verilerin nicel veriler ile nasıl bütünleşeceğine karar verilmesi desenin en önemli analiz basamağıdır.

Nicel ve nitel verilerin ilişkilendirilmesi için bulgular bölümünde, birleştirme basamağında veriler yan yana özet tablosu oluşturularak karşılaştırma ve verilerin birbirini nasıl tamamladığı özetlenerek verilmiştir. Bu karşılaştırma nitel veriler ve nicel verilerin birbirini nasıl doğruladığına veya nasıl çürüttüğüne ilişkin verileri birleştirerek bulguların özetlenmesiyle karma yöntem sorusuna cevap verilmesi amaçlanmıştır.

3.6.1. Nicel Verilerin Analizi

Bu çalışma kapsamında, STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine (1. alt problem), fen başarılarına (2. alt problem), fen kariyer ilgilerine (3. alt problem), öğrenme stratejilerine (4. alt problem) ve öğrenme motivasyonlarına (5. alt problem) etkisini incelemek için nicel veriler ve bu verilerin analizi kullanılmıştır. Bu nedenle Kariyer İlgi Ölçeği, Öğrenme Stratejileri ve Motivasyon Ölçeği, Fen Başarı Testi ile Bilimsel Süreç Berileri Testi aracılığıyla toplanan sayısal puanların kolmogrov-Simirnov uyum iyilik testi ile normallik analizi yapılmıştır. Ayrıca, çarpıklık basıklık değerleri kontrol edilmiştir. Nicel verilerin analizinde SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 22 programı kullanılmıştır. Normallik analizi sonucunda verilerin normal dağıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle nicel veri analizinde parametrik istatistiklerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön-testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olup olmadığını incelemek için bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. Öğrencilerin ölçeklerden ve testlerden elde ettikleri nicel verilerin analizinde ön-test puanları kontrol edildiğinde son testleri arasında istatistiksel olarak

anamlı farkın olup olmadığını belirlemek için kovaryans analizi yapılmıştır. Kovaryans analizini gerçekleştirmek için varsayımları kontrol edilmiştir. Araştırma öncesinde deney ve kontrol grupları arasındaki farklılığın ve iç geçerlik tehditlerinden ön testin etkisinin yok edilmesi amacıyla grupların ölçeklerden ve testlerden aldıkları ön test puanları kovaryant olarak belirlenip analize dâhil edilmiştir. Bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etki gücünü belirlemek için eta-kare (etki büyüklüğü) katsayısı kullanılmıştır. Bu katsayı 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır (Büyüköztürk, Çokluk, & Köklü, 2012).

3.6.2. Nitel Verilerin Analizi

Bu araştırmada nitel verilerin analizinde içerik analizi ve betimsel analiz türleri birlikte kullanılmıştır. İçerik analizi, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmayı, verilerin içinde saklı olabilecek gerçekleri ortaya çıkarmayı amaçlar (Yıldırım ve Şimşek, 2005). İçerik analizinde araştırmacı tarafından ya da ilgili kuramsal çerçeve doğrultusunda veri analizinden önce belirlenen, analiz esnasında verilerden çıkarılan ya da belli kodlara analiz sürecinde yeni kodların eklenebildiği bir kodlama süreciyle ortaya çıkan kodlar ve bu kodlar arası ilişkiler (tema) ile verilerin altında yatan olgu ya da kuram açıklanmaya çalışılır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Betimsel analiz, elde edilen verilerin daha önceden belirlenen temalara göre özetlenerek yorumlandığı, elde edilen verileri düzenleyerek ve yorumlayarak okuyucuya sunmayı amaçlayan bir nitel veri analizi türüdür (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Betimsel analizde, görüşülen ya da gözlenen bireylerin görüşlerini çarpıcı olarak yansıtmak için sık sık doğrudan alıntılara yer verilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Araştırmada görüşme ve gözlem ile elde edilen nitel verilerin analizi araştırmacı tarafından oluşturulan veri analiz planı doğrultusunda incelenmiştir. Görüşme kayıtları, bilgisayar ortamında yazıya aktarılmış, içerik analizi ve betimsel analiz teknikleri bir arada kullanılarak analiz edilmiştir. Ürün ve performans rubriği ile elde edilen veriler de görüşmeler ile elde edilen verilere benzer şekilde bilgisayar ortamında yazıya aktarılarak, betimsel analiz tekniği ve Microsoft Word ile Excel programları aracılığıyla analiz edilmiştir. Gözlem verileri için kullanılan kategorilere uygun olarak gözlem esnasında öğrencilerin grup çalışmalarında gösterdikleri davranışlar ve özel ifadeler alan notu olarak kaydedilmiştir. Bu

kayıtlar betimsel analize uygun olarak önceden var olan rubrik kategorilerinin altında gözlem verilerini desteklemek için alıntı olarak verilmiştir.

Betimsel analiz ve içerik analizinin bir arada yapıldığı yarı yapılandırılmış odak grup görüşmeler ile elde edilen veri setinin analizinde içerik analizi tekniğinden faydalanarak kodlama yapılmıştır. Kodlar da kendi içerisinde birleştirilerek, temalar oluşturulmuş ve bu temalar isimlendirilmiştir. Kodların ve temaların oluşturulmasında araştırmının kavramsal çerçevesinden yola çıkılmıştır. Temaların oluşturulmasında, analiz birimi olan her öğrencinin verileri sürekli karşılaştırma tekniği kullanılarak analiz edilmiş ve temalar isimlendirilerek farklı temalar arasındaki ilişki yapıları anlaşılmasına çalışılmıştır. Veri setinin kodlanması ve temaların oluşturulması için veriler araştırmacı tarafından 3 kez farklı zamanlarda okunmuş ve kodlamalar incelenmiştir.

Araştırmının her bir veri toplama aracı ile elde edilen veri setinin analizinin güvenilirliğini belirlemek amacıyla başka araştırmacılar tarafından da araştırmının betimsel çerçevesi doğrultusunda değerlendirilmesi sağlanmıştır. Öğrenciler ile gerçekleştirilen 8 odak grup görüşmesinden elde edilen 12 punto ve tek satır aralığındaki verilerin tamamı araştırmacı dışında bir eğitim uzmanı tarafından, araştırmacı tarafından oluşturulan verileri kodlamıştır. Araştırmacı dışındaki eğitimi uzmanını kodlarının tutarlığı “Görüş Birliği” ya da “Görüş Ayrılığı” şeklinde işaretlemeler yapılarak belirlenmiştir. Araştırmacıların aynı kodları kullanmaları görüş birliği, farklı kodları kullanmaları görüş ayrılığı olarak kabul edilmiştir. İki araştırmacı tarafından da çelişkiye düşülen kodlamalarda başka bir uzmanın da görüşü alınarak kodlama son haline getirilmiştir. Veri analizinin güvenilirliği Miles ve Huberman (1994) önerilen aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

Veri analizinin güvenilirliği=[Görüş birliği / (görüş birliği +Görüş ayrılığı)]x100

Veri analizinin güvenilirliği için araştırmacı dışında kodlama yapan araştırmacının araştırmacıyla görüş birliği ve görüş ayrılığı durumlar belirlenerek güvenilirlik değeri %81 olarak hesaplanmıştır.

3.7. Araştırmanın Geçerliği

Karma yöntem çalışmalarında hem nicel hem de nitel veri kullanıldığı için geçerliğin sağlanması için veri türlerinin kendi içlerinde nicel verinin geçerliği ve nitel verinin tutarlılığı önemlidir (Creswell & Plano-Clark, 2014). Bu nedenle karma yöntem çalışmalarında farklı türdeki veri türlerinin birleştirilmesi gerektiğinden karma yöntem için verileri birleştirirken ortaya çıkabilecek olası geçerlik tehditleri veri toplama, verilerin analizi ve bulguların yorumlanması aşamaları için ayrı ayrı ele alınmıştır.

Verilerin toplanmasına ilişkin, verileri karşılaştırabilmek için aynı evrenden nicel ve nitel örneklem oluşturulmuştur. Aynı örneklemden deneysel grubun tamamı nitel örnekleme katılmıştır. Nicel verilerin toplanması aşamasında ağırlıklı olarak nitel veri toplanmamış ve deneysel müdahale sürecinde nitel veriler rubrik aracılığıyla toplanmıştır. Nitel araştırmasını derinleştirmek için öğrencilerle odak grup görüşmeleri deneysel müdahale tamamlandıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Hem nicel hem de nitel veriler aynı araştırma sorusuna cevap vermeye de birbirini tamamlayacak ve karşılaştırma yapmaya yarayacak türde verilere nitel veri toplama sürecinde dikkat edilmiştir. Deneysel müdahalenin bitmesiyle nicel verilerin analizi, devam eden nitel veri toplama sürecinde dikkate alınmıştır. Nicel bulguları doğrulayıcı sorulara odak grup görüşmelerinde yer verilmiştir.

Verilerin analizine ilişkin nicel sınıflamalı veriler ile nitel temaların yer aldığı ortak bir gösterim yoluna gidilmiştir. İstatistiksel bulgular ile ilişkili alıntılar yapılarak nitel ve nicel bulgular birleştirilmiştir. Nitel verileri nicel veriler ile ilişkilendirebilmek için nitel veriler toplanırken ve analiz edilirken nitel verilerin nicelleştirilmesi yolu veriyi dönüştürme yolu olarak seçilmiştir. Rubrik puanları ve süreçte toplanan özel alıntılara ve notlara yer verilmiştir.

Yorumlamaya ilişkin, deneysel müdahale esnasında süreci değerlendirmek için rubrik aracılığıyla toplanan ve odak grup görüşmelerinde öğrencilerin süreçle ilgili görüşleri, nicel verilerin yorumlanmasında tekrar analiz edilerek nitel ve nicel veriler bütünleştirilmiştir. Bu sayede verilerin tekrar yorumlanması ve sürecin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Yorumlama aşamasında nicel bulgular ve araştırma soruları, daha sonra nitel bulgular ve araştırma soruları ve en sonunda karma nicel ve nitelin bütünleştirildiği bulgular ve araştırma soruları ele alınmıştır.

Verilerin yorumlanmasında bütünleştirilen verilerde ortak bir gösterim sağlanmaya çalışılmış ve veri türlerinin araştırma sonuçlarının hangi yönlerini açıklama da daha başarılı olduğu tartışılmıştır. Verilerin yorumlanmasında sosyal bilimlerdeki bakış açısı ile nitel veriler yorumlanarak nicel veriler ile bütünleştirilmiştir. Nicel bulgular grup çalışmalarındaki süreç ve performans bulgularıyla bütünleştirilerek tekrar yorumlanmıştır.

Nitel araştırmalarda, nicel araştırmalardaki geçerlik (validity) ve güvenilirlik (reliability) kavramlarından ziyade sürecin tamamında güvenilir olmayı ve araştırmanın etik yürütülmesini ifade eden “trustworthiness” kavramı ile karşılaşılır (Merriam, 2013). Nitel araştırmaların niteliği için güvenilir olma (credibility), aktarılabilirlik (transferability), tutarlılık (dependability/consistency) genel ölçütlerdir (Akt., Merriam, 2013, Lincoln ve Guba, 1985). Araştırmanın niteliğine yönelik söz konusu ölçütleri nicel araştırmadaki geçerlik ve güvenilirlik kavramları ile ilişkilendirerek açıklayan Merriam’ın (2013) yaptığı sınıflama esas alınarak bu araştırmada iç geçerlik (ya da güvenilir olma), dış geçerlik (ya da aktarılabilirlik) ve güvenilirliğe (ya da tutarlık) yönelik neler yapıldığı ilgili başlıklar altında verilmiştir.

3.7.1. İç Geçerlik (ya da Güvenilir Olma)

İç geçerlik araştırma sorularına ilişkin bulguların gerçeğe uygunluğu olarak tanımlanabilir (Merriam, 2013, Yıldırım ve Şimşek, 2008). İç geçerlik konusunda araştırmacıdan gerek veri toplama, gerek verilerin analizi ve yorumlanması süreçlerinde tutarlı olması ve bu tutarlılığı sağlamak için neler yaptığını açıklaması beklenir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Araştırmanın iç geçerliğini sorgulamak için Merriam (2013) tarafından birkaç soru önerilmiştir.

Bulguların gerçekle uyumu nasıldır?

Bulgular gerçeği yansıtıyor mu?

Araştırmalar gözlem ya da ölçmelerin amaca hizmet ettiğini düşünüyor mu?

Yukarıda ifade edilen soruların iç geçerliği genel hatlarıyla ifade ettiği söylenebilir. Çeşitli araştırmacılar, iç geçerliğin sağlanması için çoğunlukla

çeşitleme (Triangulation), katılımcı geçerliği, bağlantılı veri toplama, yeterli zamana dikkat çekmektedir (Merriam, 2013; Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Bu araştırmada iç geçerliği sağlamak için veri toplama (gözlem ve görüşme analizi) ve analiz yöntemlerinde (betimsel analiz ve içerik analizi) çeşitlilik sağlanmaya çalışılmıştır. Uygulama sürecine araştırmacının dışında bir araştırmacının daha katılması ve verilerin analizinin araştırmacı dışında 1 uzman tarafından kontrol edilmesi de iç geçerliği sağlamak için yapılan işlemlerdendir. Araştırmanın uygulanması sürecinin ve ortamın ayrıntılı açıklanması, verilerin toplandığı ortam ile sonuçların elde edildiği yapının tutarlı şekilde anlatılması, verilerin nesnel şekilde toplanması ve yorumlanması ile iç geçerlik desteklenmektedir. Birden çok veri türünün birden fazla araştırmacı ile analiz edilmesi, veri toplamada birden fazla araç kullanılarak (görüşme ve gözlem) veri çeşitlemesi yapılması iç geçerliğin sağlanması için alınan önlemlerdir. Bu çalışmada tutarlılığı sağlamak için araştırmacı uygulama alanında ortamın özelliklerini anlamaya yönelik alanda uzun süre kalmıştır. Uygulama sınıflarında öğrencilerle diyaloglar kurmuş, ortamın özelliklerini gözlemlemiş ve çalışmanın tutarlılığı için güven ortamı sağlamıştır. Uygulama süresince araştırmacı bir dönem boyunca haftada iki gün iki ders saati alanda çalışmalar ve incelemeler yapmıştır.

Araştırmanın nicel boyutu için iç geçerliği tehdit eden faktörler deneklerin özellikleri, denek kaybı, ortam, veri toplama aracının etkisi, toplanan verinin özellikleri, ön test etkisi, olgunlaşma olarak sıralayabiliriz (Fraenkel ve diğerleri, 2002). Nicel boyut için iç geçerliğe yönelik bu tehditlerin üstesinden gelmek için bazı önlemler alınmıştır. Çalışma grupları belirlenirken benzer yaş, akademik başarı, cinsiyet dağılımı olarak yakın olmalarına dikkat edilmiştir. Görüşme ve gözlemler yapılırken denek kaybı olmaması için birden çok grupta gözlem ve görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca, gözlemler esnasında grup çalışmalarının gözlenmesinde grup ve denek kaybına yönelik gruplarda öğrenci sayılarının ikiden fazla olmasına dikkat edilmiştir. Kontrol ve deney grubunda fen, matematik ve teknoloji tasarım dersleri aynı öğretmen eşliğinde benzer şekilde işlenmiş sadece deneysel uygulama deney grubunda uygulanmıştır. Bu nedenle diğer değişkenler açısından gruplara aynı ders içeriklerinin benzer ortamlarda öğretildiği söylenebilir. Ön test ve son testte aynı testler eşit süreler verilerek kontrol ve deney grubuna uygulanmıştır. Pilot çalışmada öğrencilerin cevaplama süresi ile

aynı sürede deney ve kontrol grubuna testler uygulanmıştır. Fen başarı testi ve bilimsel süreç becerileri testi için cevaplama anahtarı kullanılmıştır. Bu şekilde nesnel değerlendirme yapılarak öğrencilerin fen başarıları ve bilimsel süreç becerileri değerlendirilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilere aynı şekilde testler aynı açıklamalar yapılarak uygulanmıştır. Ön testler ve son testler arasında uygulama süresi olarak 10 hafta geçmiştir. Bu nedenle öğrencilerin son testlerindeki anlamlı değişikliklerin uygulama süresi düşünüldüğünde olgunlaşma etkisi ile olmadığı düşünülmektedir. Uygulama süresince her iki grupta da aynı öğretmenler ve araştırmacı eşliğinde dersler gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı ve öğretmen, öğrenciler tarafından bu dersin yürütücüsü olarak algılanmıştır. Her iki grupta da öğrencilerin aktif olduğu, araştırmacının ve öğretmenin daha çok rehber rolünde olduğu ders uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı çalışma gerçekleştirilmeden tüm ölçek ve testler ile uygulama sürecinin tamamını asıl uygulama sürecine 7. Sınıf seviyesinde benzer sınıf ortamında pilot çalışma olarak gerçekleştirmiştir. Pilot uygulama sosyo-ekonomik açıdan ve öğrenci başarıları açısından aynı bölgedeki benzer özellikleri taşıyan bir okulda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ölçme araçları da aynı bölgedeki benzer okullarda pilot çalışma için uygulanmıştır. Pilot uygulamalar fiziki imkanları, öğretmen ve öğrenci sayıları, öğrenci başarıları asıl uygulama okulu ile benzer olan aynı bölgedeki okullarda gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamada olduğu gibi çalışmanın asıl uygulaması ve testlerin uygulanmasını kendisi gerçekleştirmiştir.

3.7.2. Dış Geçerlik (ya da Aktarılabirlik)

Dış geçerlik bir duruma yönelik ortaya konulan araştırma bulgularının diğer durumlara da uygulanabilirliği olarak tanımlanmaktadır (Merriam, 2013; Patton, 2002). Başka bir ifadeyle araştırma sonuçlarının genellenebilirliğidir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Nicel araştırmaların doğasına uygun olan genellenebilirlik, nitel araştırmalarda sosyal olayların içinde bulunulan ortama göre değişeceği varsayımından hareketle hiçbir araştırmanın sonuçlarının doğrudan genellenemeyeceği biçiminde yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Ancak Merriam (2013) tarafından aktarılan Lincoln'un nitel araştırmalar için "aktarılabirlik" olarak ifade ettiği kavram, "genellenebilirlik"ten yumuşatılmış olarak düşünülebilir. Yıldırım ve Şimşek (2008) de nitel araştırma sonuçlarının bir dereceye kadar genellenebileceğini vurgulamaktadır. Merriam (2013) nitel

araştırmalarda dış geçerliğin sağlanabilmesi için maksimum çeşitlilik örnekleme ve zengin ve sık betimlemeler yapmayı önermektedir.

Bu araştırmanın nitel boyutu için dış geçerlik kanıtlarından biri araştırmanın çalışma grubunun maksimum çeşitlilik örnekleme seçme yöntemiyle seçilmiş olması ve katılımcıların özelliklerinin detaylıca sunulmuş olmasıdır. Ayrıca, araştırma süresince gerçekleştirilen tüm işlem adımlarının detaylıca sunulmuş olması da araştırmanın dış geçerlik kanıtlarından biridir.

Araştırmanın nicel boyutu için dış geçerliğe tehdit olabilecek durumlar örnekleme etkisi, beklentilerin etkisi ve ön test-deneysel değişken etkileşim etkisi olarak tanımlanmaktadır (Fraenkel ve diğerleri, 2002). Bu araştırmada nicel boyutun dış geçerlik tehditlerine yönelik örnekleme büyüklüğü ve grup sayılarına göre sonuçlar için etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Örnekleme seçilirken öğrenci gruplarının denk ve bağımsız şekilde seçilmesine dikkat edilmiştir.

3.8. Araştırmanın Güvenirliği (ya da Tutarlık)

Güvenirlik, araştırma aynı ya da farklı bir araştırmacı tarafından tekrar edildiğinde aynı sonuçların elde edilebilirliğidir (Merriam, 2013). Ancak insan davranışı asla durağan olmadığı için güvenilirlik sosyal bilimler için problem teşkil etmektedir (Merriam, 2013, Yıldırım ve Şimşek, 2005). Nitekim hem araştırmaya dahil olan grubun verdiği tepkiler hem de araştırmacının olayları algılama ve yorumlama biçimi farklılık gösterecektir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Nitel araştırmalarda geçerliğe benzer şekilde güvenirliğin ortaya konulması için sürecin detaylıca anlatılması önerilmektedir.

Bu araştırmada geçerliğin sağlanması için gerçekleştirilen bazı işlemler araştırmanın güvenirliği için de kanıt olmuştur. Araştırmanın çalışma grubunun nasıl belirlendiğini ve ne gibi özelliklere sahip olduklarının açıkça ifade edilmiş olması, araştırmanın yönteminin detaylıca açıklanması, araştırma sorularına cevap aramak için birden fazla veri toplama ve analiz tekniklerinin bir arada kullanılması ve bunların neler olduğunun açıkça ifade edilmesi, toplanan verilerin betimsel analizle doğrudan verilmesi, araştırmanın uygulama ve veri analizi sürecine birden fazla araştırmacının dahil olması, veri analizinin araştırmacı tarafından sürekli geriye dönük karşılaştırmalar ile çeşitli zamanlarda yapılmış olması araştırmanın

güvenirlik kanıtları olarak ifade edilebilir. Araştırmanın nicel boyutu için ölçme araçları için Cronbach alpha güvenirlik katsayıları hesaplanmıştır.



4. BULGULAR

Bu bölümde elde edilen nicel ve nitel bulgular sunulmuştur. Ek olarak nitel ve nicel bulgular birleştirilerek karma bulgular verilmiştir.

Araştırma kapsamında elde edilen nicel verilerin analizine yönelik öncelikle normallik testleri yapılmıştır. Normallik testlerinden sonra parametrik testlerin kullanılmasına uygun olan veriler için ANCOVA yapılacağı için bu testin varsayımlarının karşılanıp karşılanmadığını belirlemek için testler yapılmıştır.

Araştırmanın alt problemlerine cevap aramadan önce, tüm ölçeklerden elde edilen puanlar ile ilgili hem ön test hem de son test verileri incelenmiş ve kayıp veri olup olmadığına bakılmıştır. Kayıp verilerin olmadığı bulunmuştur. Tüm ölçme araları ile elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla basıklık-çarpıklık katsayılarına, histogram grafiklerine ve Shapiro-Wilks testi ile gerçekleştirilen normallik analiz sonuçlarına bakılmıştır. Tüm analizlere başlamadan önce tüm alt boyutların normalliği sağlayıp sağlamadığına bakılmıştır. Deney grubunda 2, kontrol grubunda 3 kişinin verilerinin uç değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Normalliği sağlamak için bu kişilerin verileri analizden çıkarılarak normallik analizine devam edilmiştir. Tüm ölçme araçlarından toplanan verilerin alt boyutlarına ait ön test ve son test puanlarının deney ve kontrol grubu için ayrı şekilde analiz sonuçları EK-3’de verilmiştir.

Ek 3’deki çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde, fen başarı testi, bilimsel süreç becerileri testi, STEM kariyer ilgi ölçeğinin tüm alt boyutları, STEM motivasyon ölçeğinin tüm alt boyutları ve öğrenme stratejilerinin tüm alt boyutlarında ön testte ve son testte puanların deney ve kontrol grubu için çarpıklık ve basıklık değerlerinin normal dağılım sınırları (+2, -2) arasında kaldığı görülmektedir. Verilerin dağılımına yönelik daha fazla kanıt sunmak için normallik testleri ve histogram grafikleri incelenmiştir.

Normallik testi için, her iki gruptaki katılımcı sayısı 50’den az olduğundan Shapiro-Wilks testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2009). Bu testten elde edilen p değeri .05’ten büyük çıkarsa puanların normal dağılıma uygun olduğu anlaşılır (Büyüköztürk, 2009:42). Ek 3’ de görüldüğü gibi gerek ön test gerekse son test puanları için elde edilen p değerleri .05’ten büyüktür. Bu da anlamlılık düzeyinde

puanların normal dağılıma uygun olduğu söylenebilir (Büyüköztürk, 2009). Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler için tüm ölçeklerden ve testlerden aldıkları puanların normal dağıldığı görülmüştür. Araştırmada deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön test puanları ile çalışmanın sonunda öğrencilerin son test puanları arasındaki anlamlı farklılığın açıklanmasında etki edebileceği düşünülerek alt boyutların değerlendirilmesinde ön test puanları kovariate edilerek ANCOVA analizi ile BSB, Fen Başarı, STEM kariyer ilgi, STEM güdülenme ve öğrenme stratejileri son test puanlarının arasında anlamlı farkın olup olmadığına bakılmıştır.

ANCOVA Testi Varsayımları

Uçdeğerler analize başlamadan önce çıkarılmıştır. Ön test ve son test tüm puanların güvenilirliği kontrol edilmiştir. Tüm ön test ve son test puanlarına yönelik normallik sonuçları Ek 3’de verilmiştir. Bağımlı değişken ve kovaryateler arasında lineer bir ilişki olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu ilişkiye ait saçılım grafikleri alt boyut için ayrı ayrı olarak incelenmiş ve lineer bir ilişki olduğu bulunmuştur. Varyansların homojenliği için Levene testi yapılmıştır ve her alt boyuta ait başlıklar altında verilmiştir. Ayrıca gruplar-ıçi regresyon eğilimlerinin homojenliği kontrol edilmiştir ve sonuçlar Çizelge 4.1. verilmiştir. ANCOVA testinin tüm alt boyutlar için varsayımları sağladığı bulunmuştur ve analiz gerçekleştirilmiştir. ANCOVA analiz sonuçları aşağıda başlıklar altında rapor edilmiştir.

Çizelge 4.1. Grup-ıçi Regresyon eğilimlerinin homojenliği varsayımı sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p
Grup*önBSB	28.789	1	28.789	2.319	.136
Grup*önFen Başarı	6.411	1	6.411	.611	.439
Grup*önkFen	.281	1	.281	.012	.915
Grup*önkMatematik	72.045	1	72.045	2.461	.125
Grup*önkTeknoloji	98.302	1	98.302	2.982	.092
Grup*önkMühendislik	131.715	1	131.715	3.442	.071
Grup*öneleştirel	1.643	1	1.643	.158	.693
Grup*önAkranişbirliği	34.319	1	34.319	2.908	.096
Grup*önMetabilişsel	35.532	1	35.532	.648	.426
Grup*önKontrol	18.676	1	18.676	1.293	.262
Grup*öniçsel	.744	1	.744	.059	.809
Grup*öngörev	58.198	1	58.198	1.755	.193
Grup*öndışsal	11.313	1	11.313	.786	.381
Grup*önyeterlilik	3.159	1	3.159	.065	.800
Grup*önsınavkaygısı	.006	1	.006	.000	.987

Yukarıdaki çizelge 4.1. incelendiğinde p anlamlılık değerinin tüm alt boyutlar için anlamlı olmadığı görülmüştür ($p > .05$). Bu nedenle gruplar-İçi regresyon eğilimlerinin homojenliği varsayımı sağlanarak ANCOVA analizleri gerçekleştirilmiştir.

4.1. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri Üzerindeki Etkisine ilişkin Bulgular

STEM etkinliklerinin uygulandığı ortaokul 7. sınıf öğrencilerinden oluşan deney grubu ile kontrol grubunun bilimsel süreç becerileri testi ön test puanları kontrol edildiğinde, son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.2. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
BSB testi	1.378	1	42	.247

Çizelge 4.3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BSB puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	22.961	.764
Kontrol	22	13.948	.764

Çizelge 4.4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BSB son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
önbsb	24.385	1	24.385	1.903	.175	.044
grup	889.178	1	889.178	69.383	.000	.629
Error	525.433	41	12.815			
Total	16408.000	44				

a. R Squared = .631 (Adjusted R Squared = .613)

Çizelge 4.4. 'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre bilimsel süreç becerileri düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir [$F(1,41)= 69,383$; $p=.000$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=22.961$; $X_{\text{kontrol}}=13.948$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Çizelge 4.3.). Yapılan etkinliklerin etki gücü 0.629 (eta-kare cinsinden) bulunmuştur. Bu değer, orta etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1998).

4.2. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Fen Başarıları Üzerindeki Etkisine ilişkin Bulgular

STEM etkinliklerinin uygulandığı ortaokul 7. sınıf öğrencilerinden oluşan deney grubu ile kontrol grubunun fen bilimleri dersine ilişkin akademik başarı ön test puanları kontrol edildiğinde, son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.5.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.5. Varyansların Homojenliği için Levene Testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Fen Başarı testi	.432	1	42	.514

Çizelge 4.6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen Başarı puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	14.744	.689
Kontrol	22	12.802	.689

Çizelge 4.7. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen Başarı son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Önfen	94.313	1	94.313	9.078	.004	.181
Grup	41.042	1	41.042	3.950	.054	.088
Error	425.959	41	10.389			
Total	8896.000	44				

a. R Squared = .225 (Adjusted R Squared = .187)

Çizelge 4.7. 'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre fen başarı düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir [$F(1,41)= 3.950$; $p=.054$]. Deney grubunun ortalama puanının kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaşmadığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=14.744$; $X_{\text{kontrol}}=12.802$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin fen başarı son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır (Çizelge 4.6.).

4.3. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin STEM Kariyer İlgileri Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular

4.3.1. Fene Yönelik Kariyer İlgi Sonuçları

STEM etkinliklerinin uygulandığı ortaokul 7. sınıf öğrencilerinden oluşan deney grubu ile kontrol grubunun fen alanına yönelik kariyer ilgi ön test puanları kontrol edildiğinde, son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.8.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olmadığı görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmamıştır.

Çizelge 4.8. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Fen Kariyer testi	5.587	1	42	.023

Çizelge 4.9. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen Kariyer son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	49.916	1.043
Kontrol	22	40.812	1.043

Çizelge 4.10. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Fen kariyer son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	P	Partial Eta Squared
Önkfen	135.488	1	135.488	5.751	.021	.123
Grup	883.864	1	883.864	37.519	.000	.478
Error	965.876	41	23.558			
Total	92688.000	44				

A. R Squared = .549 (Adjusted R Squared = .527)

Çizelge 4.10. ‘deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre fene yönelik kariyer ilgi son-test puanlarına düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir [$F(1,41)= 37.519$; $p=.000$]. Deney grubunun ortalama puanının kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=49.916$; $X_{\text{kontrol}}=40.812$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin fen başarı son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Çizelge 4.9.). Yapılan etkinliklerin etki gücü 0.478 (eta-kare cinsinden) bulunmuştur. Bu değer, orta etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1998).

4.3.2. Matematığe Yönelik Kariyer ilgi Sonuçları

STEM etkinliklerinin uygulandığı ortaokul 7. sınıf öğrencilerinden oluşan deney grubu ile kontrol grubunun matematik alanına yönelik kariyer ilgi ön test puanları kontrol edildiğinde, son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı. Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.11’de gösterilmiştir.

Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.11. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Matematik Kariyer testi	3.099	1	42	.086

Çizelge 4.12. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Matematik Kariyer son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	47.651	1.174
Kontrol	22	34.758	1.174

Çizelge 4.13. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Matematik kariyer son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Önkmath	364.165	1	364.165	12.012	.001	.227
Grup	1828.169	1	1828.169	60.303	.000	.595
Error	1242.972	41	30.316			
Total	78157.000	44				

a. R Squared = .640 (Adjusted R Squared = .622)

Çizelge 4.13.'daki ANCOVA analizi sonuçlarına göre matematiğe yönelik kariyer ilgi düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir [$F(1,41)= 60.303$; $p=.000$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=47.651$; $X_{\text{kontrol}}=34.758$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin matematik kariyer ilgi son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Çizelge 4.12.). Yapılan etkinliklerin etki gücü 0.595 (eta-kare cinsinden) bulunmuştur. Bu değer, orta etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1998).

4.3.3. Teknolojiye Yönelik Kariyer İlgi Sonuçları

STEM etkinliklerinin uygulandığı ortaokul 7. sınıf öğrencilerinden oluşan deney grubu ile kontrol grubunun teknoloji alanına yönelik kariyer ilgi ön test puanları kontrol edildiğinde, son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.14.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.14. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Teknoloji Kariyer testi	.501	1	42	.483

Çizelge 4.15. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Teknoloji Kariyer son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	48.300	1.257
Kontrol	22	44.064	1.257

Çizelge 4.16. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Teknoloji Kariyer son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Önnktek	268.912	1	268.912	7.782	.008	.160
Grup	195.270	1	195.270	5.651	.022	.121
Error	1416.815	41	34.556			
Total	95680.000	44				

a. R Squared = .229 (Adjusted R Squared = .192)

Çizelge 4.16.'daki ANCOVA analizi sonuçlarına göre teknolojiye yönelik kariyer ilgi düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir [$F(1,41)= 5.651$; $p=.022$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=48.300$; $X_{\text{kontrol}}=44.064$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin teknolojiye yönelik kariyer ilgi son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Çizelge 4.15.). Yapılan etkinliklerin etki gücü 0.121 (eta-kare cinsinden) bulunmuştur. Bu değer, düşük etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1998).

4.3.4. Mühendisliğe Yönelik Kariyer İlgi Sonuçları

STEM etkinliklerinin uygulandığı ortaokul 7. sınıf öğrencilerinden oluşan deney grubu ile kontrol grubunun mühendislik alanına yönelik kariyer ilgi ön test puanları kontrol edildiğinde, son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.17.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.17. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Mühendislik Kariyer testi	3.864	1	42	.056

Çizelge 4.18. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Mühendislik Kariyer son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	49.259	1.360
Kontrol	22	41.513	1.360

Çizelge 4.19. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Mühendislik Kariyer son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Önkmühen	44.366	1	44.366	1.094	.302	.026
Grup	656.109	1	656.109	16.183	.000	.283
Error	1662.225	41	40.542			
Total	92977.000	44				

a. R Squared = .290 (Adjusted R Squared = .255)

Çizelge 4.19.'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre mühendisliğe yönelik kariyer ilgi düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir [$F(1,41)= 16.183$; $p=.000$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel

olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=49.259$; $X_{\text{kontrol}}=41.513$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin mühendisliğe yönelik kariyer ilgi son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Çizelge 4.18.). Yapılan etkinliklerin etki gücü 0.283 (eta-kare cinsinden) bulunmuştur. Bu değer, küçük etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1998).

4.4. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Öğrenme Stratejileri Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular

4.4.1. Eleştirel Düşünme Sonuçları

STEM temelli etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim metotlarının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin arasında eleştirel düşünme stratejisini kullanmaları açısından anlamlı farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı. Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.20’de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05’ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.20. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Eleştirel Düşünme	1.967	1	42	.168

Çizelge 4.21. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Eleştirel Düşünme son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	16.714	.686
Kontrol	22	16.605	.686

Çizelge 4.22. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Eleştirel Düşünme son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Öneleştirel	9.275	1	9.275	.909	.346	.022
Grup	.127	1	.127	.012	.912	.000
Error	418.588	41	10.209			
Total	12639.000	44				

a. R Squared = .022 (Adjusted R Squared = -.026)

Çizelge 4.22.'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre eleştirel düşünme stratejisi düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir [$F(1,41)=.012$; $p=.912$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaşmadığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=16.714$; $X_{\text{kontrol}}=16.605$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme stratejisi son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır (Çizelge 4.21.).

4.4.2. Akran İşbirliği Sonuçları

STEM temelli etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim metotlarının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin arasında akran işbirliği stratejisini kullanmaları açısından anlamlı farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.23.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.23. Varyansların Homojenliği için Levene Testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Akran İşbirliği	.172	1	42	.680

Çizelge 4.24. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Akran İşbirliği son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	22.574	.749
Kontrol	22	21.790	.749

Çizelge 4.25. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Akran İşbirliği son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
önakran	26.751	1	26.751	2.166	.149	.050
grup	6.767	1	6.767	.548	.463	.013
Error	506.431	41	12.352			
Total	22190.000	44				

a. R Squared = .063 (Adjusted R Squared = .017)

Çizelge 4.25.'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre akran işbirliği stratejisi düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir [$F(1,41) = .548$; $p = .463$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaşmadığı görülmektedir ($X_{\text{deney}} = 22.574$; $X_{\text{kontrol}} = 21.790$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin akran işbirliği stratejisi son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır (Çizelge 4.24.).

4.4.3. Metabilişsel Stratejiler Alt boyutu Sonuçları

STEM temelli etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim metotlarının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin arasında meta bilişsel stratejilerini kullanmaları açısından anlamlı farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.26.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olmadığı görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmamıştır.

Çizelge 4.26. Varyansların Homojenliği için Levene Testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Metabilişsel Stratejiler	14.480	1	42	.000

Çizelge 4.27. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Metabilişsel Stratejiler son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	49.942	1.573
Kontrol	22	49.967	1.573

Çizelge 4.28. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Metabilişsel Stratejiler son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Önmeta	21.330	1	21.330	.392	.535	.009
Grup	.007	1	.007	.000	.991	.000
Error	2228.489	41	54.353			
Total	112050.000	44				

a. R Squared = .010 (Adjusted R Squared = -.039)

Çizelge 4.28.'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre Metabilişsel stratejisi düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir [$F(1,41) = .000$; $p = .991$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaşmadığı görülmektedir ($X_{\text{deney}} = 49.942$; $X_{\text{kontrol}} = 49.967$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin metabilişsel stratejisi son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır (Çizelge 4.27).

4.5. STEM Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Motivasyonları Üzerindeki Etkisine İlişkin Bulgular

4.5.1. Öğrenmeye İlişkin Kontrol İnancı sonuçları

STEM temelli etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim metotlarının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin arasında öğrenmeye ilişkin kontrol inançları açısından anlamlı farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.29.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.29. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Kontrol İnancı	2.688	1	42	.109

Çizelge 4.30. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Öğrenmeye İlişkin Kontrol İnancı son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	21.711	.815
Kontrol	22	20.289	.815

Çizelge 4.31. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Öğrenmeye İlişkin Kontrol İnancı son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Önkontrol	25.623	1	25.623	1.761	.192	.041
Grup	22.014	1	22.014	1.513	.226	.036
Error	596.559	41	14.550			
Total	20044.000	44				

a. R Squared = .068 (Adjusted R Squared = .022)

Çizelge 4.31.'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre öğrenmeye ilişkin kontrol inancı düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir [$F(1,41) = 1.513$; $p = .226$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaşmadığı görülmektedir ($X_{\text{deney}} = 21.711$; $X_{\text{kontrol}} = 20.289$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin öğrenmeye ilişkin kontrol inancı son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır (Çizelge 4.30.).

4.5.2. İçsel Hedefe Düzenleme Sonuçları

STEM temelli etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim metotlarının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin arasında içsel hedefe düzenleme açısından anlamlı farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 32’de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05’ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.32. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
İçsel Hedef Düzenleme	3.245	1	42	.079

Çizelge 4.33. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin İçsel Hedefe Düzenleme son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	22.540	.747
Kontrol	22	20.096	.747

Çizelge 4.34. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin İçsel Hedefe Düzenleme son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Öniçsel	41.813	1	41.813	3.413	.072	.077
Grup	65.622	1	65.622	5.357	.026	.116
Error	502.278	41	12.251			
Total	20602.000	44				

a. R Squared = .171 (Adjusted R Squared = .130)

Çizelge 4.34.’deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre içsel hedefe düzenleme düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir [$F(1,41)= 5.357$; $p=.026$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=22.540$; $X_{\text{kontrol}}=20.096$).

Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin içsel hedefe düzenleme son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Çizelge 4.33.). Yapılan etkinliklerin etki gücü 0.116 (eta-kare cinsinden) bulunmuştur. Bu değer, küçük etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1998).

4.5.3. Görev Değeri Sonuçları

STEM temelli etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim metodlarının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin arasında görev değeri açısından anlamlı farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları T Çizelge 4.35.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.35. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Görev Değeri	3.290	1	42	.077

Çizelge 4.36. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Görev Değeri son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	34.317	1.268
Kontrol	22	29.365	1.268

Çizelge 4.37. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Görev Değeri son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
öngörev	15.058	1	15.058	.446	.508	.011
grup	246.302	1	246.302	7.291	.010	.151
Error	1384.987	41	33.780			
Total	46241.000	44				

a. R Squared = .151 (Adjusted R Squared = .110)

Çizelge 4.37.'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre görev değeri düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir [$F(1,41)= 7.291$; $p=.010$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=34.317$; $X_{\text{kontrol}}=29.365$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin görev değeri son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Çizelge 4.36.). Yapılan etkinliklerin etki gücü 0.151 (eta-kare cinsinden) bulunmuştur. Bu değer, küçük etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1998).

4.5.4. Dışsal Hedef Düzenleme Sonuçları

STEM temelli etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim metotlarının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin arasında dışsal hedefe düzenleme açısından anlamlı farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.38.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.38. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Dışsal Hedef Düzenleme	1.672	1	42	.203

Çizelge 4.39. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Dışsal Hedef Düzenleme son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	22.985	.850
Kontrol	22	19.378	.850

Çizelge 4.40. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Dışsal Hedef Düzenleme son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Öndışsal	24.487	1	24.487	1.710	.198	.040
Grup	117.421	1	117.421	8.202	.007	.167
Error	586.967	41	14.316			
Total	20446.000	44				

a. R Squared = .167 (Adjusted R Squared = .126)

Çizelge 4.40.'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre dışsal hedef düzenleme düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir [$F(1,41)= 8.202$; $p=.007$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=22.985$; $X_{\text{kontrol}}=19.378$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin dışsal hedef düzenleme son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Çizelge 4.39.). Yapılan etkinliklerin etki gücü 0.167 (eta-kare cinsinden) bulunmuştur. Bu değer, küçük etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1998).

4.5.5. Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlilik Sonuçları

STEM temelli etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim metotlarının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin arasında öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlilikleri açısından anlamlı farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.41.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.41. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlilik	1.175	1	42	.285

Çizelge 4.42. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlilik son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	45.021	1.489
Kontrol	22	39.025	1.489

Çizelge 4.43. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlilik son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
önyeterlilik	61.865	1	61.865	1.308	.259	.031
grup	372.671	1	372.671	7.879	.008	.161
Error	1939.271	41	47.299			
Total	80023.000	44				

a. R Squared = .165 (Adjusted R Squared = .124)

Çizelge 4.43.'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlilik düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu görülmektedir [$F(1,41)= 7.879$; $p=.008$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($X_{\text{deney}}=45.021$; $X_{\text{kontrol}}=39.025$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlilik son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır (Çizelge 4.42). Yapılan etkinliklerin etki gücü 0.161 (eta-kare cinsinden) bulunmuştur. Bu değer, küçük etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Cohen, 1998).

4.5.6. Sınav Kaygısı Sonuçları

STEM temelli etkinliklerin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim metotlarının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin arasında sınav kaygıları açısından anlamlı farklılık var mıdır?

Kovaryans analizi öncesinde varsayımların karşılanması gerekmektedir. Bu analizin varsayımlarından biri varyansların homojenliğinin karşılanması gerekliliğidir. Bu nedenle varyansların homojen olup olmadığı, Levene testi

kullanılarak incelenmiştir. Levene testi sonuçları Çizelge 4.44.'de gösterilmiştir. Bu test sonucuna göre p değerinin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle varyansların homojenliği varsayımı sağlanmıştır.

Çizelge 4.44. Varyansların homojenliği için Levene testi

Bağımlı Değişken	F	df1	df2	p
Sınav Kaygısı	.312	1	42	.579

Çizelge 4.45. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Sınav Kaygısı son-test puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	N	Düzeltilmiş Ortalama	Standart Sapma
Deney	22	26.926	.988
Kontrol	22	24.619	.988

Çizelge 4.46. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Sınav Kaygısı son-test puanlarına ilişkin kovaryans analiz sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Partial Eta Squared
Önskaygı	12.849	1	12.849	.599	.443	.014
Grup	58.390	1	58.390	2.722	.107	.062
Error	879.424	41	21.449			
Total	30180.000	44				

a. R Squared = .078 (Adjusted R Squared = .033)

Çizelge 4.46.'deki ANCOVA analizi sonuçlarına göre sınav kaygısı düzeltilmiş son test puanları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı görülmektedir [$F(1,41) = 2.722$; $p = .107$]. Deney grubunun ortalama puanını kontrol grubunun ortalama puanından istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaşmadığı görülmektedir ($X_{\text{deney}} = 26.926$; $X_{\text{kontrol}} = 24.619$). Düzeltilmiş ortalama puanlarına göre deney grubundaki öğrencilerin sınav kaygısı son test puanları kontrol grubuna göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır (Çizelge 4.45.).

4.6. STEM Etkinlikleri Sonrasında Öğrencilerin STEM Etkinliklerine Yönelik Görüşleri Nasıldır?

Öğrencilerle iki kez yapılan odak görüşmeleri esnasında öğrencilerin verdikleri cevaplardan elde edilen verilerden 6 tema ve alt kategoriler elde edilmiştir. Her

temaya ait bulgular başlıklar halinde ve tablolarda kodlar ve kodlara ait alıntılar şeklinde verilmiştir.

Öğrenciler ile yapılan odak grup görüşmelerinde öğrencilerin disiplinler arası ilişki ve fen-mühendislik entegrasyonuna yönelik olumlu görüşleri olduğu, öğrencilerin STEM eğitiminin dezavantaj ve zorluklarından daha fazla STEM eğitiminin avantaj, katkı ve becerilerine yönelik olumlu görüşleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin STEM eğitimi için bu sınırlıklara yönelik uygulama önerilerinin neler olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin grup çalışmasına yönelik olumlu görüşleri olduğu, grup çalışmalarında olumlu tutum ve beceri geliştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin STEM etkinlikleri esnasında kendilerini mühendis mi bilim insanı mı gibi hissettiklerine yönelik görüşleri alınarak hem STEM eğitime yönelik hem de kendilerini etkinliklere yaparken nasıl hissettiklerine yönelik görüşleri toplanmıştır. Ek olarak öğrencilerin bilim insanı ve mühendisler hakkındaki görüşleri ve kendileriyle onlar arasında nasıl bir ilişki kurdukları öğrenilmiştir.

4.6.1. Disiplinler Arası İlişki ve Fen-Mühendislik Entegrasyonunu

Katılımcıların disiplinler arası ilişkiye yönelik görüşlerini belirlemek için aşağıda verilen sorular görüşmeler sırasında öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen verilere ait kodları gösteren Çizelge 4.47. aşağıda verilmiştir.

Disiplinler arası ilişkiye yönelik görüşleri toplamak için “Sizce fen bilimleri hangi disiplinlerle ilişkilidir? Fen bilimleri ile teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında nasıl bir ilişki vardır?” sorusu, **STEM etkinlikleri ve fen konu alanları arasında nasıl bir ilişki** kurduğunu öğrenmek için “STEM temelli etkinliklerinin hangi fen konularına daha uygun olduğunu düşünüyorsunuz?” sorusu, **fen dersleri ve mühendislik tasarım süreci arasındaki ilişkiye** yönelik görüşlerini belirlemek için “Sizce fen derslerinde mühendislik tasarım sürecinin uygulanması hakkında neler düşünüyorsunuz?” sorusu sorulmuştur.

Çizelge 4.47. Disiplinler arası ilişki

Disiplinler Arası İlişki	Alıntılar
Fen, matematik ve teknoloji tasarım ilişkisi	Teknoloji tasarım dersinde diğer fen derslerinde ve matematik derslerinde öğrendiğimiz teorik bilgileri kullanarak deneysel çalışma olarak uyguluyoruz. (HT) Matematik ölçüsünü alıp mühendislikte mesela tasarımda kullanırız. Fen de bunları kullanıyoruz. (BA)
Fen ve teknoloji ilişkisi	Teknoloji tasarımıyla ilişkilidir. (AS)
Fen ve matematik ilişkisi	Matematikte yaptığımız hesaplamaları fende de kullanıyoruz. STEM etkinliklerinde mesela ikisini beraber kullandık. (ŞT)
Fen, teknoloji ve mühendislik ilişkisi	Feni, teknolojiyi ve mühendisliği tasarım yapma da kullandık. (HA)
Matematik ve teknoloji tasarım ilişkisi	Ölçerek yaptık her şeyi. Yani matematiği kullanarak tasarımları ölçtük ve planladık. Teknoloji ve tasarım ile de tasarladık. (AAS)
Matematik, fen ve tasarım ilişkisi	Tasarım yaparken ölçüm aldığımızda matematikle ilgili oluyor. Fenle ilgili güneş enerjisiyle çalışan araba sisteminde daha çok fen kullandık. (Sİ)

Çizelge 4.47. incelendiğinde öğrencilerin verdikleri cevaplardan ortaya çıkan kodlara göre en çok fen, matematik ve teknoloji arasında ilişki ($f=11$) olduğuna yönelik görüş bildirdikleri, daha sonra fen bilimleri ve teknoloji arasındaki ilişkiye ($f=6$) yönelik kodlar ortaya çıktığı görülmektedir. Ancak öğrencilerin fen ve matematik ($f=2$), fen, teknoloji ve mühendislik ($f=1$), matematik, teknoloji ve tasarım ($f=1$) ve matematik, fen ve tasarım ($f=1$) arasındaki ilişkiye yönelik az sayıda ifadelerinden kodların ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre öğrencilerin fen, matematik ve teknoloji arasındaki ilişkiyi kurarak bu alanların disiplinler arası olarak öğretilbileceğine yönelik “Teknoloji tasarım dersinde diğer fen derslerinde ve matematik derslerinde öğrendiğimiz teorik bilgileri kullanarak deneysel çalışma olarak uyguluyoruz. Matematik ölçüsünü alıp mühendislikte mesela tasarımda kullanıyoruz. Fen de bunları kullanıyoruz.” şeklinde yorum yaptıkları belirlenmiştir. Ancak mühendislik ve tasarımı diğer alanlarla ilişkilendirilmede az sayıda “Feni, teknolojiyi ve mühendisliği tasarım yapma da kullandık.” ve “Tasarım yaparken ölçüm aldığımızda matematikle ilgili oluyor. Fenle ilgili güneş enerjisiyle çalışan araba sisteminde daha çok fen kullandık.” şeklinde yorumlar yapıldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.48. Fen-mühendislik tasarımı ilişkisi

Fen-Mühendislik Tasarım İlişkisi	Alıntılar
Disiplinler arası öğretim	Üç ders bence fen, matematik ve teknoloji tasarım derslerinin konularını gördük. (AAS)
Tasarım yapmayı öğrenme	STEM etkinlikleri bizi çok iyi olarak etkiledi. Güneş enerjisiyle çalışan araba özellikle... (EK)
Mühendis beceri geliştirme	Makine veya bilgisayarı kullanırken becerim geliştiğini hissettim. Mesela bilgisayar mühendisi olursam neler yapıyor veya malzemeleri birleştirmede nasıl bir tasarım izliyorlar onu temel seviyede görmüş olduk. (SK)

Çizelge 4.48. incelendiğinde fen derslerinde mühendislik tasarımının kullanılmasına yönelik öğrencilerin verdikleri cevaplardan disiplinler arası öğretim ($f=5$), tasarım yapmayı öğrenme ($f=3$) ve mühendislik becerisi geliştirme ($f=1$) kodları ortaya çıktığı görülmektedir. Disiplinler arası öğretim yapılmasına yönelik öğrencilerin “Üç ders bence fen, matematik ve teknoloji tasarım derslerinin konularını gördük.” şeklinde düşüncelerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Tasarım yapmayı öğrenmelerine yönelik öğrencilerin “Fen de de o konuyu işlerken tam konu ile ilgili bir tasarım yaparsak zaten daha iyi anlıyoruz. Uygulama yapmış oluyoruz.” ifadesini kullandıkları görülmüştür. Mühendislik becerisi kazanmalarına yönelik ise “Makine veya bilgisayarı kullanırken becerim geliştiğini hissettim. Mesela bilgisayar mühendisi olursam neler yapıyor veya malzemeleri birleştirmede nasıl bir tasarım izliyorlar onu temel seviyede görmüş olduk.” ifadesini kullanmışlardır.

4.6.2. STEM Eğitiminin Olumlu Yönleri

Katılımcıların STEM eğitiminin olumlu yönlerine (avantajları, katkıları ve beceri kazandırma) yönelik görüşlerini toplamak için aşağıda verilen sorular sorulmuştur. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlardan ortaya çıkan kodlara ilişkin bulgular Çizelge 4.49. de sunulmuştur.

Öğrencilerin STEM eğitiminin sağladığı **avantajlara** yönelik görüşlerini almak için “Fen derslerinde STEM etkinlikleri ile yapılan uygulamaların avantajları nelerdir?” soruları sorulmuştur. STEM eğitiminin sağladığı **katkılar** hakkındaki görüşlerini almak için “Aldığınız STEM eğitiminin size katkıları nelerdir?”, “Bu

etkinlikler size ne gibi katkılar sağladı? Öğrenmenize yardımcı oldu mu?”, “Sizce bu etkinlikler günlük hayatta işinize yarar mı? Örnek verir misiniz?” soruları sorulmuştur. Öğrencilerin STEM etkinlikleri ile geliştirdikleri **becerileri** hakkındaki görüşlerini almak için “Bu etkinlikler hangi becerilerini geliştirmiş olabilir? Kısaca açıkla mısın?” ve “Burada yaptığımız etkinlikleri eve gidince ebeveynlerinize, arkadaşlarınıza ya da başka birisine anlattınız mı? Nasıl paylaşımlarda bulundunuz?” soruları sorulmuştur. Öğrencilerin hangi etkinlikleri **hatırladığını** öğrenmek için “Birlikte yaptığımız etkinlikler nelerdi? Hangilerini hatırlıyorsunuz?” sorusu sorulmuştur.

Çizelge 4.49. STEM eğitiminin katkıları

STEM Eğitiminin Katkıları	Alıntılar
Günlük hayat için tasarım yapma	Hocam mesela günlük hayatta çim biçme makinemiz için ben güneş paneli takardım. Güneş enerjisiyle çalıştırırdım. (MT) Ben benzinle ve dizel olan arabaların havayı kirlettiğini düşünüyorum. Bu yüzden bu arabaların yerine güneş enerjili büyük arabalar tasarlardım. Havayı temiz tutup daha güzel yaşayabilirdik. Güneş fırını yaptık bunu da geliştirerek normal fırının yerine koyabiliriz hocam. Güneş ocağı şekliden de yapabiliriz. (AAS) Benim tasarımı güneş enerjili klima yapımını gerçekleştirebiliriz. Mesela güneş enerjisini kullanan klima yaparak çalıştırabiliriz. (AAS) Mesela yolculuğa gideceksiniz. Çiçeğinizin kurumasını istemiyorsunuz. Zaman ayarını yapıyorsunuz o istediğiniz saatlerde su damlatıyor. (MT) Doğa gezilerinde ormanda güneş ocağı kullanabiliriz. (AAS)
Eğlence ve tasarım	Hem eğlendik hem de tasarladık. (AAS) Nesli tükenen canlılara yönelik tasarımlar yapmıştık. Nesli tükenen canlıların boyunlarına takılan takip cihazı yaparız. Onları koruruz. Takip ederiz. (HT)
Günlük yaşam becerisi	Güneş ocağını doğal afet zamanlarında kullanabiliriz. (EK) Güneş enerjisini nasıl kullanabileceğimizi öğrendik. (ÜÇ)
Beceri geliştirme	El becerilerimizi çok geliştirdi. (CÖ) Hesaplama becerilerimize katkısı oldu. (MÇ)

Çizelge 4.49. STEM eğitiminin katkıları (Devamı)

STEM Eğitiminin Katkıları	Alıntılar
Enerjiyi tasarruflu kullanma	Enerji tasarrufu için güneş enerjili arabalarını kullanabiliriz. Tasarruf ettik. (AAS)
Enerji dönüşümünü öğrenme	Güneş enerjisini ısı enerjisine çevirdik folyolarla ve yaptığımız güneş fırını ile. (HT) Güneş enerjisini hareket enerjisine çevirmiştik. (HT) Su tribünü yapmıştık. Orada da hareketten elektrik elde ettik. (EK) Balon ile çalışan araba yapmıştık. Pet şişeden araba tasarladık ve araba rüzgâr enerjisiyle hareket etmişti hocam. En hızlı araba tasarımı yapmıştık. (HT)
Tasarım yapma	Güneş fırınında o konuyla ilgili tasarımlar yapmıştık. (Sİ)
Fen konularını öğrenme	Fen dersinde güneş enerjisi ile ilgili konuyu işlerken çok faydası oldu. (Sİ)
Matematik konularındaki katkısı	Matematikte ölçü almada yardımcı oldu. (BA)
Motivasyon arttırma	Motive olduk. Bilgimiz arttı. Bilmediğimiz şeyleri öğrendik. (MÇ)

Çizelge 4.49. incelendiğinde öğrencilerin STEM eğitiminin katkıları hakkındaki görüşlerinden çıkarılan kodlar günlük hayat için tasarım yapma (f=10), eğlence ve tasarım (f=7), günlük yaşam becerisi (f=7), beceri geliştirme (f=5), enerjiyi tasarruflu kullanma (f=5), enerji dönüşümünü öğrenme (f=4), tasarım yapma (f=3), fen konularını öğrenme (f=1), matematik konularındaki katkısı (f=1) ve motivasyon arttırma (f=1) olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin en çok günlük hayat için tasarım yapma, eğlenme ve günlük yaşam becerisi kazanmada STEM etkinliklerinden yararlandıkları bulunmuştur. Öğrencilerin günlük hayat için tasarım örnekleri ile cevaplarını destekledikleri görülmüştür. Örneğin, bir öğrenci “Hocam mesela günlük hayatta çim biçme makinemiz için ben güneş paneli takardım. Güneş enerjisiyle çalıştırırdım.”, diğer bir öğrenci ise “Ben benzinle ve dizel olan arabaların havayı kirlettiğini düşünüyorum. Bu yüzden bu arabaların yerine güneş enerjili büyük arabalar tasarlardım. Havayı temiz tutup daha güzel yaşayabilirdik.” şeklinde düşüncelerini ifade ettikleri görülmüştür.

Çizelge 4.50. STEM uygulamalarının avantajları

STEM Uygulamalarının Avantajları	Alıntı
Grup çalışması sonucu STEM ürünleri geliştirme	Grup çalışması yapmamızı sağladı. Arkadaşlarımızla daha çok fikirlerimizi ortaya koyduk. (Sİ) Etkinlikleri yaparken grup çalışmalarında iş bölümü yaptık. (BA) Bende grup çalışması sonucu yaptığımız güneş enerjili araba tasarımı gibi etkinliklerin fen derslerinde hep olsun isterim. (BA)
Kalıcılık	Kalıcı olmasını sağladı. Mesela güneş enerjini nasıl kullanacağımızı iyi öğrendik. (MÇ) Kalıcı olduğu için yapmak isterim. (EK)
Sınıf dışı etkinlik	Sınıf dışında etkinlik yaptık (su roketi, gezginleri marsa ulaştırma). (MT)
Uygulamalı	Uygulayarak ve eğlenerek yaptığımız için daha kalıcı oldu. (MÇ) Güneş enerjisiyle bir elektrik motorunu nasıl çalıştırabileceğimizi veya bir fırın yapabileceğimiz çok iyi öğrendik. (CÖ) Uygulamaya dönük olması. (ÜÇ)
Aktif katılım	Bir de öğrenciler dersi dinlemediği zaman hemen öğrenci uyuyor. Ama öğrenci STEM etkinliklerinde bir şeylerle uğraşıyor. (Sİ) Derse aktif katılım artar. (SK)
Anlamlı öğrenme	Dersler STEM uygulamalı olmalı o kişiye konuyu anlamadığında daha çok anlar. Bilgi alır. (Sİ) Fen dersinde daha çok konuları anlamaya başladım. (BA)
Motivasyonu artırma	Motivasyonu yükseltiyor. Merak uyandırıyor ve bizi motive ediyor. (AAS)
Akademik başarı	Daha iyi anladığımız için notlarımız yükselecek. (HZA)
Deney yapma	Yapmadığımız deneyleri yaptık. Mesela yumurta deneyinde uzay aracı yaptık. (BA) Tasarım yaptığımızda deneyleri görmüş olduk. (BA)
Beceri geliştirme	Yaşam becerimizi arttırdı. (HT)
Tasarruf yapma	Hem tasarruf hem de güneş enerjisini kullanmış oluruz. (AAS)

Çizelge 4.50. incelendiğinde öğrencilerin STEM uygulamalarının avantajları hakkındaki görüşlerinden grup çalışması sonucu STEM ürünleri geliştirme (f=12), kalıcılık (f=7), sınıf dışı etkinlik (f=7), uygulamalı (f=5), aktif katılım (f=5), anlamlı öğrenme (f=5), motivasyonu artırma (f=3), akademik başarı (f=3), deney yapma (f=2), beceri geliştirme (f=1) ve tasarruf yapma (f=1) kodları bulunmuştur.

Grup çalışmasına yönelik görüşlerini “*Bende grup çalışması sonucu yaptığımız güneş enerjili araba tasarımı gibi etkinliklerin fen derslerinde hep olsun isterim.*” şeklinde ifade ettiği görülmektedir. Kalıcılığa yönelik “*Kalıcı olmasını sağladı. Mesela güneş enerjini nasıl kullanacağımızı iyi öğrendik.*” ifadesini kullanmışlardır. Az sayıda öğrencinin beceri geliştirmeye yönelik “*Yaşam becerimizi arttırdı.*” ve tasarruf yapmaya yönelik “*Hem tasarruf hem de güneş enerjisini kullanmış oluruz.*” ifadeleri kullandıkları görülmektedir.

Çizelge 4.51. Etkinlik paylaşımı

Etkinlik Paylaşımı	Ahntılar
Etkinlikleri aile ile paylaşma	Arabayı eve götürüp göstermişim onlar da çok beğenmişti. Nasıl çalıştığını sordular. Bende güneş koydum araba hareket edince onlarda şaşırdılar. Bende sınıfta izlediğimiz belgeseli anlattım. (AAS) İki plaka arasında elektronların güneş enerjisi sayesinde bir plakadan diğerine geçtiğini söyledim. Bu sayede enerjinin ortaya çıktığını motoru hareket ettirdiğini ve tekerleklerin döndüğünü söyledim. (HT) Günlük hayatta nerelerde kullanılabileceğini anlattım. Güneş ocağının çalışma prensibini anlattım. (GY)
Etkinlikleri arkadaşlar ile paylaşma	Güneş enerjisiyle çalışan arabayı falan gösterip çalışma prensibini anlattım. (EK)

Çizelge 4.51. incelendiğinde öğrencilerin etkinlikleri hakkında aileleri ile paylaşım yaptıkları (f=12) ve daha az sayıda arkadaşlarıyla (f=4) yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin aileleri ile paylaşımlarından olumlu etkilendikleri ve bu durumu “*arabayı eve götürüp göstermişim onlar da çok beğenmişti. Nasıl çalıştığını sordular. Bende güneş koydum araba hareket edince onlarda şaşırdılar. Bende sınıfta izlediğimiz belgeseli anlattım. İki plaka arasında elektronların güneş enerjisi sayesinde bir plakadan diğerine geçtiğini söyledim. Bu sayede enerjinin ortaya çıktığını motoru hareket ettirdiğini ve tekerleklerin döndüğünü söyledim.*” olarak ifade ettikleri görülmektedir.

Çizelge 4.52. Beceri geliştirme

Beceri Geliştirme	Alıntı
Grup çalışması	Grup çalışması isteğimizi geliştirdi. (HT) Grup çalışması olduğu için herkes iş bölümü yaptık. (İA)
Yaratıcılık	Yaratıcılığım gelişti diyebilirim. Diğer derslerin ödevleri için artık daha yaratıcı ödevler yapıyorum. (AAS)
İşbirlikli çalışma	Mesela görev dağılımını birimiz alüminyum folyo keserken bir diğer alüminyum folyo ile kapladı. Diğerleri parçaları kesti. (Sİ)
El becerileri	El becerilerimizi geliştirdi. (AAS)
Mühendislik	Mühendis gibi tasarım yapmayı öğrendik. (BA)
Merak duygusu	Hocam insan deney yaparken merak ettiği için daha çok derse katılıyor. Merak duygumuzu artırdı. (AAS)
Problem çözme	Bir konu hakkında sorun çözerken aklımıza öğrendiğimiz konulardan bir şeyler gelmezken. Şimdi o konudaki bilgilerimizi bir problem çözerken daha çok aklımıza o konudaki bilgilerimizi nasıl kullanacağımız geliyor. (BA)

Çizelge 4.52. incelendiğinde öğrencilerin grup çalışması (f=7), yaratıcılık (f=4), işbirlikli çalışma (f=4), el becerileri (f=3), mühendislik (f=2), merak duygusu (f=1) ve problem çözme (f=1) becerilerinin STEM etkinlikleri sayesinde geliştiğini ifade ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler grup çalışmasına yönelik “*Grup çalışması olduğu için herkes iş bölümü yaptık.*”, yaratıcılığa yönelik “*Yaratıcılığım gelişti diyebilirim. Diğer derslerin ödevleri için artık daha yaratıcı ödevler yapıyorum.*” işbirlikli çalışmaya yönelik “*Mesela görev dağılımını birimiz alüminyum folyo keserken bir diğer alüminyum folyo ile kapladı. Diğerleri parçaları kesti.*” ve el becerilerinin gelişmesine yönelik “*El becerilerimizi geliştirdi.*” ifadesini kullandıkları görülmüştür. Az da olsa öğrencilerinin mühendislik becerine yönelik “*Mühendis gibi tasarım yapmayı öğrendik.*” ve problem çözmeye yönelik “*Bir konu hakkında sorun çözerken aklımıza öğrendiğimiz konulardan bir şeyler gelmezken. Şimdi o konudaki bilgilerimizi bir problem çözerken daha çok aklımıza o konudaki bilgilerimizi nasıl kullanacağımız geliyor.*” ifadelerini kullanmışlardır.

Çizelge 4.53. Hatırlanan STEM etkinlikleri

Hatırlanan STEM etkinlikleri
Güneş enerjili araba
Su roketi
Su tribünü
Elektrik motoru
Güneş fırını
Marsa ulaştırma
Atık maddelerden araba tasarımı

Çizelge 4.53. incelendiğinde öğrencilerin güneş enerjili araba (f=7), su roketi (f=7) ve su tribünü (f=7) etkinliklerini hatırladıkları görülmektedir. Atık maddelerden araba yapımı etkinliğini sadece bir kişinin hatırladığı görülmektedir. Nesli tükenen canlıları için yapılan tasarım etkinliğini ve biyosfer tasarımını öğrencilerin hatırlamadıkları görülmektedir. Bu soru ikinci görüşme de öğrencilerin en çok beğendikleri ve hatırladıkları etkinlikler hangisi olduğu öğrenilmek için sorulmuştur.

4.6.3. STEM Eğitiminin Olumsuz Yönleri

Katılımcıların STEM etkinliklerini uygulama sürecinde karşılaştığı zorluklar ve dezavantajlara yönelik görüşlerini belirlemek için aşağıda verilen sorular görüşmeler sırasında öğrencilere yöneltilmiştir. Bu sorulara öğrencilerin verdiği cevaplarla ilgili kodları göre gösteren Çizelge 4.54. aşağıda verilmiştir.

STEM etkinlikleri uygulama sürecinde karşılaştığı zorluklara yönelik görüşleri toplamak için “STEM temelli tasarımları gerçekleştirirken hangi zorlukları yaşadınız?” ve “Zorlandığınız bir etkinlik oldu mu?” sorusu, STEM etkinliklerinin dezavantajlarını öğrenmek için “Fen derslerinde STEM etkinlikleri ile yapılan uygulamaların dezavantajları nelerdir?” sorusu sorulmuştur.

Çizelge 4.54. Yaşanılan zorluklar

Yaşanılan Zorluklar	Alıntı
İş bölümü eksikliği	Grup içinde mesela iki kişi mesela dört kişilik grupta herkes katılmıyordu. İki kişi bütün işi yapıyordu. (HT) Bizim grupta sadece görev dağılımında sıkıntı oldu. Herkes tasarımı yapmak istiyor. Bu yüzden anlaşmazlık çıkıyor. (BA)
Zamanlama	Süreyle ilgili sıkıntı oluyordu. (EK)
El becerisi eksikliği	Mesela güneş arabasında da biraz zorlandık. Kurması biraz zor gibiydi. Malzemeler hem çok küçük hem de tornavida kullanmak biraz zorladı. (BA) CD'leri kullanarak yaptığımız su tribünü tasarımı biraz zorladı. (SK)
Fikir ayrılığı	Mesela burayı böyle yapma diğer şekilde yaparsan daha hızlı olur şeklinde veya tam tersi düşünüyoruz. Fikir ayrılıkları çok oldu. (MÇ) Grup içi karar vermek zor. Ortak karar vermekte zorlandık. (ŞT)
Malzemeyi etkili kullanamama	Mesela balonlarla hava yastığı sistemi yaptık yumurtayı kırmadan aşağıya indirmek için. Yumurtanın etrafına balonları yapıştırıyorduk. Bizim grup yanlışlıkla tüm balonları patlatıyorduk. Yapıştırırken patlatıyorduk. (MÇ)
Grup içi tartışma	Grup içi çok tartışma oldu. (ŞT)
Rekabet	Tasarımları yaparken diğer gruplar ile rekabete giriyorduk. Rekabet bizi zorladı. (ŞT)
Tasarımın gerçekleşmemesi	Güneş ocağımız tam planladığımız gibi çalışmadı. Elektrik motoru istediğimiz verimde çalışmadı. (GY)

Çizelge 4.54. incelendiğinde öğrencilerin etkinlikler esnasında en çok iş bölümü eksikliği (f=3), zamanlama (f=3), el becerisi eksikliği (f=3) ve fikir ayrılığı (f=3) gibi zorluklar yaşadıkları odak grup görüşmelerinden kodlanarak elde edilmiştir. Ayrıca, malzemeyi etkili kullanamama (f=1), grup içi tartışma (f=1), rekabet (f=1) ve tasarımın gerçekleşmemesi (f=1) gibi zorlukları da yaşadıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin iş bölümü eksikliğinden dolayı yaşanan zorluklara yönelik “Grup içinde mesela iki kişi mesela dört kişilik grupta herkes katılmıyordu. İki kişi bütün işi yapıyordu.” ve zamanlamayla ilgili yaşanan zorluklara yönelik “Süreyle ilgili sıkıntı oluyordu.” ifadesini kullandıkları görülmüştür. Güneş enerjili araba tasarımı gibi etkinliklerde tornavida gibi küçük aletleri kullanmada yaşadıkları el becerisi eksikliklerini “Mesela güneş arabasında da biraz zorlandık. Kurması biraz zor gibiydi. Malzemeler hem çok küçük hem de tornavida kullanmak biraz zorladı.” şeklinde ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.55. Zorlanılan etkinlik

Zorlanılan Etkinlik	Alıntı
Güneş enerjili araba	Tornavidayla vidayı zor takıyorduk. (el becerisi eksikliği + anlamada eksikliğimiz yoktu) (BA)
Güneş fırını	Güneş ocağı yaparken kenarına yaptığımız çanak kısmı bizi zorladı. (EEK)
Su tribünü	Silikon yüzünden biraz zorlandık. (HZA)
Hiçbir etkinlik	Zorlayan etkinlik yok. (SK)
Elektrik motoru	Elektrik motoru tasarımını yaparken zorlandık. (ÜÇ)
Gezginleri marsa ulaştırma	Balonları birleştirmek zorladı. (ÜÇ)
Su roketi	Su roketinde su roketini pompalarken zorlanmıştım. (MT)

Çizelge 4.55. incelendiğinde öğrencilerin en çok zorlandığı etkinliklerin, güneş enerjili araba tasarımı ($f=3$), güneş fırını ($f=3$), su tribünü ($f=2$), hiçbir etkinlik ($f=2$), elektrik motoru ($f=1$), gezginleri marsa ulaştırma ($f=1$) ve su roketi ($f=1$) etkinlikleri olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin etkinliklerde zorlandıkları bölümleri “*Tornavidayla vidayı zor takıyorduk. El becerisi eksikliğimiz vardı. Ancak anlamada eksikliğimiz yoktu.*”, “*Silikon yüzünden biraz zorlandık.*” ve “*Balonları birleştirmek zorladı.*” olarak ifade etmektedirler. Tablo 4.58. ve Tablo 4.55. incelendiğinde öğrencilerin genellikle eksikliklerinin en çok olduğu yerlerin; tasarımın parçalarını birleştirmede el becerisi eksikliklerinin, zamanlama ve fikir ayrılıklarının sebep olduğu söylenebilir.

4.6.4. STEM Eğitimi İçin Uygulama Önerileri

Katılımcıların fen derslerine yönelik önerileri ile STEM etkinliklerini fen ve diğer derslere entegrasyonuna yönelik önerilerini belirlemek için aşağıda verilen sorular görüşmeler sırasında öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplara ait kodları göre gösteren Çizelge 4.56. aşağıda verilmiştir.

Öğrencilerin fen derslerine yönelik önerilerini toplamak için “Sence fen dersinde nasıl etkinlikler olmalıdır? Nasıl daha iyi öğrenebilirsiniz?” sorusu, STEM etkinliklerini fen ve diğer derslere entegrasyonuna yönelik önerilerini almak için “Fen derslerinde STEM temelli etkinliklerin daha iyi uygulanabilmesi için önerilerin neler?”, “STEM etkinliklerinin diğer derslerde uygulanmasını ister miydin? Nasıl?” ve “Değişiklik yapma şansınız olsaydı hangi etkinlikte nasıl değişiklikler yaptınız?” soruları sorulmuştur.

Çizelge 4.56. Fen dersi için etkinlik önerileri

Fen Dersi İçin Etkinlik Önerileri	Alıntı
Uygulamalı etkinlikler	Fen dersi mesela teknoloji tasarım gibi derste dışarıda çıkıp makara sistemi gibi konular dışarıda anlatılsa öğrencilerin dikkatini çeker hem de merakı olanlar ilgilenir. Hem daha kalıcı olur. (HT) Matematikte uygulamalı olsa veya fende uygulamalı olsa daha anlaşılır olur. Gerçek hayatla ilişkilendirilebilir. (AAS)
STEM etkinlikleri temelli olması	Fende hız sürat gibi konuları bunun gibi STEM etkinliklerindeki gibi canlı yaparak daha iyi anlarız. (MÇ) Dersleri bunun gibi STEM etkinlikleri etkinler üzerine kurabilirsiniz. (HZA)
Tasarım temelli	Tasarımı yaptıkça veya onu gördükçe daha fazla akılda kalır. (HT)
Teknoloji temelli	Sınıflarda akıllı tahta var. Sadece EBA'ya girebiliyoruz. Akıllı tahtayı daha fazla kullanabiliriz. (AAS)

Çizelge 4.56. incelendiğinde öğrencilerin fen derslerinde daha çok uygulamalı etkinlikler (f=9), STEM etkinlikleri temelli olması (f=5), tasarım temelli (f=4) ve teknoloji temelli (f=3) olması istedikleri görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğunun uygulamalı ve STEM temelli tasarım etkinlikleri istedikleri görülmektedir.

Çizelge 4.57. STEM temelli etkinlikler için öneriler

STEM Temelli Etkinlikler İçin Öneriler	Alıntılar
Fen derslerinde olması	Fen de olmasını istedik. (HT,AAS, İA, EK) Kaldıraçlarda falan uygulanmasını istedik. (HT) Makara sisteminde de çok büyük olmasa bile küçük bir makara ile tasarım yapabiliydik. (AAS) Isı ve enerji konularında direkt sizin etkinlikleri uygulayabiliriz. (HT) Eğik düzlem yapardık. Bunlar sırasıyla 3 cm lik 5 cm lik ve 7 cm lik koyardık. Onların hangisinden daha az enerji harcanırdı onu bulurduk. (HT) Fen konularının entegrasyonu çok iyi olur. Enerji türleri ve ısı ışık konuları gibi konulara... (BA)
Matematik derslerine entegre edilmesi	Olasılık konusuna geçtik matematik dersinde STEM etkinliklerindeki gibi yapsak daha iyi olurdu. (AAS) Matematik konularının entegrasyonu çok iyi olur. (İA)

Çizelge 4.57. STEM temelli etkinlikler için öneriler (Devamı)

STEM Temelli Etkinlikler İçin Öneriler	Alıntılar
Süre arttırılmalı	Süre arttırılabilir. (HT)
Tasarımlar gerçekçi boyutlarda olmalı	Küçük araba yerine büyük araba tasarımı yapabiliriz. Güneş enerjili arabada mesela... (AAS)
Teknoloji ve tasarım temelli	Teknoloji ve tasarım derslerinde direkt her şey tasarımlar üzerinde olabilir. (SK)
Diğer derslere entegre edilmesi	Diğer derslerde de böyle yapsak çok iyi olur. Diğer derslerde kullanılmalı bence. (MT)
Malzemeler iyileştirilmeli	Güneş fırınına alüminyum folyo ile kaplamak yerine alternatif başka malzeme kullansak daha iyi olabilir. (Sİ) Kit halinde her şey hazır olsun biz malzemeleri kendimiz hazırlamayalım. Direkt birleştirsek daha kolay olur. (BA)
Tasarımlar çalıştırılmalı	Fırının içine gerçek yemek koyarak gerçekten pişip pişmediğini görürüz. (HT)

Çizelge 4.57. incelendiğinde STEM etkinlikleri için öğrencilerin fen derslerinde olması (f=24), matematik derslerine entegre edilmesi (f=10), süre arttırılması (f=5), tasarımlar gerçekçi boyutlarda olması (f=5), teknoloji ve tasarım temelli olması (f=5), diğer derslere entegre edilmesi (f=5), malzemeler iyileştirilmesi (f=2) ve tasarımların çalıştırılması (f=2) önerilerinde bulunduğu görülmektedir. Öğrencilerin özellikle fen derslerinde olmasına yönelik basit makineler ve enerji konularında olmasını istedikleri görülmektedir. Örneğin, öğrenciler basit makineler için “*Makara sisteminde de çok büyük olmasa bile küçük bir makara ile tasarım yapabiliydik.*”, enerji konuları içinse “*Isı ve enerji konularında direkt sizin etkinlikleri uygulayabiliriz.*” ve “*Fen konularının entegrasyonu çok iyi olur. Enerji türleri ve ısı ışık konuları gibi konulara...*” ifadelerini kullandıkları görüşmelerden alıntılanmıştır. Fen derslerine ek olarak matematik derslerinde de STEM etkinlikleri uygulamak istedikleri ve “*Matematik konularının entegrasyonu çok iyi olur.*” ifadesini kullandıkları dikkat çekmektedir. Ayrıca öğrencilerin sürenin artırılması, tasarımın daha gerçekçi boyutlarda yapılması ve malzemeler açısından hazır kit kullanmaya yönelik istekleri olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.58. Değiştirilmek istenen etkinlikler

Değiştirilmek İstenen Etkinlikler	Alıntı
Tasarımı geliştirme	Yere düşerken de üzerine balon gibi yastık görevi görecek yumuşatıcı esnek bir şeyler koyarak rahat inmesini sağlarız. (EK) Mesela su roketini daha da büyütüp su roketini kompresörle daha uzağa gönderebiliriz. (MT) Yumurtayı kırmadan yere indirmek için paraşüt veya küçük şemsiye koyabiliriz. (ÜÇ) Ben dediğim gibi güneş enerjili arabaya bir dinamo takıp lambalı hale getirdim. (AAS)
Malzeme değişikliği	Herkes silikonla yapıştırırken eline falan bulaştırıyordu. (HA)
Tüm etkinlikler etkili	Tüm etkinlikler etkili bizce. (SK)
Su tribünü	O biraz zorlandık çünkü su tribünümüz dönmüyordu. Döndürdüğümüzde şey çıkıyordu lastik oradan çıkıyordu. (PE)
Güneş enerjisi ile çalışan araba	Biz arabayı da yanlış takmışız mesela. Şey arabanın bir tane bölgesi vardı cıvata koymayı unutmuşuz herhalde. O çalışmadı mesela. (HA)
Tasarımlar gerçekçi boyutlarda olmalı	Ben güneş enerjili arabayı büyük halini yapıp. Daha büyük hale getirip kullanırdım. Ya da güneş ocağını daha büyük hale getirip güneş enerjisiyle yemek pişirirdim. (MT)
Grup üyelerinin değişmesi	Etkinlikleri yapım aşamasında grup olarak ortak fikir oluşturamadık. Bence her etkinlikte gruplar değişirse daha iyi olabilir. (GY)

Çizelge 4.58. incelendiğinde öğrencilerin etkinliklerde tasarımları geliştirme ($f=6$), malzeme değişikliği ($f=4$), su tribünü ($f=2$), güneş enerjisi ile çalışan araba ($f=2$), tasarımların gerçekçi boyutlarda olması ($f=2$) ve grup üyelerinin değişmesi ($f=1$) gibi değişikliklerin yapılmasını istedikleri görülmüştür. Öğrencilerin tasarımları daha da geliştirmeye yönelik “*Mesela su roketini daha da büyütüp su roketini kompresörle daha uzağa gönderebiliriz.*” ve “*Ben dediğim gibi güneş enerjili arabaya bir dinamo takıp lambalı hale getirdim.*” İfadelerini kullandıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin su tribünü etkinliğinde hazırladıkları tribünü motora bağlamakta zorlandıkları ve güneş enerjili araba tasarımında malzemeleri etkili kullanamadıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Grup üyelerinin etkinlikler esnasında grup değiştirmedikleri gözlemler esnasında kaydedilmişti ancak bir öğrencinin grupta ortak fikir veremedikleri için grup üyelerinin de değiştirilmesini istediği öğrenci görüşmelerinde ortaya çıkan bir sonuçtur.

4.6.5. Grup Çalışması

Katılımcıların grup çalışmaları esnasındaki yaşadıkları ile STEM etkinliklerini gerçekleştirirken hissettikleri ve en sevdiği etkinlikleri belirlemek için aşağıda verilen sorular görüşmeler sırasında öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplara ait kodları gösteren Çizelge 4.59. aşağıda verilmiştir.

Öğrencilerin grup çalışmaları esnasındaki yaşadıklarını öğrenmek için “STEM etkinliklerini uygularken grup çalışması esnasında neler yaşandı? Grup içi roller neydi? Tasarımı yapma aşamasında nasıl ortak karar verdiniz? En iyi tasarımı nasıl seçtiniz?” soruları, STEM etkinliklerini gerçekleştirirken hissettikleri ve en sevdiği etkinlikleri belirlemek için “Etkinlikleri yaparken neler hissettiniz?” ve “En çok sevdiğiniz etkinlik hangisiydi? Neden?” soruları sorulmuştur.

Çizelge 4.59. Grup çalışması

Grup Çalışması	Alıntı
Görev dağılımı	Herkesin bir görevi vardı mesela. (HT)
Ortak fikir	Herkesin fikri bizim için önemliydi. (AAS, HT) Bizim grupta tasarım olarak herkes aynı şeyi düşündü. Nasıl sağlam indiririz. (BA)
Tasarım sürecini kullanma	İlk düşünüyoruz nasıl yapalım diye. Sonra planlıyoruz nasıl yapalım diye. Sonra da hesaplıyoruz nasıl yapacağımızı. Başlıyoruz yapmaya. Mesela olmuyor. Sonra tekrar gözden geçirip tekrar yapıyoruz. (MÇ) Beyin fırtınası, planlama, ölçüm alma ve tekrar tasarım sürecini kullanıyoruz. (ŞT)
Eleştirel düşünme	Yaptığımız işlerde birbirimizi eleştiriyoruz. (MÇ)
Test etme	İlk yaptığımız balonla arabayı hareket ettirme deneyinde çok oldu. (EK)
Tekrar tasarım	Balonlar tekerleklerle uygun olmadı. Balonunun yönünü değiştirdik. (HT) Sonra tekrar gözden geçirip tekrar yapıyoruz. (MÇ)
Grup oluşturmada zorluk	Grup olarak ayrılmalarda sıkıntı oluyordu. (ŞT)
Son tasarımda zorlanma	Son kararı almada biraz zorlandık. Mesela güneş enerjisiyle çalışan arabada ve güneş enerjili fırında tasarımın şekline karar vermede. (CÖ)
Zamanlamaya dikkat	Süreyi azalttık grup olarak çalıştığımız için. (AAS)
Teoriyi pratiğe aktarma	Bir konu hakkında sorun çözerken aklımıza öğrendiğimiz konulardan bir şeyler gelmezken. Şimdi o konudaki bilgilerimizi bir problem çözerken daha çok aklımıza o konudaki bilgilerimizi nasıl kullanacağımız geliyor. (BA)

Çizelge 4.59. incelendiğinde öğrencilerin grup çalışmasına yönelik görüşlerinde görev dağılımı (f=5), ortak fikir (f=4), tasarımı sürecini kullanma (f=3), eleştirel düşünme (f=3), test etme (f=2), tekrar tasarım (f=2), grup oluşturmada zorluk (f=2), son tasarımda zorlanma (f=2), zamanlamaya dikkat (f=1) ve teoriyi pratiğe aktarma (f=1) kodlarının ortaya çıktığı görülmektedir. Öğrencilerin genellikle grup çalışmaları esnasında olumlu kazanımlar elde ettikleri söylenebilir. Tasarım sürecine yönelik “*Beyin fırtınası, planlama, ölçüm alma ve tekrar tasarım sürecini kullanıyoruz.*”, görev dağılımına yönelik “*Herkesin bir görevi vardı mesela.*” ve ortak fikir vermeye yönelik “*Herkesin fikri bizim için önemliydi.*” ifadelerini kullandıkları gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin tasarım sürecini takip ettikleri söylenebilir. Örneğin, M isimli öğrenci “*İlk düşünüyoruz nasıl yapalım diye. Sonra planlıyoruz nasıl yapalım diye. Sonra da hesaplıyoruz nasıl yapacağımızı. Başlıyoruz yapmaya. Mesela olmuyor. Sonra tekrar gözden geçirip tekrar yapıyoruz.*” şeklinde düşüncesini ifade etmiştir.

Çizelge 4.60. Etkinlikler hakkındaki hissettikleri

Etkinlikler Esnasındaki Hissettikleri	Alıntı
Grup çalışması olumlu tutum	Grup çalışması daha elverişli... (ÜÇ, SK) Ben de grup çalışmasını severim. Onların bilmediklerini biz bizim bilmediklerimizi onlar biliyor. Ortaya herkese bir fikir atıyor ve daha iyi öğreniyoruz. (HZA)
Malzeme kullanımında yaşanan zorluklar	Silikon tabancası hariç eğlenceliydi. Onu kullanırken bazen elimize zarar verdi. (HZA) Balonların bir kısmı hep patlıyordu. (HP)
Çevre yanlısı tutum	Uzaktan kumandalı araba yapıyorlar. Onun pili oluyor. Bazı insanlar onun pili oluyor. Radyasyon olduğu için zararlı. Toprağı kirletiyor. Bitki yetiştirilemez hale getirebilir. Güneş enerjili olanları kullanabilirler bunun yerine. (MT)
Özgüven gelişimi	Normalde hep babam yapardı evde. Mesela ben bunu yaptım mı insan farklı oluyor mesela. (HA) Etkinlikleri daha iyi kurduk biz yaptık. (Sİ)
Derslere katkı	Ders içinde de etkili oldu bu etkinlikler bizim dersimizde de etkili oldu. Dersimizi daha iyi olumlu etkiledi. (PE)

Çizelge 4.60. incelendiğinde öğrencilerin grup çalışmalarına yönelik olumlu tutum (f=9), malzeme kullanımında yaşanan zorluklar (f=3), çevre yanlısı tutum (f=2), özgüven gelişimi (f=2), el becerisi için eğlenceli (f=2) ve derslere katkısı (f=1) olduğuna yönelik görüş bildirmişlerdir. Öğrencilerin grup çalışmasına yönelik

paylaşımlar yaparak daha iyi öğrendikleri ve bu durumu “*Grup çalışması daha elverişli... Ben de grup çalışmasını severim. Onların bilmediklerini biz bizim bilmediklerimizi onlar biliyor. Ortaya herkese bir fikir atıyor ve daha iyi öğreniyoruz.*” olarak ifade etmişlerdir. Öğrencilerin etkinlikleri kendileri yaptıkları için özgüvenlerinin geliştiği ve buna örnek olarak “*Normalde hep babam yapardı evde. Mesela ben bunu yaptım mı insan farklı oluyor mesela. Etkinlikleri daha iyi kurduk biz yaptık.*” İfadesini kurdukları görülmüştür.

Çizelge 4.61. Sevilen etkinlikler

Sevilen Etkinlikler	Ahntı
Güneş enerjili araba	Ben etkinlikleri sevdim çünkü etkinliklerim çalışıyordu. Güneş enerjili arabayı çok sevdim. (HZA) Benim çok ilgimi çekti. İlgimi çeken şey güneşle çalışması. Yaparken de çok eğlenceliydi. (Sİ) Güneş enerjisini hareket enerjisine dönüştürdük. (GY) Arabanın tüm parçalarını kendimiz yaptık. Arabada yakıt yok ama güneş enerjisiyle arabayı hareket ettirebildik. (AAS)
Su roketini	Su ile havaya gönderdiğimiz roketi sevdim. Su roketini yani. (SK) Su roketinde mesela içinde su var. İçindeki hava ve suyla 30 – 40 metreye kadar çıkartabiliyor roketi. Basıncı su sayesinde roketimiz çok yüksekler çıkartabiliyor. (MT)
Marsa ulaştırma	Marsa giden uzay aracı etkinliğini sevdim Eğlenceli ve tasarımı ilginçti. (ÜÇ)
Güneş ocakları	Mesela illa ocak olmasına gerek yok mesela, bir evde yemek yapıp güneş ocağında pişebilir. (HA)

Çizelge 4.61. incelendiğinde öğrencilerin Güneş enerjili araba (f=7), Su roketini (f=5), Marsa ulaştırma (f=3) ve Güneş ocakları (f=2) etkinliklerini en çok sevdikleri etkinlikler olarak ifade ettikleri görülmüştür. Genellikle öğrencilerin etkinlikleri sevdiği ancak en sevilen etkinlik sorulduğu için sadece bir etkinlik söyledikleri belirlenmiştir. Örneğin MT isimli öğrenci “*Ben etkinlikleri sevdim çünkü etkinliklerim çalışıyordu. Güneş enerjili arabayı çok sevdim.*” İfadesini kullandığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin parçalarını kendileri yaptıkları için etkinlikleri daha fazla sevdiklerini “*Arabanın tüm parçalarını kendimiz yaptık. Arabada yakıt yok ama güneş enerjisiyle arabayı hareket ettirebildik.*” olarak ifade etmişlerdir.

4.6.6. Mühendis mi Bilim İnsanı mı?

Katılımcıların STEM etkinliklerini gerçekleştirirken kendilerini bilim insanı mı yoksa mühendis gibi mi gördüklerini belirlemek için aşağıda verilen sorular görüşmeler sırasında öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplara ait kodları gösteren Çizelge 4.62. ve Çizelge 4.63. aşağıda verilmiştir.

Öğrencilerin STEM etkinliklerini gerçekleştirirken kendilerini bilim insanı mı yoksa mühendis gibi mi gördüklerini öğrenmek için “STEM etkinliklerini gerçekleştirirken bilim insanı gibi mi yoksa mühendis gibi mi çalıştınız?” sorusu sorulmuştur.

Çizelge 4.62. STEM etkinliklerinde kendilerini bilim insanı olarak görenler

Bilim İnsanı	Alıntı
Fikir üretme bilim insanı	Malzemeleri ve güneş panelinin kullanımını bilmemiz. (EK) Bilim adamı icat yapar onu ortaya koyar. (HT) Bilim insanı güneş panelini bulur. (AAS) Bilim insanları aynı zamanda çok düşünüyor. (ŞT)
Bilimsel bilgiye sahip olma	Sonuçta ısıyı enerjiye dökmek bir bilim adamının aklına gelmiştir. (HT) Yumurta etkinliğinde bilim insanı gibi çalıştık. Burada bilimsel bilgi gerekli... (Sİ) Havaya gönderilen roket tasarımımda bilimsel bilgiyi kullanmıştık. (Sİ)
Deney yapma	Bilim de de örnek alarak roket deneyi roket yapıp fırlatmıştık. (SK) Bilim insanları çok fazla deney yapıyor. (MÇ)
Hayal gücü ve yaratıcılık	Bilim insanı düşünerek hayal ederek bir şeyleri üretir. Hayal gücünü kullanır. (CÖ)

Çizelge 4.62. incelendiğinde etkinliklerdeki rolünü bilim insanı olarak gören öğrencilerin bilim insanını fikir üretme ($f=6$), bilimsel bilgiye sahip olma ($f=3$), deney yapma ($f=2$) ve hayal gücü ve yaratıcılık ($f=1$) ifadeleriyle ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin bilim insanı “*Bilim adamı icat yapar onu ortaya koyar. Bilim insanı güneş panelini bulur. Bilim insanları aynı zamanda çok düşünüyor.*” ifadeleriyle kendilerinin de etkinlikler esnasında bu süreçlere benzer süreçlerden geçtiklerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda kendilerinin de bilim insanı gibi bir bilimsel bilgiye sahip olduklarını “*Sonuçta ısıyı enerjiye dökmek bir bilim adamının aklına gelmiştir.*”, “*Yumurta etkinliğinde bilim insanı*

gibi çalıştık. Burada bilimsel bilgi gerekli...” ve “Havaya gönderilen roket tasarımımda bilimsel bilgiyi kullanmıştık” ifadelerini kullanmışlardır. Ayrıca bilim insanı gibi deney yaptıklarını ve hayal güçlerini kullandıkları bölümler olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Çizelge 4.63. STEM etkinliklerinde kendilerini mühendis olarak görenler

Mühendis	Alıntı
Ölçü alıp çizim yapma ve tasarımı gerçekleştirme	Tasarım yaparken ölçülerini alacak oluyoruz. Örneğin güneş fırını tasarımımda ölçülerini almamız gerekiyordu. Ölçülerini aldık kenarları yapıştırdık. Folyoları falan yapıştırdık. Mühendis gibi çalıştık yani. (MT) Mühendislik çünkü çok fazla hesaplama vardı. (MÇ)
Tasarım yapma geliştirme	Mühendis gibi tasarım yapıyoruz. (EK) Mühendis tasarlar ve geliştirir. (HT) Mühendis güneş panelini tasarımımda kullanır. (AAS)
Düşünme ve hesaplama	Biz çok düşünüp düşünüp oluşturunca bulduk. Hesaplıyorduk. Onlar daha çok hesaplayarak ve deneyerek buluyor. (MÇ)
Bilgiyi bilmek	Malzemeleri ve güneş panelinin kullanımını bilmeniz. (AAS)
El becerisi	Elimizle daha çok çalıştık. (ŞT)
Fikir üretme	Daha çok fikir üretme üzerine çalıştık. (CÖ)

Çizelge 4.63. incelendiğinde STEM etkinlikleri esnasında kendilerini mühendis olarak gören öğrencilerin ölçü alıp çizim yapma ve tasarımı gerçekleştirme (f=6), tasarım yapma geliştirme (f=5), düşünme ve hesaplama (f=2), bilgiyi bilmek (f=1), el becerisi (f=1) ve fikir üretme (f=1) özellikleri ile kendilerinin bir mühendis gibi çalıştıklarını ifade ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. MT isimli öğrencinin tasarımı gerçekleştirme ile ilgili olarak *“Tasarım yaparken ölçülerini alacak oluyoruz. Örneğin güneş fırını tasarımımda ölçülerini almamız gerekiyordu. Ölçülerini aldık kenarları yapıştırdık. Folyoları falan yapıştırdık. Mühendis gibi çalıştık yani”* ifadesini kullandığı görülmüştür. Düşünme ve hesaplama yaparak mühendis gibi çalıştığını söyleyen öğrenciler *“Biz çok düşünüp düşünüp oluşturunca bulduk. Hesaplıyorduk. Onlar daha çok hesaplayarak ve deneyerek buluyor.”* ifadesini kullandıkları belirlenmiştir.

Öğrenciler arasından meslek seçimi ve STEM etkinliklerini birleştiren öğrencilerde olmuştur. Örneğin, HA kod adlı öğrenci iç mimarlık mesleğini seçmesine yönelik etkinlikler süresince tasarım yapmalarını (güneş ocağı tasarımı)

ilişkilendirerek etkinliklerin meslek seçiminde olumlu etkisi olduğunu vurgulamıştır. Bu öğrenci bu durumu “İlerde iç mimar olmak istiyorum. Çünkü hayal gücüm, çizimim var. Onlara önem veriyorum. O yüzden iç mimarlığı... Yani hedefim var. Tasarım yapmayı öğrendik bu da benim iç mimarlar gibi tasarım yapma özelliklerimi geliştirdi.” ifade etmiştir. HZA kod adlı öğrenci ise mimarlık mesleğine yönelik çizim ve tasarım yapmayı çok sevdiğini ve bu STEM etkinlikleri esnasında da tasarım ve çizim yaptıkları için etkinliklere karşı olumlu görüşünü “Çizim yapmayı seviyorum ve yani ev tasarlamak falan hoşuma giden şeyler” şeklinde ifade etmiştir.

Etkinlikler esnasında öğrencilerin kendilerini bilim insanı mı yoksa mühendis gibi gördükleri sorulduğunda “Mühendis=hesaplama yapan kişi” ve “Bilim insanı=düşünür ve deney yapar” şeklinde eşleştirmeler ile bilim insanı ve mühendisi tanımladıkları görülmektedir. Bu düşünceye örnek olarak MT kod adlı öğrencinin “Mühendislik bence de çünkü hesaplıyoruz. Oluşturuyoruz. Ona göre yapıyoruz. Ama bilim insanları genellikle düşünüyorlar yapıyorlar. Olmadığı zaman tekrardan yapmaya başlıyorlar. Biz yapamadıktan sonra çok çok düşündük. Hesapladık niçin yapamadığımızı ince ayrıntısına girerek.” şeklinde düşüncesini ifade ettiği görülmüştür. Öğrencilerin bilim insanı ve mühendisi nasıl ayırt ettikleri sorulduğunda bilim insanının bilimsel olarak düşünen, yaratıcı ve hayal gücünü kullanan mühendisi ise hesaplayan ve çizim yapan kişiler olarak kodladıkları görülmüştür. Öğrencilerle yapılan görüşmedeki bir diyalogu bu duruma örnek gösterebiliriz.

“Araştırmacı: Aralarında fark var mıdır?”

ŞT: Bilim insanı daha çok düşünür.

CÖ: Mühendis hesaplamalarla bir şeyler yaratır. Bilim insanı düşünerek hayal ederek bir şeyleri üretir. Hayal gücünü kullanır. Mühendis ise çizim yaparak bir şeyler planlayarak üretir.

MÇ: Bilim insanı daha çok fikir üretir.”

4.7. STEM Etkinlikleri Süresince Öğrencilerin Oluşturdıkları STEM Ürün-Performans Düzeyi Nasıldır?

Öğrenciler etkinlikler esnasında hem grup çalışma performansları açısından hem de çalışmaları sonucu ortaya çıkardıkları STEM ürünleri açısından gözlem rubriği ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere ait puanlar etkinlikler bazında toplanmıştır. Ayrıca grup değerlendirme rubriğinin ve ürün değerlendirme rubriğinin alt kategorilerinden grupların her etkinlik sonucunda topladıkları toplam puanlara ilişkin puanlar tablolar halinde sunulmuştur. Rubrik puanlarına ek olarak her grubun etkinlikler esnasında araştırmacı tarafından anlık olarak alınan dikkat çeken alıntılar ile gözlem verileri desteklenerek açıklanmaya çalışılmıştır. Bu verilere göre öğrencilerin grup performanslarının süreç boyunca olumlu şekilde geliştiği gözlenmiştir. Ürünler açısından öğrenciler ürünleri tasarım sürecinin açısından, son ürünün işlevselliği açısından ve son ürün açısından değerlendirilmiştir. Öğrencilerin tasarım sürecini kullanmayı zamanla kazandıkları, son ürünün işlevselliği bakımından incelendiğinde zamanlama ve özgünlük açısından her grubun istenen gelişimi gösteremediği gözlemlenmiştir. Ayrıca son ürün kategorisine göre öğrenciler tasarımları ve ürünleri arasında benzerlik olduğu, malzemeleri ve ölçümler doğru seçmeyi öğrenerek sağlam ve güvenilir ürünler ortaya çıkarmada başarılı oldukları gözlemlenmiştir.

4.7.1. Grup Değerlendirmeleri

Grup değerlendirme rubriğinin (1) problemi belirleme ve beyin fırtınası çözümleri, (2) grup olarak çalışma, (3) tasarım sürecini kullanma ve (4) bilim ve mühendisliği işleme alt kategorilerinden grupların her etkinlik sonucunda topladıkları toplam puanlara ilişkin sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.64.' de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi tüm gruplarda etkinliklere göre puanların artma eğiliminde olduğu en yüksek ortalamaya sahip olan 6. Grubun dâhil puanlarının arttığı genel olarak söylenebilir. Öğrenci gruplarından Grup 1, Grup 4 ve Grup 6'nın güneş enerjili araba tasarımı etkinliğinde grup değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlarının diğer gruplara göre dikkat çeken bir artışı gözlenmektedir. Tüm puanların etkinlikler deney grubunda uygulandıkça artma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.64. Grup değerlendirme gözlem puanları

Haftalık Etkinlik İsimleri	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7	Grup 8
Atık maddelerden araba yapımı	6	7	5	7	6	10	6	11
Güneş fırını	5	8	6	5	8	10	7	6
Güneş enerjisiyle çalışan araba	11	7	5	10	6	12	7	6
Biyosfer	9	10	10	6	6	9	8	6
Nesli tükenen canlılar	9	6	8	9	8	10	9	7
Elektrik motoru	8	8	8	10	8	12	8	8
Su tribünü	11	12	12	8	8	12	8	8
Gezginleri marsa ulaştırma	12	10	12	12	12	12	11	11
Su roketi	12	11	12	12	12	12	12	10

Grupların etkinlikler esnasında yapılan gözlemler esnasında alınan alıntılar ile bu bulgular desteklenmektedir. Atık maddelerden araba tasarımı etkinliğinde öğrencilerin etkinlikleri ve tasarımı gerçekleştirmek için yüksek motivasyona sahip oldukları ancak grup içi ortak karar vermede sınırlılıklarının olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin tamamının grup kararlarına ve paylaşımına çok katılmadığı, görev dağılımında yer alamadığı görülmektedir. Öğrencilerin beyin fırtınası yapma ve yaratıcı fikirler sunmada başarılı oldukları ve tasarım sürecini kullanmada temel düzeyde başarılı oldukları gözlenmiştir. Bazı grupların tasarım esnasında beyin fırtınası ve problemi belirlemeye yönelik öğrencilerin çalıştığı ancak tasarımı yanlış planladıkları için tasarımlarını tekrar tasarlamaları gerektiği görülmüştür. Yapım aşamasında gruplarda bazı öğrenciler etkin rol alırken diğerlerinin daha az katıldığı grup içi görev paylaşımının az olduğu görülmüştür. Bazı gruplardaki öğrencilerin çok fazla beyin fırtınası yapamadıkları ve öğretmen rehberliğine ihtiyaç duydukları gözlenmiştir. Grup olarak çalışmaya, tasarım sürecini kullanarak tasarımlarını geliştirmeye, bilim ve mühendislik ilişkisini kullanarak günlük hayat ile tasarımlarını ilişkilendirmeye yönelik gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Güneş fırını tasarımında öğrencilerin grup olarak sorumluluk paylaşma ve grup olarak çalışma işbirliği içinde çok az çalışmaya önem verdikleri görülmektedir. Öğrencilerin çoğunun sık sık grup görevlerinin dışında kaldığı görülmektedir. Güneş fırını etkinliğinde bazı öğrencilerin bazen grup çalışmasında pasif kaldığı ve karar verme sürecinde tasarıma destek vermediği görülmektedir. Diğer grup üyelerinin de aynı şekilde beyin fırtınası yaparak özgün fikirler ortaya çıkarmada

sınırlı kaldığı gözlenmiştir. Güneş fırını tasarımı esnasında güneş ışınlarını bir araya toplamak için Miray kod adlı öğrenci çanak kısmını huni şeklinde yapmayı ve bu şekilde ışığı toplamak ile ilgili yaratıcı fikirler sunduğu görülmektedir. Ancak diğer grup üyeleri baskın olduğu için onların dediği yapılmakta ve birbirlerinin fikirlerine değer verme yönünden grupları eksik oldukları görülmektedir.

Güneş enerjili araba tasarımı etkinliğinde öğrencilerin tasarım parçalarında ve tasarımda ortaya çıkan sorunlar için çözüm önerisi üretemedikleri görülmüştür. Beyin fırtınası veya yeni fikirler sunamadıkları belirlenmiştir. Tasarımı yapma aşamasında parçaların çoğunu bozdukları güneş panelini uygun şekilde tasarıma dâhil etmek yerine motor ve panel arasındaki bağlantıya zarar verdikleri görülmektedir. Bazı grupların güneş enerjili araba tasarımı grup olarak parçaları birleştirmede zorlandıkları ve tasarım sürecini iyi kullanamadıkları görülmüştür. Çok az beyin fırtınası yaptıkları ve çok az test etikleri bu nedenle de tasarım fikirlerinin sınırlı olduğu görülmektedir. Sınırlı sayıda öğrencinin tasarımı geliştirmeyi düşündüğü ve grup içi beyin fırtınasında yaratıcı fikirler sunduğu görülmektedir.

Biyosfer tasarımı gruplar yaratıcılık ve beyin fırtınası üst seviyede olduğu, canlıya yaşam ortamı sağlamak için gelecek sonuçları göz önüne alarak planlama yaptıkları gözlenmiştir. Tam mühendis takımı gibi herkes beyin fırtınası yaparak bir tasarımı daha iyi hale getirmeye çalıştıkları ancak bilimsel kavramları açıklamakta sınırlı bilgiye sahip oldukları görülmüştür. Tasarımda kullanacakları bir hayvan ve bitkinin birbiri için olması gerektiğini ancak niçin olması gerektiğine dair fikir beyan edemedikleri gözlenmiştir. Tasarım için enerji döngüsünün önemi veya besin zinciri gibi herhangi bir açıklama kullanamadıkları ancak canlıların birbirleri için gerekli olduğuna dair inandıkları görülmektedir. Biyosfer tasarımı gruplardaki bireyler bir tasarım parçasının sorumluluğunu ve yapımını üstlendiği görülmektedir. Gruplar birbirinden bağımsız olarak çalışarak farklı ve kendilerine özgü tasarım yaptıkları gözlenmiştir. Çok sık değiştirip tasarım aşamasını bitirdikleri gözlenmiştir. Grup paylaşımlarının daha önceki etkinliklere göre daha iyi olduğu ve planlama aşamasında birlikte beyin fırtınası yapılarak ortak karar alındığı görülmektedir. Tasarımı gerçekleştirme aşamasında herkesin farklı bir sorumluluğu olduğu belirlenmiştir. Tasarım öncesinde iş bölümü ve görev dağılımı yaptıkları gözlenmiştir. Bazı grupların halen grup olarak tasarım sürecini

kullanma ve yeni fikir üretme sıkıntısı olduğu gözlenmiştir. Öğrenciler hazırlayacakları yaşam ortamının planını oluşturmada beyin fırtınası ile nasıl yapacaklarına dair fikir üretmede eksiklikleri olduğu görülmüştür. Tasarım sürecini kullanarak bir ürün ortaya koyamamışlardır. Bu konuda öğretmen rehberliğine çok ihtiyaç duydukları gözlenmiştir. Biyosferdeki yaşam döngüsünü anlamakta, canlı ve cansız varlıkların yaşamı devam ettirmek için neden birbirlerine ihtiyaç duyduklarını yorumlamakta sınırlı fikirler ortaya koymuşlardır. Biyosferdeki canlı yaşamını sürdürmek için biyosferde enerji döngüsünü ve enerji akışını anlamakta sınırlı kaldıkları görülmüştür.

Nesli tükenen canlılar etkinliğinde öğrencilerin grup olarak nesli tükenen canlıları korumak için afiş hazırladığı ve insanların bilinçlendirilmesine önem veren tasarımlar önerdikleri görülmüştür. Tasarımı sürecini dikkate alarak, beyin fırtınası yaparak tasarımlarının nasıl daha iyi geliştirilebileceğine yönelik çalıştıkları gözlenmiştir. Ancak direkt olarak nesli tükenen canlıları korumaya yönelik somut ürün ortaya koymada zorlandıkları görülmüştür. Nesli tükenen canlılar için çevreye yönelik tutumları iyi olduğu için motivasyonları yüksek seviyede olduğu ancak mühendislik becerileri düşük olduğu için nasıl bir tasarım ile onları koruyacaklarına yönelik sınırlı fikirler üretmektedir. Nesli tükenen canlıları bulundukları ortamda sürdürülebilir şekilde nesillerinin devamının zor olduğunu ve onları sadece koruma altına alarak ancak korunabileceğini ifade etmişlerdir. Yaptıkları tasarımlar ise sadece afiş asarak insanları bilinçlendirmeye yönelik fikirler sunmuşlardır.

Elektrik motoru tasarımında bilim ve mühendisliği iyi şekilde grup olarak iyi kullandıkları ve elektrik motorunun bilimsel olarak çalışma prensibini çok sorguladıkları görülmüştür. Günlük hayatta nerede kullanılabileceğine dair çıkarımlarda bulunmuşlar ve tasarımlarını buna göre geliştirmişlerdir. Elektrik motoru etkinliğinde öğrencilerin bilim ve mühendislik ilişkisine dair daha önceki yapılan güneş enerjili araba ile elektrik motoru tasarımının çalışma prensibi arasında ilişki kurmaya çalıştığı gözlenmiştir. Ancak elektrik motorunun çalışma prensibini anlamakta zorluk çektiklerini ve izledikleri belgesel ile biraz kavrayabildiklerini ifade etmişlerdir. Elektrik motorunu ise arabalarda nasıl kullanılacağını ve günlük hayatta nerelerde kullanılabileceğini anlamak için sorgulayıcı sorular sorarak anlamaya çalışmışlardır. Ancak ürün tasarım yönlerinin

hala eksik olduğu görülmüştür. Bunun yerine bilgiyi sorgulayarak öğrenmeye çalıştıkları ve bu nedenle tasarım için daha az zaman ayırdıkları görülmüştür.

Su tribünü tasarımı etkinliğinde grup içi çalışmanın önceki etkinliklere göre daha iyi seviyede olduğu ve birbirlerine söz hakkı tanıdıkları gözlenmektedir. Ancak silikon kullanarak parçaları birleştirmede yani el becerilerinin zayıf olduğu için zorlandıkları gözlenmektedir. Su tribünü tasarımında öğrencilerin zorlandığı ve çok beyin fırtınası yaptıkları gözlenmiştir. Parçaları birleştirmede zorlandıkları ve grup içi iş birliği ile özgün fikirler ortaya koydukları görülmüştür. Öğrencilerden su tribünü ile evlerdeki atık sulardan da elektrik üretilebileceği gibi fikirler geldiği görülmüştür. Bu şekilde binalarda yüksek katlardan aşağıya doğru suyun akışını kullanarak elektrik üretebileceklerini ifade etmişlerdir. Su tribünü tasarımı etkinliğinde silikon kullanarak parçaları birleştirmede grup olarak el becerilerinin düşük olduğu ancak elektrik motorunu kullanarak elektrik üretmek için grup olarak motivasyonlarının yüksek olduğu görülmektedir.

Gezginleri marsa ulaştırma gruplar balonun esnekliğini kullanarak basıncı nasıl azaltacaklarını sorgulayarak bilimsel kavramlarla tasarım sürecini gerçekleştirdikleri ve tasarımlarını en kısa sürede tamamladıkları görülmüştür. Ayrıca tasarımlarını geliştirmek için test ettikleri ve tasarıma paraşüt ekleyerek daha yavaş inmesini sağladıkları görülmüştür. Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde tasarımı daha iyi yapmak için beyin fırtınası ve grup içi paylaşımın iyi seviyede yapıldığı görülmektedir. İşbirliği içinde birlikte yaptıkları tasarım sonucu uzay aracına yerleştirdikleri astronotlarını yere indirdikleri gözlenmektedir. İlk yaptıkları tasarımı test ederek beyin fırtınası sonucu eklemek istedikleri yeniliklerle güncelleyerek daha yaratıcı tasarım yaptıkları tasarım sürecini aktif kullandıkları gözlenmektedir. Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde hava sürtünmesi ve esnekliği düşünerek hava yastığı yapmaları gerektiğine karar vermişlerdir. Ayrıca daha yumuşak bir iniş için paraşüt tasarımı yapmaları gerektiğini beyin fırtınası ve grup içi bilimsel tartışmalarla bulmuşlardır. Etkinlik sonunda ürünlerinin başarılı olması ve kullandıkları balonlarının hiç patlamaması sonucu bilim ve mühendisliği iyi seviyede kullanarak çalışan bir ürün ortaya koydukları söylenebilir. Grupların çoğunun astronotu temsil etmek amacıyla tasarıma yerleştirilen çiğ yumurtanın üzerinde hiç kırık olmadığı yani astronotun sağlıklı olarak yüzeye ulaşmasını sağladıkları gözlenmiştir.

Su roketi tasarımında grup içi paylaşımın ilk haftalara göre çok iyi seviyede olduğu, tasarımın amacı ve kullanışlılığı hakkında çok sorgulama ve beyin fırtınası yaptıkları gözlenmiştir. Ayrıca, tasarımlarını bilimsel olarak açıkladıkları ve tasarım sürecini aktif kullandıkları görülmüştür. Su roketi tasarımında grup çalışması ve işbirliğinin üst seviyede olduğu ve çok eğlendikleri görülmektedir. Beyin fırtınası sonucunda yaratıcı bir tasarım oluşturmada başarılı oldukları görülmektedir. Su roketi tasarımında grubun sağlam ve güvenilir bir ürün tasarımı yapmak için çok fazla çalıştıkları ve beyin fırtınası yaptıkları, bilim ve mühendisliği kullanarak gerçek roketlerde neler olduğunu ve tasarımlarına neler ekleyebileceklerini düşündükleri görülmüştür. Bu öğrenciler uzaya gönderilen roketler ile kendi roketleri arasında nasıl benzerlikler olduğu hem grup içi hem de rehber öğretmenlerden sorarak araştırmaya, öğrenmeye çalıştıkları gözlenmiştir.

Su roketi tasarımında su roketinin çalışma prensibini bilimsel olarak çok fazla sorguladıkları ve havayı sıkıştıran su yerine daha hafif bir madde kullanılsa roketin daha fazla yükselebileceğini ifade ettiler. Ayrıca roketin havaya çıkarken yarış arabaları gibi ne kadar dik olursa o kadar çok hızlı gideceği düşüncesiyle roketin kanatlarını çok ince ve uzun yapmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Yaptıkları ürünü öğretmen ile sorgulayarak öğrenmeye çalıştıkları görülmüştür. İniş içinse bir paraşüt tasarımı yaptıkları ancak paraşütü tasarımlarına eklemekte tüm grupların başarılı olamadığı bazı grupların başarılı olduğu görülmüştür. Bazı grupların paraşüt ve balon tasarımını roket tasarımına yükleyeceği ağırlık ve havanın sürtünme kuvvetinden nasıl etkileneceğini sorguladıkları ve vazgeçtikleri gözlemlenmiştir. Bilimsel olarak sorgulayarak öğrenen bazı grupların olduğu ve tüm grupların ise etkinliklerde motivasyonunun yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.7.2. Tasarım Süreci Değerlendirmeleri

Ürün değerlendirme rubriğinin tasarım sürecini değerlendirme bölümündeki (1) plan ve (2) Değiştirme/test etme alt kategorilerinden grupların her etkinlik sonucunda topladıkları toplam puanlara ilişkin çizelge aşağıdaki Çizelge 4.65.' de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi tüm gruplarda etkinliklere göre puanların artma eğiliminde olduğu genel olarak söylenebilir. Öğrenci gruplarından Grup 6'nın güneş enerjili araba tasarımı etkinliğinde tasarım sürecini değerlendirme bölümünden aldıkları puanlarının diğer gruplara göre dikkat çeken bir artışı

gözlenmektedir. Tüm puanların, etkinlikler deney grubunda uygulandıkça artma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.65. Tasarım süreci gözlem puanları

Haftalık Etkinlik İsimleri	Grup1	Grup2	Grup3	Grup4	Grup5	Grup6	Grup7	Grup8
Atık maddelerden araba yapımı	3	4	4	2	2	4	2	4
Güneş fırını	3	4	3	4	4	4	4	4
Güneş enerjisiyle çalışan araba	4	3	3	4	3	6	4	2
Biyosfer	4	5	4	4	3	5	4	2
Nesli tükenen canlılar	4	4	4	4	4	5	4	4
Elektrik motoru	3	4	4	5	4	5	4	4
Su tribünü	4	5	6	5	5	6	4	4
Gezginleri marsa ulaştırma	4	4	6	6	6	6	5	5
Su roketi	5	5	6	6	6	6	6	5

Grupların etkinliklerde yapılan gözlemler esnasında alınan alıntılar ile bu bulgular desteklenmektedir. Grupların atık maddelerden araba yapımı etkinliğinde plan yapmadan malzemeleri direkt olarak birleştirmeye çalıştıkları ve ürün çalışmadığında veya eksik gördükleri yerleri deneyerek değiştirmeye çalıştıkları için son üründe başarılı oldukları görülmektedir. Atık maddelerden araba yapımı etkinliğinde öğrencilerin ölçümlerde hata yaptıkları ve araba tasarımlarının çok iyi çalışmadığı görülmüştür. Tasarımda kullandıkları balonun başlangıçta ters bağlandığı için tasarımı tekrar geliştirdikleri ve öğretmen yardımına ihtiyaç duydukları görülmüştür. Atık maddelerden araba tasarımı planlamadan çok rastgele olarak yaptıkları tasarımlarında değişiklikleri bilimsel olarak gerekçelendirmekten çok deneyerek buldukları ve tasarımı bu şekilde yaptıkları görülmüştür. Bazı grupların atık maddelerden araba tasarımı etkinliğinde öğrencilerin çalışmayan ürün tasarladıkları ve test ederek değiştirmede yetersiz kaldıkları görülmüştür. Grupların çoğunun atık maddelerden araba tasarımı esnasında ürünlerini test ettikleri ve geliştirme eğiliminde oldukları görülmüştür.

Güneş fırını tasarımı grupların başlangıçta çalışan bir ürün ortaya koyamadıkları ancak eksikliklerini iyi şekilde belirleyerek değiştirebildikleri için sonuç olarak çalışan ürün ortaya koyabildikleri belirlenmiştir. Güneş fırını tasarımı etkinliğinde ürünlerini değiştirdikleri ancak bilimsel gerekçelere dayalı kanıtlar sunamadıkları belirlenmiştir. Güneş fırını tasarımı esnasında çalışmayan ürün

ortaya koydukları ve test edip değiştirmede başarılı olamadıkları gözlenmiştir. Etkinlik sonunda yaptıkları ilk tasarımı da değiştirirken bozdukları ve parçaları birleştirmede çok zorlandıkları gözlenmiştir.

Güneş enerjili araba tasarımı ve elektrik motoru tasarım etkinliklerinde öğrencilerin tasarımlarında kullandıkları güneş paneli ve elektrik motoru gibi araçların çalışma prensiplerini anlayamadıkları için planlama ve değiştirme/test etme açısından çok iyi tasarımlar ortaya koyamadıkları görölmüştür. Güneş enerjili araba tasarımında her grup üyesinin tasarıma destek verdiği, yenilik yapmaya da açık oldukları ve “Daha iyi ne yapabiliriz?” ifadesiyle kendilerini sorguladıkları belirlenmiştir. Güneş enerjili araba tasarımında deneme yanılma yöntemiyle uygun parçaları buldukları ve planlama açısından zayıf oldukları görölmektedir.

Biyosfer tasarımında yaratıcılık ve beyin fırtınası üst seviyede olan az sayıda grup canlılara yaşam ortamı sağlamak için gelecek sonuçları göz önüne alarak planlama yaptıkları ve planlarına uyarak geliştirdikleri modellerinde bilimsel olarak geliştirilmeye ihtiyaç duydukları açık şekilde görölmektedir. Kapalı sistem olarak yaptıkları biyosfer tasarımlarında yaşam döngüsünü ve enerji döngüsüne dikkat etmedikleri görölmüştür. Biyosfer tasarımında öğrencilerin ortak bir plan yaparak ve her şeyi bilimsel olarak sorgulayarak yaptıkları ve ürünlerini bu plan ile gerçekleştirdikleri görölmektedir. Biyosfer tasarımında planlama aşamasında rehber desteğine çok ihtiyaç duyarak yaptıkları ürüne ait tutarlı ölçümler ve açıklamalara planlarında yer vermedikleri görölmüştür. Biyosfer tasarımında planlama aşamasında rehber yönlendirmesine çok ihtiyaç duydukları gözlenmiştir.

Nesli tükenen canlılar ve elektrik motoru tasarımında öğrencilerin bilimsel olarak sorgulama yaptıkları ancak ürünlerinde bunu çok iyi yansıtamadıkları gözlenmiştir. Elektrik motoru tasarımında mühendislik olarak yaptıkları tasarımı geliştirmeye ve değiştirmeye açık olmadıkları görölmüştür. Planlama ve test etme için bu etkinlikte grupların yeterince zaman harcamadıkları ve tasarımları ortak plan üzerinden direkt inşa etmeye çalıştıkları gözlenmiştir.

Su tribünü etkinliğinde yaptıkları tasarımın başarılı şekilde çalıştığı ancak düzeltilmeye ihtiyacı olduğu görölmektedir. Test etmeyi değiştirmeyi tekrar yaptıkları görölmektedir. Su tribünü tasarımında planlamada iyi olmadıkları için

zamanlamayı da ayarlamakta zorluk yaşadıkları gözlenmiştir. Su tribünü etkinliğinde kendi çarklarını yaptıkları ve iyi plan yaparak çalışan bir ürün ortaya koydukları görülmektedir.

Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde astronotu güvenli şekilde yere indirmek için hava yastığı, paraşüt gibi değişiklikleri tasarımlarının planlama kısmında ve değiştirme bölümünde bilimsel olarak esneklikle ilişkisine değindikleri gözlenmiştir. Gezginleri marsa ulaştırma ve su roketi etkinliklerinde yeterince plan yapmaya özen göstermedikleri ancak deneyerek tasarımlarını geliştirdikleri için tasarımlarının son ürünlerinin başarılı olduğu görülmektedir. Az sayıda grubun gezginleri marsa gönderme etkinliğinde daha basit bir tasarım yaptıkları ancak iyi bir planlama sonucu astronotu yere indirebildikleri gözlenmiştir. Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde öğrencilerin sürtünme kuvvetini arttırmayı ve yere vurmadan oluşacak basıncı tartıştıkları ve bunu tasarımlarında uyguladıkları görülmektedir. Balonları hem çok şişirmenin hem de yere vurduğunda oluşacak basıncın modeldeki astronota zarar vermesini engellemeye çalıştıkları bir tasarım ortaya koydukları görülmüştür. Gezginleri marsa ulaştırmada kendi özgün tasarımlarını iyi planlayarak yaptıkları ve değişiklikler yapılmış başarılı bir tasarım ortaya koydukları görülmüştür. Astronot için hava yastığı tasarımı geliştirdiler. Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde tasarımlarını iyi şekilde planlayarak astronotu tasarımlarındaki konumunu iyi belirledikleri ve tasarımlarında testlerden sonra değiştirmeye gittikleri gözlenmiştir. Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde tasarımlarının hatalarını görüp değiştirdikleri, balonları bantlayınca patlattıkları ve patlayınca vazgeçtikleri gözlenmiştir.

Benzer şekilde su roketi tasarımında da gruptaki üyelerin artık daha bilimsel bir yaklaşımla plan ve test yaptıkları ve tasarımlarına eklemeler ve düzeltmeler yaptığı görülmektedir. Su roketi tasarımında istedikleri tasarımı gerçekleştirdikleri ve bilimsel olarak roketin nasıl çalıştığını sorguladıkları görülmektedir. Sürtünme kuvvetini hesaba katarak tasarımlarını gerçekleştirdiklerini grup içi tartışmalarda ifade ettikleri görülmektedir. Su roketi etkinliğinde iyi plan yaparak sadece roketin uçuşuna değil tekrar yere düşerken sağlam inmesi için kanat tasarımına bilimsel olarak odaklandıkları görülmüştür. Kanatların uzunluklarını ve konularını hem su roketinin en fazla yüksekliğe çıkmasına hem de inerken dağılmamasına dikkat etmişlerdir. Su roketi tasarımlarında bilimsel olarak açık şekilde plan yaptıkları ve roketlerin her parçasının roketin hızını ve yükselmesini nasıl etkileyeceğini

hesapladıkları görülmüştür. Örneğin, en hafif maddeden kanat yaptıkları, en ideal su miktarının ne kadar olması gerektiğine ve en fazla ne kadar hava basıncı sağlayacaklarına kadar düşünmüşlerdir. Su roketi tasarımında başarılı bir plan ve değiştirme gerçekleştirdikleri görülmüştür. Su roketi tasarımı etkinliğinde roket prototipini iyi çizdikleri ancak parçaları birleştirmede çok becerikli olmadıkları gözlenmiştir. Grup olarak test etmede ve değiştirmede çok başarılı olmadıkları ve planlamaya ancak son etkinlikte önem verdikleri görülmektedir.

4.7.3. Son Ürün İşlevselliğinin Değerlendirilmesi

Ürün değerlendirme rubriğinin son ürünün işlevselliğini değerlendirme bölümündeki (1) ürün işlevselliği, (2) zamanlama ve (3) özgünlük (orijinallik) alt kategorilerinden grupların her etkinlik sonucunda topladıkları toplam puanlara ilişkin çizelge aşağıdaki Çizelge 4.66.'da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi tüm gruplarda etkinliklere göre puanların artma eğiliminde olduğu en yüksek ortalamaya sahip olan 1. ve 6. grubun dâhil puanlarının arttığı genel olarak söylenebilir. Öğrenci gruplarından Grup 1 ve 4'ün güneş enerjili araba tasarımı etkinliğinde son ürünün işlevselliğini değerlendirme bölümünden aldıkları puanlarının diğer gruplara göre dikkat çeken bir artışı gözlenmektedir. Tüm puanların deney grubunda artma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.66. Son ürünün işlevselliği gözlem puanları

Haftalık Etkinlik İsimleri	Grup1	Grup2	Grup3	Grup4	Grup5	Grup6	Grup7	Grup8
Atık maddelerden araba yapımı	5	5	4	5	3	6	3	6
Güneş fırını	4	6	5	5	5	7	5	5
Güneş enerjisiyle çalışan araba	8	3	3	8	3	7	6	3
Biyosfer	6	6	4	4	3	6	5	3
Nesli tükenen canlılar	7	4	5	6	5	6	5	5
Elektrik motoru	7	5	6	5	5	6	5	5
Su tribünü	6	6	6	6	6	6	5	5
Gezginleri marsa ulaştırma	8	5	8	9	9	9	6	5
Su roketi	9	6	8	7	8	9	8	7

Grupların etkinliklerde yapılan gözlemler esnasında alınan alıntılar ile bu bulgular desteklenmektedir. Atık maddelerden araba tasarımı etkinliğinde zamanlama ve ürünün işlevsel olarak çalışması açısından başarılı oldukları ancak özgün bir ürün

tasarlayamadıkları görülmektedir. Atık maddelerden araba tasarımı etkinliğinde öğrencilerin balonu başlangıçta ters bağladıkları için tasarımı tekrar geliştirmek zorunda kaldıkları ve bu nedenle tasarım sonunda tam işlevsel olamayan bir tasarımı planlanan zamanda bitiremedikleri görülmüştür. Öğretmen yardımına çok ihtiyaç duydukları görülmüştür. Ayrıca, özgün bir araç tasarımı gerçekleştirememişlerdir. Bazı gruplardaki öğrencilerin atık maddelerden araba yapımı etkinliğinde öğrencilerin yaptıkları tasarımın çalışmadığı ve parkuru tamamlayamadan durduğu belirlenmiştir. Yeni tasarımı da gerçekleştirecek kadar zamanları olmadığı için planlamada başarısız oldukları görülmektedir. Bu etkinlikte planlanan zamanda çalışan bir ürün ortaya koyamadıkları görülmüştür. Rehber yardımına rağmen grubun malzemeleri işlevsel bir ürün ortaya koymak için birleştiremedikleri görülmüştür. Diğer grupların ise özgün olmayan ancak işlevsellik açısından etkili bir ürünü zamanlamaya uyarak yaptıkları ve yarışta başarılı oldukları gözlenmiştir.

Güneş fırını tasarımlarında işlevsel bir ürün ortaya koydukları ancak zamanlamayı ayarlayamadıkları ve özgün olmayan bir ürün ortaya koydukları görülmüştür. Güneş fırını tasarımlarının işlevsel olarak çalıştığı ancak zamanlama ve özgünlük açısından istedikleri tasarımı gerçekleştiremedikleri görülmektedir. Parçaları birleştirmede sorun yaşadıkları görülmüştür. Güneş fırını tasarımında tasarımın daha çok ışık toplaması için tasarımın dış kısmını siyah kapladıkları ve daha çok koyu renkler kullanmışlardır. Tasarımlarının zamanında ve tam işlevsel olarak çalışmadığı belirlenmiştir. Az sayıda grubun güneş fırını tasarımında direkt diğer gruplara bakarak yaptıkları ve bu nedenle özgün bir araç tasarımı gerçekleştiremedikleri görülmüştür.

Az sayıda grubun güneş enerjili araba tasarımı yapma aşamasında parçaların çoğunu bozdukları için başarılı şekilde zamanında birleştiremedikleri ve özgün tasarım yapamadıkları görülmüştür. Bazı grupların güneş enerjisiyle çalışan araba etkinliğinde güneş panelinin güneşe göre açısını değiştirerek verimi arttırmayı akıl ettikleri görülmektedir. Güneş enerjisiyle çalışan araba tasarımında parçaları birleştirmekte ve işlevsel ürün tasarlamakta başarısız oldukları gözlenmiştir. Bazı grupların güneş enerjisiyle çalışan araba tasarımında güneş panelini güneşten gelen ışınlar göre konumlandırmaları gerektiği düşüncesiyle diğer gruplara göre farklı açıyla paneli arabanın üzerine yerleştirmeye çalışmışlardır. Güneş enerjisiyle çalışan araba tasarımında tam olarak çalışmayan bir ürün yaptıkları ve etkinlik

sonunda yaptıkları ilk tasarımı da değiştirirken bozdukları görülmüştür. Parçaları birleştirmede çok zorlandıkları için zamanlamayı da ayarlayamadıkları görülmüştür.

Biyosfer tasarımında bilimsel bilgisi az yaratıcılığı ve hayal gücü üst seviyede olan grupların her probleme yönelik bir çözüm önerisi vardır. Bu nedenle işlevsel bir ürün tasarımı ve daha özgün bir tasarım yaptıkları gözlenmiştir. Biyosfer tasarımında kendilerine özgü tasarım yapmayı planladıkları ve planlanan zamanda tasarımın çoğunu bitirdikleri ancak tam işlevsel bir tasarım yapamadıkları farkedilmiştir. Biyosfer tasarımında, özgün ve zamanında bitirilmiş tam işlevsel tasarımlar gerçekleştirememişlerdir. Az sayıda öğrencinin biyosfer tasarımında biyoçeşitliliğe önem veren bir tasarım yapmaya çalıştıklarını ifade eden ve özgün bir ürün ortaya koymaya çalıştıkları ancak zamanlamayı ayarlayamadıkları görülmüştür. Biyosfer tasarımında beyin fırtınası için çok zaman harcadıkları için zamanlamayı yine ayarlayamadıkları görülmüştür. Biyosfer tasarımında bazı gruplardaki üyelerinin eksik olmasından kaynaklı olarak ürünü planladıkları ancak zamana uygun olarak bitiremedikleri ve ürünün işlevsel olarak çalışmadığı belirlenmiştir.

Öğrencilerin su tribünü tasarımları işlevsel olarak çalışıyor ancak düzeltilmeye ihtiyacı olduğu için tamamen özgün bir tasarım yapamadıkları belirlenmiştir. Su tribünü tasarımında son ürün işlevselliği açısından kendi çarklarını yaptıkları ve grup olarak özgün tasarımlar yapmaya başladıkları söylenebilir. Su tribünü tasarımında zorlandıkları tasarımı zamanında bitirseler de tasarımın işlevsel olarak çalışmadığı görülmektedir.

Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde özgün bir tasarım yaparak astronotu yere sağlam şekilde indiren işlevsel bir tasarımı planlanan zamanda yapan grupların çoğunlukta olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde malzemelerin hepsini kullanmadıkları ve basit bir tasarım yaptıkları gözlenmiştir. Az sayıda grubun gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde balonların bir kısmını patlattıkları için yeniden tasarımı yaptıkları için, zamanlamayı planlanan şekilde bitiremedikleri görülmüştür. Fakat başarılı çalışan kendi grupları için özgün bir ürün gerçekleştirdikleri gözlenmiştir. Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde kendilerine özgü paraşüt ve balonlarla kaplı yere en geç ve en yumuşak iniş yapan tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Gezginleri marsa ulaştırmada

kendi özgün tasarımlarını yaptıkları, zamanlamayı iyi kullandıkları ve işlevsel bir ürün yaptıkları görülmektedir. Gezginleri marsa ulaştırmada son ürün işlevselliği açısından bakıldığında balonları patlatmayan az sayıda grubun tamamen işlevsel bir ürün ortaya koydukları görülmüştür. Tasarımlarının çok başarılı olduğu ve bilimsel bilgileri iyi olan bir grup olarak özgün bir ürün ortaya koydukları söylenebilir. Bilimsel olarak modellerini tanıtır, niçin bu tasarımı seçtiklerini açıklamışlardır. Bir grubun gezginleri marsa gönderme etkinliğinde tasarımı planlanan zamanda bitirdikleri ancak astronotun tasarımın denenmesi sonucu zarar gördüğü sonuç olarak işlevsel bir ürün ortaya koyamadıkları görülmüştür. Gezginleri marsa ulaştırma ve su roketi tasarımlarında malzemeleri birleştirmekte zorlandıkları için planlanan zamanlamaya tamamen uyamadıkları ve geçte olsa yarı işlevsel ürünler tasarladıkları görülmüştür.

Su roketi tasarımında iniş için balon ve paraşüt tasarlayarak daha özgün bir tasarım yaptıkları ve planlanan zamanda tasarımı bitirdikleri görülmüştür. Su roketi tasarımında kendi tasarımlarını yaptıkları ve su roketinin çalışma prensibini çok iyi sorguladıkları görülmüştür. Bu yüzden istenen zamanda tasarımı tamamlamakta geç kalmışlardır. Su roketi tasarımında başarılı ancak özgün olmayan işlevsel bir ürün tasarladıkları fark edilmiştir. Su roketi etkinliğinde sağlam ve güvenilir bir tasarım yapmalarına rağmen çok özgün bir tasarım yaptıklarını söyleyemez. Su roketi tasarımında kanat yapmayı bu sayede roketin düzgün hızlanıp düzgün ineceğini düşündükleri işlevsel bir ürünü zamanında bitirseler de bu tasarıma benzer tasarımlar yapıldığı için tasarımları tamamen özgün olduğu söylenemez. Su roketi tasarımında işlevsel olarak çalışan ürünlerinin bilimsel olarak tasarımını çok iyi gerekçelendirmişlerdir. Kanat tasarımı, su basıncı, düşerken hava yastığı bile takmayı düşündükleri bu nedenle özgün bir tasarım yaptıkları ve zamanlamaya uydukları söylenebilir. Su roketi etkinliğinde başarılı şekilde çalışan bir ürünü planlanan zamanda tamamladıkları ancak tamamen özgün bir ürün olmadığı görülmüştür.

4.7.4. Son Ürünlerinin Değerlendirilmesi

Ürün değerlendirme rubriğinin son ürün değerlendirme bölümündeki (1) tasarıma benzerliği, (2) malzemeler, (3) yapı inşasına özen gösterme ve (4) ölçümlerin doğruluğu alt kategorilerinden grupların her etkinlik sonucunda topladıkları toplam puanlara ilişkin çizelge aşağıdaki Çizelge 4.67.'de verilmiştir. Çizelgede

görüldüğü gibi tüm gruplarda etkinliklere göre puanların artma eğiliminde olduğu en yüksek ortalamaya sahip olan 6. grubun dâhil puanlarının arttığı genel olarak söylenebilir. Öğrenci gruplarından Grup 1 ve 4'ün güneş enerjili araba tasarımı etkinliğinde son ürün değerlendirme bölümünden aldıkları puanlarının diğer gruplara göre dikkat çeken bir artışı gözlenmektedir. Tüm puanların etkinlikler deney grubunda uygulandıkça artma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.67. Son ürün değerlendirme gözlem puanları

Haftalık Etkinlik İsimleri	Grup1	Grup2	Grup3	Grup4	Grup5	Grup6	Grup7	Grup8
Atık maddelerden araba yapımı	7	6	5	4	5	9	4	9
Güneş fırını	5	9	7	8	8	10	8	5
Güneş enerjisiyle çalışan araba	9	5	5	10	4	10	7	4
Biyosfer	8	9	5	6	5	9	8	4
Nesli tükenen canlılar	8	6	8	8	7	8	8	8
Elektrik motoru	8	8	10	8	9	9	8	8
Su tribünü	8	8	10	9	8	8	8	9
Gezginleri marsa ulaştırma	10	10	9	12	10	12	10	10
Su roketi	11	10	12	12	12	12	12	10

Grupların etkinliklerde yapılan gözlemler esnasında alınan alıntılar ile bu bulgular desteklenmektedir. Öğrencilerin genel olarak ilgilerini çeken güneş enerjili araba tasarımı, su roketi ve gezginleri marsa ulaştırma etkinliklerinde tasarıma önem verdikleri ve bu tasarımdaki ölçüm ve malzemelere yüksek oranda uyararak sağlam ve güvenilir tasarımlar yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin etkinliklerde çalışan ürün tasarlamakta eksik kaldıkları ve tasarımlarına benzerliği, yapı açısından sağlamlığı, ölçümlerin doğruluğu ve malzemeleri etkili kullanmada sorunlar yaşadığı görülmektedir.

Atık maddelerden araba tasarımı etkinliğinde ölçümlerde hata yaptıkları ve balonu başlangıçta ters bağladıkları için tasarımın çalışmadığı ve sağlam güvenilir bir tasarım gerçekleştiremedikleri görülmüştür. Bu süreçte öğretmen yardımına ihtiyaç duydukları görülmüştür. Atık maddelerden araba tasarımı etkinliklerinde tasarımı süreç içinde çok fazla değiştirdikleri için ürünün tasarıma benzerliğinin düşük olduğu görülmektedir. Atık maddelerden araba yapımı etkinliğinde yapılan tasarımın güvenilir ve sağlam olmadığı, tasarıma benzerliği ve uygun ölçümleri kullanmada yeterince başarılı olmadıkları görülmüştür. İlk etkinliklerde

öğrencilerin tasarımlarına uygun ürünler yapmada sıkıntılar yaşadığı ve sağlam ölçümlere uygun malzemeler kullanamadığı görülmektedir.

Güneş enerjili araba tasarımında güneş panelinin güneşe göre konumlandırılmasında özgün tasarımlar düşündükleri ve bunu son ürünlerinde kullanmaya çalıştıkları görülmüştür. Güneş enerjisiyle çalışan araba tasarımında malzemeleri uygun şekilde kullanmadıkları ve sağlam olmayan bir yapıda tasarım yaptıkları gözlenmiştir. Güneş enerjisiyle çalışan araba tasarımında grup çalışması ve ölçümlere önem verdikleri görülmüştür. Güneş enerjisiyle çalışan araba yapımı etkinliğinde öğrencilerin paneli araç üzerine oturtmakta ve malzemeleri etkili kullanmakta yaşadığı zorluklardan dolayı tasarıma tam benzeyen sağlam bir tasarım yapamadıkları görülmüştür. Değişiklikler esnasında ilk tasarıma da zarar verdikleri için yapı inşasına da özen göstermedikleri söylenebilir.

Biyosfer tasarımı etkinliğinde tasarıma benzerlik açısından yapılan tasarımın yarısının benzer olduğu, ölçümlerin hassas olmayışından dolayı sağlam olmayan bir tasarım yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin planlama aşamasındaki yaşadıkları zorluklardan dolayı ürünlerini tam olarak planlanan ürüne dönüştüremedikleri görülmüştür. Sağlamlık açısından bitirilen ürünlerin canlılar için yeterince sağlam olduğu ancak yer değiştirildiğinde ürünlerin çoğunun sağlam olmadığı görülmüştür. Malzemeleri öğrencilerin etkili kullanmaya çalıştığı canlılar için yaşayabilecekleri temel bir biyosfer hazırlamaya çalıştıkları görülmüştür. Bu nedenle malzemelerin çoğunu kullandıkları belirlenmiştir.

Elektrik motoru etkinliğinde öğretmen rehberliğinde plan yaptıkları için ürünlerinin tasarıma benzerliği, ölçümlere uygunluk ve sağlam malzemelerin etkili kullanıldığı tasarım yapmakta orta seviyede başarılı oldukları görülmektedir. Öğrencilerin orta düzeyde plana uygun malzemeler ile tasarım yapmaya çalıştıkları ve ölçümlere dikkat ettikleri görülmüştür. Yapı inşası bakımında uygun malzemeleri seçtiklerinde daha sağlam ürünler yaptıkları gözlenmiştir.

Su tribünü tasarımında tasarımı güçlü ve sağlam yapmak için iyi plan yaptıkları ve plana uygun malzemeleri kullanarak sağlam ve güvenilir bir ürün ortaya çıkardıkları görülmektedir. Su tribünü tasarımında öğrencilerin malzemeleri etkili şekilde kullanmaya başladıkları bu nedenle malzemeleri tasarıma daha uygun şekilde kullandıkları görülmektedir. Bir gruptaki öğrencilerin su tribünü

etkinliğinde silikon kullanmada yaşadıkları yarış yüzünden tüm tasarımlarına zarar verdikleri bu nedenle tasarıma benzer, sağlam, ölçümleri ve malzemeleri uygun olarak kullanılan tasarımlar yapmada yeterince başarılı olamadıkları görülmüştür. Su tribünü ve silikonu kullandıkları tasarımlarda öğrencilerin el becerilerinin yeterince iyi olmadığından malzemeleri etkili kullanamadıkları görülmüştür.

Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde tasarım planlarına sadık kalarak ölçüm ve malzemelerin kullanımına özen göstererek sağlam ve güvenilir tasarımlar gerçekleştirmişlerdir. Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde tasarımda az sayıda malzeme kullanmaya yönelik plan yaptıkları ve buna uygun olarak daha az sayıda malzeme kullanarak sağlam ve güvenilir bir ürün ortaya koydukları görülmüştür. Bir grubun gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde balonları patlattıkları için malzemeler ve ölçümlerin tasarıma uygun olmadığı görülmektedir. Gezginleri marsa ulaştırma ve su roketi etkinliklerinde tasarıma daha benzer yarisına yakını sağlam kullanışlı ürünler yaptıkları görülmektedir. Bilimsel bilgileri iyi olan bir grubun bilimsel olarak modellerini tanıtip, niçin bu tasarımı seçtiklerini açıkladıkları görülmektedir. Tasarımlarıyla tutarlı sağlam ve ölçümlere uygun malzemeler kullanılmış bir ürün ortaya koydukları görülmektedir. Diğer bir grubun gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde çok fazla balon patlattıkları için malzemeleri ölçümlerine ve tasarımlarına uygun olarak gerçekleştiremedikleri görülmektedir. Gezginleri marsa ulaştırma etkinliğinde malzemeleri etkili kullanamadıkları için sağlam ve güvenilir bir tasarım yapmada zorlandıkları görülmüştür.

Su roketi tasarımında tasarımlarıyla çok benzeyen ölçüm ve malzemelerin uygunluğu açısından başarılı bir ürün ortaya koydukları görülmektedir. Su roketi tasarımında öğrencilerin başarılı ve sağlam bir ürün tasarlayacak seviyede oldukları görülmektedir. Su roketi ve gezginleri marsa ulaştırma etkinliklerinde sağlam güvenilir tasarımlar yaptıkları görülmüştür.

4.8. Karma Yöntem Bulguları

STEM etkinliklerinin etkilerini, sadece nicel bulgular veya nitel bulgular ile ortaya koymak mümkün değildir. Bu nedenle elde edilen bulguların birlikte yorumlanarak ve bütünleştirilerek iç içe geçmesi gerekmektedir. Aşağıda verilen çizelge 4.65’da nicel ve nitel bulgulara ek karma yöntem bulguları verilmiştir.

Ortaokul 7. Sınıf öğrencileri ile yapılan STEM etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki tüm etkilerini sadece nicel ölçme araçlarıyla veya sadece nitel ölçme araçlarıyla belirlemek zordur. Bu nedenle bu çalışmada hem nicel hem de nitel verilerin bir arada yorumlanması ve iç içe geçmesi gerekmektedir. Nicel bulgular STEM etkinlikleri uygulanan öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgilerinin kontrol grubuna göre anlamlı şekilde arttığını göstermektedir. Nitel bulgular da STEM etkinlikleri uygulanan öğrencilerin bu STEM alanlarına yönelik ilgilerinin ve STEM etkinliklerinin disiplinler arası olarak uygulanmasına özellikle fen mühendislik entegrasyonuna yönelik olumlu tutumları olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin daha fazla fizik konularında mühendislik entegrasyonuna yönelik örnek tasarımlar önerdikleri bulunmuştur. Ayrıca STEM etkinliklerine katılan öğrenciler mühendisleri ölçümler alıp çizim yapan, tasarım gerçekleştiren, hesap yapan ve el becerisi gelişmiş fikir üreten bireyler olarak gördükleri, bilim insanını ise fikir üreten, bilimsel bilgiyi bilen, deney yapan, yaratıcı ve hayal gücü olan bireyler olarak tanımladıkları ve bu mesleklere yönelik olumlu görüş bildirdikleri bulunmuştur.

Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ilişkin bulgular STEM etkinliklerinin uygulandığı öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı şekilde farklılaştığını göstermiştir. STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin tasarım, grup çalışması, deney yapma, yaratıcılık, işbirlikli çalışma, mühendislik, el becerisi, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri ile ayrıca aktif katılım, motivasyon, özgüven, kalıcı ve anlamlı öğrenmelerinin arttığını ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin 21. Yüzyıl standartlarında onlardan beklenen beceriler olan eleştirel düşünebilen, problem çözen, tasarımlar yapabilen, yaratıcılığı ve hayal gücü gelişmiş, grup olarak çalışabilen işbirliğine açık, girişim yapmak için motivasyon ve özgüvene sahip ve bilimsel süreç becerileri gelişmiş bireyler yetiştirmek için STEM temelli etkinliklerinin uygulanmasının etkili olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.68. Karma yöntem bulgularının yorumlanması

Ölçümler	Nicel Bulgular						Nitel Bulgular	Karma Yöntem Bulguları
	Deney grubu (M±SD), N=22		Kontrol grubu (M±SD), N=22		p	η ²	Görüşme (N=15) ve Gözlem (N=22)	
	Ön test	Son test	Ön test	Son test				
Bilimsel süreç becerileri testi	11.14±2.32	22.91±4.16	11.59±4.14	14.00±2.98	.000	.629	1. Öğrencilerin STEM eğitime yönelik görüşleri, - Disiplinler arası ilişki ve fen-mühendislik entegrasyonuna yönelik olumlu görüş - Fizik konularıyla daha fazla ilişkilendirme (basit makinalar, enerji, kuvvet) - Tasarım becerisi, grup çalışması, aktif katılım, kalıcı, anlamlı öğrenme, motivasyon, deney yapma, yaratıcılık, işbirlikli çalışma, mühendislik, el becerisi, eleştirel düşünme, problem çözme, özgüven - İş bölümü eksikliği, zamanlama, el becerisi eksikliği, fikir ayrılığı, - Uygulamalı ve STEM temelli etkinlikler, tasarım temelli, teknoloji temelli, fen derslerine	STEM temeli i etkinliklerinin uygulanması öğrencilerin STEM alanlarına ve STEM mesleklerine yönelik olumlu bir ilgi ve görüş 21. yy becerileri ve bilimsel süreç becerileri STEM öğrenme motivasyonu Problem çözme, grup olarak çalışma, tasarım sürecini kullanma, bilim mühendisliği işleme ve günlük hayat için işlevsel ürünler ortaya koyma davranışları
Fen Başarı Testi	11.05±5.09	14.59±3.61	12.09±5.15	12.95±3.43	.054	.088		
Fen'e yönelik Kariyer ilgi	46.23±4.16	50.23±3.54	44.05±7.86	40.50±6.32	.000	.478		
Matematiğe yönelik Kariyer ilgi	39.86±8.80	47.68±5.67	39.64±12.46	34.73±6.66	.000	.595		
Teknolojiye yönelik Kariyer ilgi	43.27±7.13	48.05±5.13	44.73±7.35	44.32±7.34	.022	.121		
Mühendisliğe yönelik Kariyer ilgi	40.55±8.27	49.18±4.44	41.77±7.98	41.59±7.85	.000	.283		
Öğrenmeye İlişkin Kontrol İnancı	18.77±5.79	21.64±4.50	19.68±3.48	20.36±3.06	.226	.036		
İçsel hedef düzenleme	18.27±6.59	22.50±4.09	18.73±4.40	20.14±3.03	.026	.116		
Görev değeri	27.82±9.36	34.14±6.56	32.18±4.18	29.55±4.87	.010	.151		

Çizelge 4.68. Karma yöntem bulgularının yorumlanması (Devamı)

Ölçümler	Nicel Bulgular						Nitel Bulgular	Karma Yöntem Bulguları
	Deney grubu (M±SD), N=22		Kontrol grubu (M±SD), N=22		p	η ²	Görüşme (N=15) ve Gözlem (N=22)	
	Ön test	Son test	Ön test	Son test				
Dışsal hedef düzenleme	18.05±6.40	22.64±4.36	22.50±2.58	19.73±3.18	.007	.167	entegre edilmeli, matematik derslerine entegre edilmeli, gerçek boyutlarda tasarım - Mühendis: Ölçü alıp çizim yapan, tasarım yapan, düşünerek hesaplayan, bilgili, el becerisi gelişmiş ve fikir üreten - Bilim insanı: Fikir üreten, bilimsel bilgi sahibi, deney yapan, yaratıcı ve hayal kuran 2. Grup performans değerlendirme gözlem sonuçları, - problemi belirleme ve beyin fırtınası çözümleri ↑ - grup olarak çalışma ↑ - tasarım sürecini kullanma ↑ - bilim ve mühendisliği işleme ↑ - son ürün işlevselliği ↑	
Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlilik	36.77±13.13	44.73±7.65	41.59±5.09	39.32±6.06	.008	.161		
Sınav kaygısı	22.86±7.67	26.95±4.96	23.50±4.32	24.59±4.23	.107	.062		
Akran işbirliği	17±7.50	22.59±3.92	16.72±5.22	21.77±3.16	.463	.013		
Meta bilişsel stratejiler	38.41±16.05	49.81±9.32	39.68±10.83	50.00±4.49	.991	.000		
Eleştirel düşünme	12.5±5.96	16.64±2.80	14.32±5.07	16.68±3.54	.912	.000		

Nicel bulgulara STEM etkinlikleri uygulanan öğrencilerin STEM alanlarını öğrenmeye yönelik motivasyon alt boyutlarından içsel hedef düzenleme, görev değeri, dışsal hedef düzenleme, öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlilik inançlarının kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin öğrenmeye ilişkin kontrol inancı ve sınav kaygısı inançları ile akran işbirliği, meta bilişsel stratejiler ve eleştirel düşünme stratejilerinin anlamlı şekilde farklılaşmadığı bulunmuştur. STEM etkinliklerinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin etkinlikler esnasında yaşadığı zorluklar ve olumsuzluklar olarak; iş bölümü eksikliği, zamanlama, el becerisi eksikliği, fikir ayrılığı ve rekabete bağlı stres yaşadıklarını ifade ettikleri bulunmuştur. Bu zorluklara ve uygulanan STEM etkinliklerini daha iyi hale getirmek için öğrencilerin uygulamalı ve STEM temelli etkinlikler, tasarım temelli, teknoloji temelli etkinlikler yapmak istedikleri ve bu etkinliklerin fen derslerine entegre edilmesi, matematik derslerine entegre edilmesi ve gerçek boyutlarda tasarımlar yapılmasını önerdikleri bulunmuştur. Karma yöntem bulgusu olarak öğrencilerin STEM öğrenmeye yönelik motivasyonlarının içsel ve dışsal olarak bunu bir görev olarak gördükleri ancak sınav kaygısının öğrenciler açısından olumsuzluk oluşturduğu bulunmuştur. Bu durumun üstesinden gelmek içinde STEM etkinliklerinin uygulamaya dönük, fen ve matematik derslerine entegre edilmiş, daha gerçekçi boyutlarda, yeterince zamanlama ve iş bölümünün yapılması gerektiği bulunmuştur.

Nicel bulgular STEM etkinlikleri uygulanan öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin fen başarılarının arttığı ancak gruplar arasında anlamlı şekilde farklılaşmadığı görülmüştür. Nitel bulgular ise STEM etkinliklerinin uygulandığı gruptaki öğrencilerin gözlemlerinde tüm grupların problemi belirleme ve beyin fırtınası çözümleri, grup olarak çalışma, tasarım sürecini kullanma, bilim ve mühendisliği işleme ve son ürün işlevselliği becerilerinin zamanla geliştiğini göstermektedir. Karma yöntem bulgusu olarak öğrencilerin STEM temelli etkinlikler ile sadece alan bilgilerinin değil bunun yanında problem çözme, grup olarak çalışma, tasarım sürecini kullanma, bilim mühendisliği işleme ve günlük hayat için işlevsel ürünler ortaya koyma davranışlarını geliştirmede etkili olduğu bulunmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada, STEM etkinliklerinin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, bu alanlarla ilgili motivasyonları ile kariyer ilgilerine, akademik başarılarına ve STEM'e yönelik görüşleri ile ürün performans düzeylerine etkisi incelenmiştir. Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen bulguların sonuçları ilgili alan yazındaki çalışmalar ile tartışılarak mevcut çalışmalar ve gelecek çalışmalar ile ilgili önerilere yer verilecektir. Çalışma kapsamında araştırma sorularına göre sırayla sunulan bulgular tartışma bölümünde de aynı sırayla sunulmuştur. Sırasıyla öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, fene yönelik akademik başarılarına, STEM kariyer ilgilerine, STEM öğrenme stratejilerine, STEM öğrenme motivasyonlarına, STEM etkinliklerine yönelik görüşlerine ve son olarak STEM ürün-performans düzeylerine yönelik bulgular tartışılmıştır.

5.1. STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Etkisi İle İlgili Sonuç ve Tartışma

STEM etkinliklerinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ortalama puanlarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı bulunmuştur. STEM etkinliklerinin uygulanmasının deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Deney grubu ($M=11.14$) ve kontrol grubunun ($M=11.59$) bilimsel süreç becerileri testinden aldıkları ortalama puanların birbirine yakın olduğu, uygulama sonrasında ise ön test puanları kontrol edildiğinde deney grubunun ($M=22.91$) kontrol grubunun ($M=14.00$) ortalama puanında istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı bulunmuştur. STEM etkinliklerinde öğrenciler bir problem belirlemekte, oradan yola çıkarak hipotez kurmakta, deney veya ürünün gelişimi için süreci tasarlamakta, bir model oluştururken şekil çizmekte bu basamaklar ise bilimsel süreç becerilerinde yer alan basamaklara uygun olduğu için öğrencilerin bilimsel süreç becerileri gelişmektedir. İlgili alan yazın incelendiğinde STEM etkinliklerinin STEM temelli eğitim alan öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde etkili olduğunu ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Bozkurt, 2014; Yamac, Bulut ve Dünder, 2014). Ayrıca, öğretmen ve öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda öğretmenler STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştireceğine yönelik görüş bildirmişlerdir (Bakırcı ve Kutlu, 2018). Ek olarak, fen öğretimi laboratuvarı

kapsamında uygulanan STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği ifade edilmiştir (Gökbayrak ve Karışan, 2017). Marulcu ve Sungur (2012) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik tasarımına dayanan derslerin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, problem çözme, yaratıcılık, el becerisi gibi birçok becerisini geliştireceğine yönelik görüşlerini ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde Strong (2013) mühendislik tasarımı sürecinde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği ve Sullivan (2008) ortaokul öğrencilerine uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine olumlu etki ettiği sonucuna ulaşmıştır. Sonuç olarak STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin derslerine başarılı şekilde entegre edilerek uygulanması öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerinde ve bu sayede fen konu içeriklerini başarılı şekilde öğrenmelerine yardımcı olacağı söylenebilir (Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmae, 2013). STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullanabilecekleri bir süreç olarak görülmektedir (Strong, 2013). STEM etkinliklerinde kullanılan mühendislik tasarım süreci ve bilimsel süreç becerilerinin kullanımı arasında benzerlikler bulunmaktadır. Mühendislik tasarım sürecine göre ilk olarak problemin tanımlanması gelirken, bilimsel süreç becerilerinde ise probleme yönelik değişkenlerin belirlenmesi gelmektedir. Benzer şekilde tasarım sürecinde olası çözümler aranarak en uygun çözümün prototipi gerçekleştirilirken, bilimsel süreç becerilerinde deney yapma, uygun araç gereç kullanarak ölçme, verileri kaydetme, verileri kullanma ve model oluşturma, verileri yorumlama ve sonuç çıkarma gibi beceriler kullanılmaktadır. Alan yazında farklı çalışma grupları ile gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarının da gösterdiği gibi STEM etkinliklerinin uygulandığı çalışma gruplarının bilimsel süreç becerilerinin arttığı görülmektedir.

Bilimsel süreç becerilerinin yanında STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin tasarım, grup çalışması, deney yapma, yaratıcılık, işbirlikli çalışma, mühendislik, el becerisi, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri ile ayrıca aktif katılım, motivasyon, özgüven, kalıcı ve anlamlı öğrenmelerinin arttığını görüşmelerde ifade ettikleri belirlenmiştir. Alan yazındaki çalışmalara bakıldığında öğrenci ve öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda öğrencilerin bilimsel süreç becerileri yanında 21. Yüzyıl becerileri ile ilişkili olan girişimcilik ve inovasyon gibi becerilerin ve el becerisi, problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri ile

motivasyonlarının arttığı görülmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Yıldırım ve Selvi, 2017). Pekbay (2017) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada günlük yaşam problemleri ve gerçek yaşam ile ilişkili şekilde hazırlanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği ve STEM alanlarına yönelik becerileri ve algılarını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. STEM eğitiminin, günlük yaşamda karşılaşılan problemleri çözebilme becerisi (Pekbay, 2017; Roberts, 2012), 21. yy şartlarına uygun yaşam becerisi (Akyıldız, 2014; Dugger, 2010; Yıldırım ve Selvi, 2016), STEM eğitimi becerileri (Bybee, 2013), karar verme becerisi (Bozkurt, 2014), teknolojiyi kullanma becerisi (Baran, Canbazoglu-Bilici ve Mesutoğlu, 2015), zihinsel süreç ve girişimcilik becerisi (Özdemir, 2016; Gülgün, 2014), işbirlikli öğrenme becerisi (Niess, 2005), psikomotor becerisi (Eroğlu ve Bektaş, 2016), yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerisi (Akgündüz vd., 2015; Karataş, Akçayır ve Gün, 2016), iletişim becerisi (Gökbayrak ve Karışan, 2017), mühendislik becerisi (Kolodner vd., 2002; Marulcu ve Sungur, 2012) gibi birçok becerinin gelişiminde etkili olduğu alan yazındaki çalışmalarda belirlenmekte ve ifade edilmektedir.

Öğrencilerin 21. yüzyıl standartlarında onlardan beklenen beceriler olan eleştirel düşünebilen, problem çözen, tasarımlar yapabilen, yaratıcılığı ve hayal gücü gelişmiş, grup olarak çalışabilen, işbirliğine açık, girişim yapmak için motivasyon ve özgüvene sahip ve bilimsel süreç becerileri gelişmiş bireyler yetiştirmek için STEM temelli etkinliklerinin uygulanmasının etkili olduğu bulunmuştur. Alan yazında yapılan çalışmalarda STEM eğitiminin 21. yy için gerekli olan yaratıcılık ve yenilikçilik, iletişim ve işbirliği, STEM alanları okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve problem çözme, bilimsel süreç becerileri gibi becerilere sahip bireyler yetiştirmede etkili olduğu ortaya konmuştur (Akgündüz vd., 2015; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Roberts, 2012; Bybee, 2010; Gülgün, Yılmaz ve Çağlar, 2017; Şahin vd., 2014; Root-Bernstein, 2015; English, 2017). Root-Bernstein (2015) STEM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılık ve hayal gücü, problem çözme, el becerisi ve tasarım becerilerinin gelişiminde etkili rol oynadığını ortaya koymuştur. English (2017) yaptığı çalışmada ilk ve ortaokul öğrencileri için STEM entegrasyonu ve yaklaşımlarını inceleyerek STEM eğitimi alanlarının entegrasyonunu ve öğrencilerin günlük yaşamdaki problemlerin çözümünde STEM eğitiminde kazandıkları 21. yy becerilerinin kullanılmasının önemine değinmiştir. Warin vd. (2016) öğrencilere uyguladığı STEM eğitiminin etkililiğini

ölçtüğü çoklu-rol projesinde öğrencilere sorumluluk verme, iş birliği içinde çalışma, gelişime ve yeniliğe açık olma, kolektif çalışma, iletişime açık olma ve içerik bilgi ve becerilerinin öğrencilerde STEM etkinlikleri ile geliştirilebileceğine ulaşmıştır. Alan yazındaki çalışmaların ve bu tez çalışmasının bulguları ışığında öğrencilere uygulanan gerçek hayat ile ilişkilendirilmiş ve mühendislik tasarım süreci dikkate alınarak geliştirilmiş olan STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, yaratıcılık, problem çözme, iletişime açık olma, iş birliği içinde çalışma, eleştirel düşünme, girişim yapma ve yenilikçi olma gibi 21. yy için gerekli olan becerileri geliştirmede etkili olduğu söylenebilir.

5.2. STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Fen Alanındaki Akademik Başarılarına Yönelik Etkisi İle İlgili Sonuç ve Tartışma

STEM etkinlikleri uygulanan öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin fen başarılarının arttığı ancak gruplar arasında anlamlı şekilde farklılaşmadığı görülmüştür. Alan yazındaki çalışmalara bakıldığında bu bulguya paralel olarak STEM eğitiminin akademik başarı üzerinde olumlu etkisini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Yıldırım ve Selvi (2016) STEM uygulamalarının ve tam öğrenmenin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Çevik (2018) meslek liselerinde proje temelli STEM eğitimi uygulaması sonucunda öğrencilerin akademik başarılarının arttığını belirlemiştir. Han, Capraro ve Capraro (2014) 3 lisede 3 yıl boyunca takip ettikleri düşük, orta ve yüksek seviyede başarılı öğrencilere proje temelli STEM eğitimi uygulamış ve düşük seviyedeki öğrencilerin orta ve yüksek seviyedeki öğrencilere göre akademik başarılarının arttığını bulmuştur. Ercan ve Şahin (2015) tasarım temelli uygulanan kuvvet ve hareket konularında öğrencilerin akademik başarılarının arttığını bulmuştur. İnce vd. (2018) beşinci sınıf öğrencilerine yer kabuğunun gizemi isimli altı haftalık verilen STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde etkili olduğunu belirlemiştir. Hansen ve Gonzalez (2014) proje temelli STEM uygulamalarının fen başarısı üzerinde etkisi olduğunu çalışmalarında ileri sürmektedir. Wade-Shepherd (2016) STEM eğitiminin yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik ve fen başarısında etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM eğitiminin akademik başarı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığını gösteren çalışmalarda bu konudaki tartışmalı sonuçları ortaya

koymaktadır. James (2014) STEM eğitimi alan yedinci sınıf öğrencilerinin geleneksel eğitim alan öğrencilerden daha az başarılı olduğunu ve gelişim gösterdiğini devlet ortaokullarında benzer demografik öğrenciler ile yaptığı çalışmada ortaya koymuştur. STEM eğitiminin öğrencilerin ulusal sınavlardaki başarısını arttırmada etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Clifford (2016) sekizinci sınıf düzeyinde uygulanan disiplin temelli ve disiplinler arası fen eğitimi uygulayan okulların standart test puanlarını incelemiş ve iki farklı eğitim veren okulların akademik başarıları arasında fark bulunamamıştır.

Alan yazın ve bu tez çalışmasındaki başarı testi sonuçları ışığında öğrencilerin akademik başarılarının istatistiksel olarak gelişimi hakkında tartışmalı sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle, STEM eğitiminde başarının ve gelişimin standart testlere göre yapılması öğrencilerin bilimsel bilgi hakkında ne bildiğini ölçmektedir. Ancak STEM eğitimi ile geliştirilmek istenen aslında öğrencinin ne bildiğinin yanında bununla ne yaptığı ve bunu nasıl kullanabildiğidir (NRC, 2011; Saxton, Burns, Holveck, Kelly, Prince, Rigelman ve Skinner, 2014). Bu nedenle STEM eğitiminde sadece öğrencilerin ne düzeyde olduğunu belirleyen geleneksel yöntemlerin yeterli olmadığı ek olarak sürecin tamamını kapsayan ölçme ve değerlendirmenin gerçekleştirilmesi önerilmektedir (Akgündüz vd., 2015).

STEM etkinliklerinin uygulandığı gruptaki öğrencilerin gözlemlerinde tüm grupların problemi belirleme ve beyin fırtınası çözümleri, grup olarak çalışma, tasarım sürecini kullanma, bilim ve mühendisliği işleme ve son ürün işlevselliği becerilerinin zamanla geliştiğini göstermektedir. Alan yazındaki çalışmalarda öğrencilerin akademik başarılarının yanında onların süreçte kazandığı bilgi, beceri ve kazanımlarını da başarı olarak değerlendirip inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Şahin vd., (2014) okul sonrası eğitim programı kapsamında ortaokul ve lise düzeyinden katılan öğrencilere uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin işbirliği içinde çalışmaları ve 21. yy becerilerine katkısı olduğunu görüşme, alan notları ve öğrenci gözlemleri ile ortaya koymuştur. Özçelik ve Akgündüz (2018) üstün yetenekli öğrencilere uyguladığı 32 saatlik STEM eğitiminde öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda öğrencilerin fen ve matematik kazanımları ile yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. Yüzyıl becerileri kazanmasında etkili olduğunu bulmuştur.

STEM eğitiminde öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme, karar verme, eleştirel düşünme ve sorgulayabilme becerilerinin öğrenme çıktısı olarak kazanmaları beklenmektedir (Kırkış ve Aydın, 2018). Bu yüzden öğrencilerin bu becerilerini yani üst düzey düşünme becerileri ve 21. yy becerilerini ölçmesi beklenmektedir (Fan ve Yu, 2017). Bu gözlem sonuçları ışığında öğrencilerin süreç içinde ulaştıkları düzeyin belirlenmesi ve bu süreçte yaşadıklarının her etkinlikte değerlendirilmesi STEM eğitimi için önerilen ölçme ve değerlendirme özelliklerini taşımaktadır (Saxton, Burns, Holveck, Kelly, Prince, Rigelman ve Skinner, 2014).

Öğrencilerin STEM temelli etkinlikler ile sadece alan bilgilerinin değil bunun yanında problem çözme, grup olarak çalışma, tasarım sürecini kullanma, bilim mühendisliği işleme ve günlük hayat için işlevsel ürünler ortaya koyma davranışlarını geliştirmede etkili olduğu bulunmuştur. Alan yazın incelendiğinde de bazı çalışmalarda öğrencilerin akademik başarılarının arttığı bazı çalışmalarda ise akademik başarılarının artmadığı görülmektedir. Bu çalışmalarda öğrencilerin standart testlerde olan akademik başarılarının artmasının beklenen veya istenen bir sonuç olmadığı ileri sürülmüştür. STEM eğitimi alan öğrencilerin akademik başarılarından çok STEM alanlarında başarılı olabilecek STEM okuryazarı bireyler olması, tasarım yapması, 21. yy için gerekli olan beceri ve bilgiye sahip olmaları yeterli görülmektedir. Bu nedenle bu tez bulguları ve alan yazındaki çalışmaların sonuçlarına dayanarak öğrencilerin akademik başarılarının standart testlere göre incelendiği ve değerlendirildiği görülmüştür. Akademik başarının artması ile STEM eğitimin başarılı olduğunu söylemenin yetersiz olduğu görülmektedir. Bunun aksine öğrencilerin STEM okuryazarı olmasının, tasarım yapabilen öğrencilerin uygulama ve mühendislik bilgilerinin iyi olması, bilimsel bilgilerini mühendislikte ve çalışan ürünler ortaya koyabilmede göstermeleri STEM eğitiminin başarı ölçütü olarak görülebilir.

5.3. STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin STEM Kariyer İlgilerine Yönelik Etkisi İle İlgili Sonuç ve Tartışma

STEM etkinlikleri uygulanan öğrencilerin STEM alanları olan fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik kariyer ilgilerinin kontrol grubuna göre anlamlı şekilde arttığını göstermektedir. Alan yazında incelenen çalışmaların çoğunda öğrencilerin STEM eğitimi almaları veya STEM etkinliklerine katılmaları

onların STEM kariyer ilgilerinin STEM'in tüm alt alanlarında arttırdığını göstermektedir. STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgilerini arttırmada etkili olduğu görülmektedir. Uygulanan STEM etkinliklerinde öğrencilerin hem bilim insanı gibi araştırma sorgulama yapmasına hem de mühendis gibi tasarım yapmasına fırsat verilmesinin kariyer ilgilerini arttırdığı söylenebilir. Çünkü görüşme verilerinde de öğrencilerin süreç hakkındaki yorumları bunu göstermektedir. Ayrıca, STEM etkinlikleri sürecinde öğrencilere ilgili alanlardaki mesleklerin isimlerine de yer verilmiştir. Örneğin; astronomi ile etkinlik yapılırken NASA'daki astronotlar ve astronomlardan bahsedilmiş, araba tasarlarırken TESLA gibi araç geliştiren şirketler öğrenciler tarafından örneklendirilmiştir. Etkinlerde öğrencilerin kendilerini hem bilim insanı hem de mühendis gibi hissetmeleri beklenen bir durumdur. Alinyazındaki çalışmalarda bu tez bulgularını desteklemektedir. Gökbayrak ve Karışan (2017) altıncı sınıf öğrencileri ile yaptığı STEM etkinlikleri ile ilgili görüşmelerde öğrencilerin STEM etkinliklerine katılmasının onların STEM alanlarına yönelik kariyer ilgilerini arttırdığını ortaya koymuştur. Çevik (2018) meslek lisesi öğrencilerine uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgisini arttırdığını ortaya koymuştur. Karakaya vd., (2018) ortaokul öğrencilerinin kariyer ilgilerini incelediği çalışmasında öğrencilerin teknolojiye daha fazla ilgisi olduğunu ve öğrencilerin cinsiyet, teknoloji kullanım sıklığı ve akademik başarılarına göre değişkenlik gösterdiğini belirlemiştir. Şahin (2013) STEM eğitimi öğretim programlarına başarılı şekilde bütünleştirmiş okulların öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgisini artırmanın yanında bireyler için uygun ortam hazırlayarak fen okuryazarı bireyler yetiştirmede etkili olduğunu bulmuştur. Ralston vd., (2012) dört yıllık ortaokul boyunca STEM eğitimi alan öğrencilerin büyük çoğunluğunun ortaokulun sonunda STEM mesleklerine uygun liselere gittiğini belirlemiştir. Carroll (2014) daha önce STEM eğitimi almamış öğrencilere STEM alanında meslek sahibi bireylerden eğitim vermelerini istemiştir. Süreç sonunda ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerine yönelik ilgi ve bilgilerinin arttığını bulmuştur. Hare (2017) Afrikalı öğrenciler ile yaptığı çalışmada STEM etkinliklerine katılma ve STEM eğitimi almanın öğrencilerin STEM mesleklerine ve alanlarına olan ilgileri üzerinde olumlu etkisi olduğunu bulmuştur.

Ancak, alan yazında bazı çalışmalarda ise STEM etkinliklerine katılmanın veya STEM eğitimi almanın öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgi ve algılarını

değiştirmedeği görülmüştür. Örneğin, Saad (2014) ortaokul öğrencileri için üç haftalık bir STEM eğitimi düzenlemiş ve öğrencilerinin süreç sonunda STEM alanlarına ve mesleklerine ilgilerinin artmadığı sonucunu ortaya koymuştur. Alsup (2015) dindar Hristiyan ortaokullarındaki öğrencilere STEM eğitimi almış uzmanların videolarını izletmiş ve bu öğrencilerin STEM konularına ve mesleklerine ilgilerinin artmasını beklemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin ilgilerinin istatistiksel olarak artmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmaların kısa süreli olması ve uygulamalı bir eğitim içermemesi nedeniyle bu çalışmaların uygulamaya dayalı eğitim içeren çalışmaların sonuçlarını çürütmek için yeterli olmadığı söylenebilir. Öğrencilerin STEM alanlarına ilgilerinin sadece STEM kariyer derecelendirme ölçekleri ile ölçülmesi de öğrencilerin ilgilerinin ve etki eden etmenlerin belirlenmesinde sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle nitel çalışma yönteminin sonuçlarının ele alınması önemlidir.

STEM etkinlikleri uygulanan öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerinin ve STEM etkinliklerinin disiplinler arası olarak uygulanmasına özellikle fen mühendislik entegrasyonuna yönelik olumlu tutumları olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin daha fazla fizik konularında mühendislik entegrasyonuna yönelik örnek tasarımlar önerdikleri bulunmuştur. Ayrıca STEM etkinliklerine katılan öğrenciler mühendisleri ölçümler alıp çizim yapan, tasarım gerçekleştiren, hesap yapan ve el becerisi gelişmiş fikir üreten bireyler olarak gördükleri, bilim insanını ise fikir üreten, bilimsel bilgiyi bilen, deney yapan, yaratıcı ve hayal gücü olan bireyler olarak tanımladıkları ve bu mesleklere yönelik olumlu görüş bildirdikleri bulunmuştur. Alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde mühendislik entegrasyonunu ve öğrencilerin ilgi ve algılarını derinlemesine inceleyen çalışmalar göze çarpmaktadır. Batı vd. (2017) STEM eğitimi ile ilgili çalışmaları incelemesi sonucunda sanatın STEM eğitime entegrasyonu ile STEAM eğitiminin ve mühendislik-fen entegrasyonun önemine değinmiştir. Ayrıca, yaratıcılık gibi 21. yy becerilerinin STEM eğitime entegrasyonu önerilmektedir. Becker ve Park (2011) çalışmasında STEM alanlarının ve STEM eğitiminin derslere doğru şekilde entegre edilmesinin öğrencilerin bilimsel bilgi ve becerilerini arttırmanın yanında STEM alanlarına ilgiyi arttıracağını belirlemiştir. Berlin ve White (2010) yüksek lisans öğrencileri ile STEM eğitiminin derslere ve okullara entegrasyonu ile ilgili yaptığı görüşmeler sonucunda öğretmen adaylarının bile STEM entegrasyonunda zorlandığı ve STEM alanlarına yönelik

ilgilerinin değişiminin süreç aldığı bulunmuştur. Hansen ve Gonzalez (2014) 1000 kişilik ortaokul öğrencisi katılımcı grubuyla gerçekleştirdiği çalışması sonucunda, STEM eğitimi için teknoloji entegrasyonu, STEM disiplinleri ve diğer disiplinler arası ilişki kurma, gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme ve proje merkezli görevlere dayalı olması gerektiğini ileri sürmüştür. Baker & Galanti (2017) okul-üniversite işbirliğini sağlayarak STEM eğitimini ortaokul sınıflarına ve öğretimine entegre etmenin öğrencilerin STEM alanlarında problem çözme becerilerini geliştirdiği, STEM'in matematik eğitimine entegrasyonu açısından daha geniş bir perspektif kazanmalarına fırsat tanıdığı ve gerçek hayatlarına uygun bir STEM eğitimi entegrasyonu için gerekli beceri ve içerik bilgi kazanmalarına yardımcı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Christensen ve Knezek (2017) gelecek için istenen STEM iş gücünü oluşturmak için, ortaokul öğrencilerinin STEM eğilimlerini incelediği çalışmasında STEM eğitimi alan öğrencilerin STEM alanlarına devam etme niyetlerinin daha çok olduğunu bulmuştur. Ayrıca erkek öğrencilerin STEM kariyer ilgilerinin daha çok olmasına rağmen STEM etkinliklerine kızların daha çok ilgi gösterdiği belirlenmiştir (Christensen & Knezek, 2017). Koyunlu Ünlü ve Dökme (2016) bilim merkezine gelen öğrencilere mühendislik çizimleri yaptırarak onların mühendislik hakkındaki düşüncelerini toplamıştır. Ortaokul öğrencilerinin mühendislik tasarım sürecine ve inşaat mühendisi çizimine ağırlık verdiği ve daha çok erkek mühendis çizdikleri belirlenmiştir. Alan yazındaki bu sonuçlar ve bu tezdeki bulgular ışığında öğrencilerin STEM eğitime ilk kez katılmaları onların STEM kariyer ilgileri açısından olumlu etki ettiği, onların STEM alanları entegrasyonunu anlamalarına ve mühendislik tasarım sürecini izleyerek etkinlikleri gerçekleştirmelerine fırsat tanıdığı söylenebilir.

Öğrencilerin STEM alanlarına ve STEM mesleklerine yönelik olumlu ilgi ve görüşlerini geliştirmek için STEM temelli etkinliklerin uygulanmasının etkili olduğu bulunmuştur. Alan yazında yapılan detaylı ve geniş perspektifli çalışmalar bu bulguyu destekler niteliktedir. Lamb vd., (2017) öğrenme sürecine etki eden bilişsel ve duyuşsal etkenleri belirlemek için öğrencilerin öğrenme tercihlerinin belirlenmesi gerektiğine, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin doğru zamanda ve doğru yerde öğrencilere öğretilmesinin gerektiğini bulmuştur.

5.4. STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin STEM Motivasyon ve Öğrenme Stratejilerine Yönelik Etkisi İle İlgili Sonuç ve Tartışma

STEM etkinlikleri uygulanan öğrencilerin STEM alanlarını öğrenmeye yönelik motivasyon alt boyutlarından içsel hedef düzenleme, görev değeri, dışsal hedef düzenleme, öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlilik inançlarının kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir. STEM etkinliklerinin öğrencilerin motivasyonlarını olumlu etkilediği bu çalışma sonucunda ulaşılmıştır. STEM etkinlikleri sayesinde sadece ezber bilgilerini kullandıkları bir sürecin dışına çıkılarak onların duyuşsal ve psikomotor becerilerine yer veren etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Klasik sınıf ortamı olan öğrencilerin sadece dinleyici konumunda olduğu sınıf ortamının dışına çıkılarak onların kendi tasarımlarını yaptığı, kendi fikirlerini sunduğu ve öğretmenin rehber rolünde olduğu rekabete dayanan sınıf ortamının onları güdüleme de başarılı olduğu söylenebilir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin öğrenmeye ilişkin kontrol inancı ve sınav kaygısı inançları ile akran işbirliği, meta bilişsel stratejiler ve eleştirel düşünme stratejilerinin anlamlı şekilde farklılaşmadığı bulunmuştur. STEM etkinliklerinin uygulandığı süreçte öğrencilerin ilk defa tüm dönem boyunca bir derste sürekli grup çalışmasına katılması, kendi araştırmalarını kendilerinin yapması, araştırma ve sorgulama sürecini yaşamaları onların öğrenme stratejilerinden yukarıda bahsedilen boyutlarında istenilen gelişimi göstermelerine engel olmuş olabilir. Gözlem ve görüşmelerde öğrencilerin rekabetten ve tasarımı istenen sürede yetiştirme kaygılarının devam ettiği bulunmuştur. Bu nedenle öğrencilerin sınav kaygısı ve meta bilişsel stratejileri geliştirmede yeterince başarılı olamadıkları nitel bulgular ile de desteklenmektedir. Alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde benzer şekilde STEM etkinliklerinin uygulanmasının öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığını ortaya koyan birçok çalışma mevcuttur (Green, 2012; Kang, Ju ve Jang, 2013; Kong ve In-Cheol, 2014; Özdoğru, 2013; Park ve Yoo, 2013). Yıldırım (2016) STEM eğitiminin etkilerini araştırdığı çalışmasında STEM eğitiminin öğrencilerin motivasyonlarına yönelik olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmaya paralel olarak Gökbayrak ve Karışan (2016) çalışmalarında STEM etkinliklerinin öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığını belirlemiştir. Karahan vd., (2015) bir devlet okulunda okuyan 21 ortaokul 8.sınıf öğrencisine 14 hafta süresince STEM'i medya ile entegre ederek uygulamaları sonucunda öğrencilerin bilim ve medya tasarımı sürecine yönelik tutumlarının

geliştiği, motivasyonlarının arttığı, sınıf içi tartışmalara katılma ve bilimsel içeriği öğrenme isteklerinin arttığı görülmüştür. Bozkurt Altan vd., (2016) mühendislik tasarımı yapmanın motivasyonu ve kalıcı öğrenmeyi arttırdığını belirlemiştir. Aeschlimann vd., (2016) lise öğrencilerin fen ve matematik derslerine yönelik motivasyonları ve STEM alanlarına yönelik ilgilerinin artmasını, motivasyon arttırmayı hedefleyen sınıf ortamının kurulması, içsel motivasyonun artması ve STEM etkinliklerinin uygulanması olarak belirlemiştir. Yıldırım ve Selvi (2016) STEM uygulamalarının ortaokul ğrencilerinin fen eğitimine yönelik motivasyon, akademik başarı ve STEM alanlarına yönelik ilgilerini arttırdığını tespit etmiştir.

Öğrencilerin motivasyonlarının ve öğrenme stratejilerini geliştirmelerinin onların bu süreçte neler yaşadıklarının, sınırlılıklarının belirlenmesi ve geliştiren etkenlerin belirlenmesi ile gerçekleşmesi muhtemeldir. Bu nedenle öğrenciler ile görüşmeler yapılarak onların zorlandıkları bölümler ve daha iyi motive olmaları için nerileri belirlenmeye çalışılmıştır.

STEM etkinliklerinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin etkinlikler esnasında yaşadığı zorluklar ve olumsuzluklar olarak; iş bölümü eksikliği, zamanlama, el becerisi eksikliği, fikir ayrılığı ve rekabete bağlı stres yaşadıklarını ifade ettikleri bulunmuştur. Bu zorluklara ve uygulanan STEM etkinliklerini daha iyi hale getirmek için öğrencilerin uygulamalı ve STEM temelli etkinlikler, tasarım temelli, teknoloji temelli etkinlikler yapmak istedikleri ve bu etkinliklerin fen derslerine entegre edilmesi, matematik derslerine entegre edilmesi ve gerçek boyutlarda tasarımlar yapılmasını önerdikleri bulunmuştur. Alan yazında yapılan çalışmalarda STEM eğitimi sürecinde yaşanılan zorluklar ve STEM eğitiminin daha iyi hale getirilmesi için yapılan nerileri inceleyen çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Eroğlu ve Bektaş (2016) STEM eğitimini uygulanmasında zaman alması ve malzemelerin sınırlı olmasından dolayı zorlanıldığını belirtmiştir. Öğrenmenin ve STEM uygulamalarının iyileştirilmesi için STEM eğitimlerinin sayısının arttırılmasını, içeriğinin zenginleştirilmesini, eğitim sonrası iletişime devam edilmesini ve uygulamada karşılaşılan engeller için öğretmenlere destek sağlanmasını önermektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016). STEM eğitimi, öğrencilere ve eğiticilere problem çözme becerilerini kazandıran, özellikle gerçek dünya sorunlarını içeren konularda öğrencilerin başarı ve motivasyonlarını arttırılabileceği ifade edilmektedir (Honey, Pearson, ve Schweingruber, 2014). zelik ve Akgündüz (2017) mühendislik tasarım sürecine dayanarak STEM

etkinliklerinin uygulanmasının öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirdiği, eleştirel düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği ve motivasyonlarını arttırdığını belirlemiştir.

Öğrencilerin STEM öğrenmeye yönelik motivasyonlarının içsel ve dışsal olarak bunu bir görev olarak gördükleri ancak sınav kaygısının öğrenciler açısından olumsuzluk oluşturduğu bulunmuştur. Bu durumun üstesinden gelmek içinde STEM etkinliklerinin uygulamaya dönük, fen ve matematik derslerine entegre edilmiş, daha gerçekçi boyutlarda tasarımların yapılması, yeterince zamanlama ve iş bölümünün yapılması gerektiği bulunmuştur. Alan yazında yapılan çalışmaların sonuçları da bu durumu desteklemektedir. Gökbayrak ve Karışan (2017) altıncı sınıf öğrencilerinin STEM etkinliklerine yönelik görüşlerini incelediği çalışmada öğrencilerin STEM etkinliklerini öğretici, eğlenceli, motive edici ve zihin geliştirici olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrencilerin STEM alanları arasında bağ kurduğu, not kaygısı olmadığı için eğlenceli ve daha rahat öğrenebildikleri ve kendilerini çalışmak için motive ettikleri ifade edilmiştir. Holba (2015) çalışmada, bir devlet ortaokulunda kız öğrenciler için uyguladığı okul sonrası STEM eğitiminin öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığı ve STEM alanları arasında ilişki kurabilmelerini sağladığı öğrencilerin geniş kapsamlı incelenmesi ile ulaşmıştır. Hwang ve Taylor (2016) STEM eğitimini öğrenme engeli bulunan öğrencilere uygulayarak başarılarını arttırmıştır. Bu süreçte onların gerçekçi hayat problemlerini çözmede problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, sanat ve müzik bileşenini STEM eğitime entegre ederek motivasyonlarının arttırılmasını ve sürecin her açıdan gerçek yaşam koşullarına uygun olması önerilmektedir. English (2017) birçok çalışmayı incelemesi sonucunda STEM entegre edilmiş derslerin ve uygulamaların öğrencilerin başarı ve motivasyonları üzerinde olumlu etki edeceğini ortaya koymuştur.

5.5. Öneriler

Çalışmanın bu bölümünde, çalışmada elde edilen sonuçlara yönelik geliştirilen önerilere yer verilecektir. Çalışmada işe koşulan yöntemlerin bu alanda çalışan öğretmen ve araştırmacılara kuramsal ve uygulamaya dönük katkılar sağlaması beklenmektedir.

STEM eğitiminin ortaokul düzeyinden başladığında öğrencilerin STEM eğitimi için hazır bulunuşluk düzeylerinin el becerisi, tasarım becerisi, STEM alanları hakkında yeterli bilgi ve becerilerinin yetersiz olduğu görülmüştür. Öğrencilerin görüşmelerde diğer derslerinde mühendislik tasarımına ve uygulamaya yönelik etkinlikler yapmadıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin STEM eğitimi ile yalnızca ortaokul düzeyinde karşılaşması hem STEM becerilerini kazanması hem de STEM kariyerlerine devam etmesi için yetersiz olabilir. Bu nedenle STEM eğitiminin ortaokul eğitim programlarına ve derslere daha fazla entegre edilmesi önerilmektedir.

Çalışmada öğrencilerin mühendislik alanlarına yönelik ilgisinin arttığı belirlenmiştir. Ancak öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerinin geliştirilmesi için daha iyi bir STEM entegrasyonuna ihtiyaç olduğu görülmektedir. Öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerinin ve yaratıcı ürünler sunmadaki becerilerinin en üst düzeye çıkması için fen, matematik ve teknoloji tasarım derslerinin birleştirilmesi veya disiplinler arası bir anlayış içinde ortak yürütülmesi önerilmektedir.

STEM eğitiminde kazandırılması hedeflenen becerilerin bir kısmı bilimsel süreç becerileri ile ortaktır. Bilimsel süreç becerilerinin dışında eleştirel düşünme ve problem çözme, yaratıcılık, girişimcilik, yeniliklere açık olma gibi becerilerdir. Bu becerilerin gelişimi için öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine yer veren STEM etkinliklerinin uygulandığı STEM eğitime katılmaları önerilmektedir.

STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin motivasyonlarının arttığı belirlenmiştir. Öğrencilerin motivasyonlarını arttırmak için STEM etkinliklerinde onların istediği gibi gerçekçi tasarım görevlerine, uygulamaya dönük olmasına, öğrencilerin birlikte çalışabilecekleri tasarım görevlerinin sunulmasına ve STEM alanlarının başarılı şekilde entegre edilmesine dikkat edilmiştir. Bu nedenle öğrencilere uygulanacak STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM eğitime yönelik motivasyonlarını geliştirici olması için STEM etkinliklerinin yukarıda bahsedilen özellikleri dışında öğrencilerinde görüşmelerde ifade ettiği gibi tasarım görevlerinin zaman ve malzeme açısından öğrencilere uygun olması, rekabetten çok öğrencilerin yaratıcılığı yüksek tasarımlar olmasına dikkat edilmesi önerilmektedir.

Öğrencilere uygulanan STEM etkinliklerine yönelik görüşleri incelendiğinde öğrencilerin uygulama ağırlıklı, tasarım temelli ve günlük yaşam bağlamı olan etkinliklere yöneldiği görülmüştür. Bu nedenle öğrencilere yönelik hazırlanan STEM etkinliklerinin gerçek yaşam bağlamının olması, gerçekçi olması, mühendislik becerilerine ve STEM alanlarına dayanması önerilmektedir.

Etkinlikler esnasında öğrencilerin tasarımı yetiştirmek için yaşadıkları stres ve kaygıların aşılması için akran ve öz değerlendirme uygulanabilir. Bu sayede öğrencilerin stres ve kaygı düzeylerinin azalacağı tahmin edilmektedir.

Etkinlikler esnasında bazı öğrencilerin gruplarda katılımın düşük olduğu ve öğrencilere yeterince beyin fırtınası esnasında söz verilmediği görülmüştür. Bu nedenle öğrenci grupları oluşturulurken etkinlikler dikkate alınarak yapılabilir.

Bu çalışma ortaokul öğrencilerine uygulanan STEM etkinlikleri ile gerçekleştirilmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda okul öncesinden başlayarak üniversite düzeyine kadar her düzeyde STEM etkinliklerinin uygulanmasına dayanan etkinliklerin uygulanması ve öğrencilerin farklı değişkenleri üzerindeki etkisinin incelenmesi önerilmektedir.

STEM eğitiminin sadece fen eğitimi alanında ve bağlamında değil diğer disiplinler ile de etkileşimi sağlanarak entegrasyonu başarılı şekilde gerçekleştirilmiş bir STEM eğitiminin yapılması önerilmektedir. Bunun için sadece fen dersleri değil, STEM eğitimi ile ilişkili tüm disiplinlerdeki araştırmacılar ile işbirliğinin yapılması STEM entegrasyonun başarısını arttıracakları öngörülmektedir.

Bu çalışmada ortaokul yedinci sınıf öğrencileri ile haftada iki saat olmak üzere bir öğretim döneminde STEM etkinlikleri uygulanmıştır. STEM eğitiminin öğrenciler üzerinde etkisinin çok hızlı şekilde görülmesi beklenen bir sonuç değildir. Bu nedenle öğrencilere daha uzun soluklu ve haftalık ders saati olarak daha fazla saatte STEM uygulamalarının yapılması ve farklı değişkenler açısından etkisinin incelenmesi önerilmektedir. Çünkü mühendislik tasarım sürecinin etkin kullanılması grup tartışması, yapıyı tasarlama, yapıyı test etme, yapıyı değiştirme ve geliştirme gibi süreçleri içermesinden dolayı daha fazla zamana ihtiyaç vardır.

Öğrencilerin öğrenmeleri bu çalışmada çoktan seçmeli bir başarı testi ile değerlendirilmiştir. Bunun yerine kavramaya dayalı akıl yürütme becerilerini de

işin içine katan yorum sorularının olduğu bir öğrenme testi ile başarıları veya öğrenme düzeyleri değerlendirilebilir.

STEM etkinliklerinin uygulanması kadar değerlendirilmesi de özen isteyen bir süreçtir. Geleneksel ölçme değerlendirme testlerinin ve açık uçlu soruların öğrencilerin STEM bilgi, beceri ve farkındalıklarını ölçmekte yeterli olmadığı görülmektedir. Bu nedenle gözlem, görüşme ve doküman incelemesinin yapılarak öğrencilerin bilgi ve becerilerinin derinlemesine incelenmesi ve bu değerlendirmenin zamana yayılması önerilmektedir. Çünkü STEM bilgi ve becerileri öğrencilerde çok hızlı şekilde gelişmesi beklenmemektedir.

KAYNAKLAR

- Achieve, Inc. (2012). Next-generation science standards, public draft (2012, May). Retrieved from <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>.
- Aeschlimann, B., Herzog, W. ve Makarova, E., (2016). How to Foster Students' Motivation in Mathematics and Science Classes and Promote Students' STEM Career Choice. *A Study in Swiss High Schools. International Journal of Educational Research*, 79, 31–41.
- Akaygun, S. ve Aslan Tutak, F., (2016). STEM Images Revealing STEM Conceptions of Pre-Service Chemistry and Mathematics Teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 4(1), 56-71.
- Akgündüz, D., (2016). A Research About the Placement of the Top Thousand Students in STEM Fields in Turkey Between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M. ve Türk, Z. (2018). *STEM Eğitiminin Öğretim Programlarına Entegrasyonu: Çalıştay Raporu*. İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.
- Akgündüz, D., M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu Sencer, M., Öner, T., ve Özdemir, S., (2015). *STEM Eğitimi Türkiye Raporu: "Günün Modası mı? Yoksa Gereksinim mi?"*. STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul.
- Aktamış, H., & Pekmez, E. Ş. (2011). Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Geliştirme Çalışması. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 192-205.
- Akyıldız, P. (2014). Fetemm eğitimine dayalı öğrenme-öğretme yaklaşımı. In G. E. Editor (Ed.), *Etkinlik örnekleriyle güncel öğrenme-öğretme yaklaşımları-I* (pp. 978-605). Ankara: Pegem Akademi, 566 p

- Al Salami, M. K., Makela, C. J. ve de Miranda, M. A. (2017). Assessing Changes in Teachers' Attitudes Toward İnterdisciplinary STEM Teaching. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 63-88.
- Allen, M., Webb, A. W., & Matthews, C. E. (2016). Adaptive Teaching in STEM: Characteristics for Effectiveness. *Theory Into Practice*, 55(3), 217-224.
- Alsup, P. (2015). The effect of video interviews with STEM professionals on STEM-subject attitude and STEM-career interest of middle school students in conservative Protestant Christian schools. Doctoral dissertation, Liberty University.
- 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).
- Andrade, H. G. (1997). Understanding rubrics. *Educational leadership*, 54(4), 14-17.
- Andrade, H. L., & Du, Y. (2005). Student perspectives on rubric-referenced assessment. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10(3).
- Arter, J. A., and McTighe, J. (2001). *Scoring Rubrics in the Classroom: Using Performance Criteria for Assessing and Improving Student Performance*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Aslan-Tutak, F., Akaygun, S., & Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: kimya ve matematik öğretmen adaylarının fetemm farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.

- Australian Council for Educational Research (ACER). (2015). Teacher perspective: Mill Park Secondary College. <http://www.stemgames.org.au/interviews/mill-park-secondary-college> adresinden alınmıştır.
- Aydeniz, M. (2017). *Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası [Our education system and vision for the 21st century: A STEM-oriented economic roadmap for Turkey as moving toward 2045 goals]*. University of Tennessee, Knoxville.
- Aydın, G., Saka, M., ve Guzey, S., (2017). 4 - 8. Sınıf Öğrencilerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM=FETEMM) Tutumlarının İncelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 787-802.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., & Gürer, F. (2018) Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımlarındaki Değişimler ve Fen Teknoloji Matematik Mühendislik (Stem) Entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-735.
- Baker, C. K., & Galanti, T. M. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 10.
- Bakırcı, H., & Karışan, D. (2017). Investigating the Preservice Primary School, Mathematics and Science Teachers' STEM Awareness. *Journal of Education and Training Studies*, 6(1), 32-42.
- Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 367-389.

- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C. ve 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.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(2), 60-69.
- Barell, J. F. (Ed.). (2007). *Why Are School Buses Always Yellow?: Teaching for Inquiry, PreK-5*. Corwin Press.
- Batı, K., Çalışkan, İ. ve Yetişir, M. İ. (2017). Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme ve Bütünleştirilmiş Alanlar Yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (41), 91-103.
- Beaudoin, C., Johnston, P., Jones, L., & Waggett, R. (2013). University support of secondary STEM teachers through professional development. *Education*, 133(3), 330-339.
- Becker, F. S. (2010). Why don't young people want to become engineers? Rational reasons for disappointing decisions. *European journal of engineering education*, 35(4), 349-366.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12.
- Bell, D. (2016). The Reality of STEM Education, Design and Technology Teachers' Perceptions: A Phenomenographic Study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 61-79.
- Bender, W. N. (2012). *Project-based learning: Differentiating instruction for the 21st century*. Corwin Press.

- Berlin, D. F., & White, A. L. (2010). Preservice mathematics and science teachers in an integrated teacher preparation program for grades 7–12: A 3-year study of attitudes and perceptions related to integration. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 97-115.
- Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM Narrative: 15 Years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 8.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for Education: An introduction to theories and methods*. Boston: Person.
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A. ve Moller, S. (2017). Boosting the Numbers of STEM Majors? The Role of High Schools with a STEM Program. *Science Education Policy*, 120(1), 85-107.
- Bozkurt Altan, E., & Ercan, S. (2016). STEM Education Program for Science Teachers: Perceptions and Competencies. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 13.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H. ve Buluş Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM Eğitim Yaklaşımının Öğretmen Eğitiminde Uygulanmasına Yönelik Bir Öneri: Tasarım Temelli Fen Eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212- 232.
- Bozkurt, E. (2014). Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi. *Unpublished Dissertation, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.
- 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.
- Brunsell, E. (Ed.). (2012). *Integrating Engineering and Science in your classroom*. NSTA press.
- Buyruk, B., & Korkmaz, Ö. (2014). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Journal of Turkish Science Education*, 11(1), 3-23.
- Buyukozturk, S., Cokluk, O., & Koklu, N. (2012). Sosyal bilimler için istatistik [Statistics for social sciences]. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, S., Akgün, Ö. E., Özkahveci, Ö., & Demirel, F. (2004). The validity and reliability study of the Turkish version of the motivated strategies for learning questionnaire. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 4(2).
- Büyüköztürk, Ş. (2009). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum (9. baskı). *Ankara: Pegem Yayınları*.
- Bybee, R. W. (2009). The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. *Colorado Springs, CO: BSCS*.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Campbell, M. (2006). *The effects of the 5E learning cycle model on students' understanding of force and motion concepts*. Unpublished master's Thesis. University of Central Florida Department of the Teaching And Learning Principles, Florida.

- Carroll, M. P. (2014). Shoot For The Moon! The Mentors and the Middle Schoolers Explore the Intersection of Design Thinking and STEM. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(1).
- 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, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Choi, Y. & Hong, S. H. (2015). Effects of steam lessons using scratch programming regarding small organisms in elementary science-gifted education. *The Korean Society of Elementary Science Education*, 34(2), 194-209.
- Christensen, R. ve Knezek, G. (2017). Relationship of Middle School Student STEM Interest to Career Intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3(1), 1-13.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, L., Manion, L., & Marrison, K. (2000). *Research Methods in Education*. London: Routledge & Falmer: Sage.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry research design: Choosing among five approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. ve Plano Clark, V. L. (2014). *Karma Yöntem Araştırmaları: Tasarımı ve Yürütülmesi*. (Y. Dede, S. B. Demir, Dü, ve A. Delice, Çev.) Anı Yayıncılık, Ankara, Türkiye.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Crismond, D. P. (2011). Scaffolding strategies for integrating engineering design and scientific inquiry in project-based learning environments. In *Fostering human development through Engineering and Technology Education* (pp. 235-255). SensePublishers.
- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738-797.
- Cross, N. (2000). *Engineering design methods: Strategies for product design* (3rded.). Chichester, England: Wiley.
- Cunningham, C. M., & Carlsen, W. S. (2014). Teaching engineering practices. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 197-210.
- Cunningham, C. M., & Hester, K. (2007, March). Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. In *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Honolulu, HI*.
- Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitime mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları [An engineering-focused approach to science education: ENGINEER projects and applications]. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12-22.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1997). Fizik öğretimi. *Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi*.
- Çevik, M. (2018). Proje Tabanlı (PJT) Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FETEMM) Eğitiminin, Meslek Lisesi Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Mesleki İlgilerine Etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306.

- Çevik, M. ve Özgünay, E. (2018). STEM Education Through the Perspectives of Secondary Schools Teachers and School Administrators in Turkey. *Asian Journal of Education and Training*, 4(2), 91-101.
- Çevik, M., Danıştay, A., & Yağcı, A. (2017). Ortaokul Öğretmenlerinin FeTeMM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) Farkındalıklarının Farklı Değişkenlere Göre Değerlendirilmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 584-599.
- Çınar, S., Pirasa, N., & Sadoglu, G. P. (2016). Views of science and mathematics pre-service teachers regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research*, 4(6), 1479-1487.
- Çolakoğlu, M. H., & Gökben, A. G. (2017). Türkiye’de Eğitim Fakültelerinde FeTeMM (STEM) Çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 46-69.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Çorlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi. *STEM Kuram ve Uygulamalarıyla. İstanbul: Pusula Yayıncılık*.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Davis, K. E. B., & Hardin, S. E. (2013). Making STEM fun: How to organize a STEM camp. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 60-67.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2005). *The sage handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Doppelt, Y. (2009). Assessing creative thinking in design-based learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(1), 55-65.
- Dugger, W. E. (2010, December). Evolution of STEM in the United States. In *6th Biennial International Conference on Technology Education Research in Australia* retrieved from [http://www. iteea. org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper. pdf](http://www.iteea.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf).
- Education Council. (2015). National STEM school education strategy, 2016–2026. [http://www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/National%20STEM%20School%20Education %20Strategy.pdf](http://www.educationcouncil.edu.au/site/DefaultSite/filesystem/documents/National%20STEM%20School%20Education%20Strategy.pdf) adresinden 9 Eylül 2018 tarihinde alınmıştır.
- EGEÇEM. (2017). Fen-teknoloji mühendislik-matematik (FETEMM) etkinlikleriyle bilimi öğreniyorum programı (5. 6. ve 7. sınıf). http://egitim.ege.edu.tr/~egecem/?page_id=509.
- Eger, J. (2013). STEAM... Now!. *The STEAM Journal*, 1(1), 8.
- Elliott, B., Oty, K., McArthur, J. & Clark, B. (2001). The effect of an interdisciplinary algebra/science course on students' problem solving skills, critical thinking skills and attitudes towards mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(6), 811–816.
- English, L. D., (2017). Advancing Elementary and Middle School STEM Education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 15(1), 5-24.
- Ercan, S. (2014). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Ercan, S., & Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1).
- Ergin, İ. (2006). *Fizik Eğitiminde 5E Modelinin Öğrencilerin Akademik Başarısına, Tutumuna ve Hatırlama Düzeyine Etkisine Bir Örnek: "İki Boyutta Atış Hareketi"*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin stem temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi-Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 43-67.
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107-129.
- Felix, A. L., Bandstra, J. Z., & Strosnider, W. H. (2010). Design-based science for STEM Student recruitment and teacher professional development. In *Proceedings of the Mid-Atlantic American Society for Engineering Education Conference*.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Fraenkel, J., Wallen, N., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. Boston: McGraw Hill.
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105(3), 127-141.

- Garcia, T., & Pintrich, P. R. (1996). Assessing students' motivation and learning strategies in the classroom context: The Motivated Strategies for Learning Questionnaire. *In Alternatives in assessment of achievements, learning processes and prior knowledge* (pp. 319-339). Springer, Dordrecht.
- Gencer, S. A. (2015). Fen Eğitiminde Bilim ve Mühendislik Uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(1), 1-19.
- Goncu, A., & Abel, B. (2011). The child's conception of the world: A 20th-century classic of child psychology, Edited by Jean Piaget, Forward by Jacques Voneche. Rowman & Littlefield Publishers, Inc, Lanham, MD, 2007. pp. 432. *Infant and Child Development*, 20(2), 246-248.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Congressional Research Service, Library of Congress.
- Gottfried, M. A., & Bozick, R. (2016). Supporting the STEM pipeline: Linking applied STEM course-taking in high school to declaring a STEM major in college. *Education Finance and Policy*, 11(2), 177-202.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin FeTeMM Temelli Etkinlikler Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi (ALEG)*, 3(1), 26-40.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). Stem Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2).
- Green, A., (2012). *The integration of engineering design projects into the secondary science classroom*. Master's Thesis. Michigan State University, Michigan.

- Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Guzey, S. S., Moore, J. T., Harwell, M. and Moreno, M., (2016). STEM Integration in Middle School Life Science: Student Learning and Attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 550–560.
- Gülgün, C. (2014). *Sınıf Öğretmenlerinin Fen Öğretimine Yönelik Tutumları ile Görüşlerinin Fen Başarıları Arasındaki İlişkinin Araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Gülgün, C., Yılmaz, A., & Çağlar, A. (2017). Fen Bilimleri Dersinde Uygulanan STEM Etkinliklerinde Bulunması Gereken Nitelikler Hakkında Öğretmen Görüşleri. *Journal of Current Researches on Social Sciences* 7(1), 459-478.
- Gülhan, F., & 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.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N. (2016). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807-830.
- Hacıömeroğlu, G., & Bulut, A. S. (2016). Entegre FETEMM* öğretimi yönelim ölçeği türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması/Integrative Stem teaching intention questionnaire: a validity and relaibility study of the Turkish Form. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654-669.

- Han, S., Capraro, R., ve Capraro, M. M., (2014). 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, 1089-1113.
- Hansen, M., & Gonzalez, T. (2014). Investigating the relationship between STEM learning principles and student achievement in math and science. *American Journal of Education*, 120(2), 139-171.
- Hare, L. N. (2017). *The Perceptions of STEM from Eighth-Grade African-American Girls in a High-Minority Middle School*. Gardner-Webb University.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Holba, A. (2015). *Middle school girls and one STEM OST program* (Doctoral dissertation, Northern Illinois University).
- Holdren, J. P., & Lander, E. (2012). Engage to excel: producing one million additional college graduates with degrees in STEM. *Report of the President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST)*.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55.

- Hwang, J. & Taylor, J. C., (2016). Stemming on Stem: A Stem Education Framework for Students with Disabilities. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 19(1), 39 – 49.
- İnce, K., Mısır, M. E., Küpeli, M. A., & Fırat, A. (2018). 5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Yer Kabuğunun Gizemi Ünitesinin Öğretiminde STEM Temelli Yaklaşımın Öğrencilerin Problem Çözme Becerisi ve Akademik Başarısına Etkisinin İncelenmesi. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 64-78.
- James, J. S. (2014). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) curriculum and seventh grade mathematics and science achievement* (Doctoral dissertation, Grand Canyon University).
- Jolly, A. (2014). Six characteristics of a great STEM lesson. *Education Week*.
- Judson, E. (2014). Effects of transferring to STEM-focused charter and magnet schools on student achievement. *The Journal of Educational Research*, 107(4), 255-266.
- Kan, A. (2007). Ölçme araçlarında bulunması gereken nitelikler. Atılğan, H (Ed). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme* (2. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Kang, J., Ju, E.J. ve Jang, S., (2013). The Effect of Science-based STEAM program using a portfolio on elementary students' formation of science concepts. *Elementary Science Education*, 32(4), 593-606.
- Karademir, E. (2017). Örnek ve uygulama destekli fen öğretiminde disiplinlerarası beceri etkileşimi. *Pegem Atıf İndeksi*, 001-289.
- Karahan, E. ve Canbazoglu-Bilici, S. (2014). Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimi. Özgül Keleş (Ed.) Uygulamalı Etkinliklerle Fen Eğitiminde Yeni Yaklaşımlar. (s.95). Pegem: Ankara

- Karahan, E., Canbazoğlu Bilici, S., ve Ünal, A., (2015). Integration of Media Design Processes in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 15(60), 221-240.
- Karakaya, F., Avgın, S. S., & Yılmaz, M. (2018). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Çevreye Yönelik Etik Tutumlarının İncelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, 5(2), 225-232.
- Karataş, S., Akçayır, G., & Gün, E. T. (2016). Yaratıcı düşünme becerisinin geliştirilmesinde ters beyin fırtınası tekniğinin etkililiği üzerine nitel çalışma. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 6(1).
- Keçeci, G., Alan, B., & Kırbağ Zengin, F. (2017). 5. Sınıf öğrencileriyle stem eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18, 1, 17.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of instructional development*, 10(3), 2.
- Keller, J. M. (2000). How to integrate learner motivation planning into lesson planning: The ARCS model approach. *VII Semanario, Santiago, Cuba*, 1-13.
- Kendall, A. L. M. (2017). *Iteration in Early-Elementary Engineering Design* (Doctoral dissertation, Tufts University).
- Kırkıç, K. A. ve Aydın, E. (2018). *Merhaba STEM: Yenilikçi Bir Öğretim Yaklaşımı*. Eğitim Yayınevi, Konya.
- Kızılay, E., (2016). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının FeTeMM Alanları ve Eğitimi Hakkındaki Görüşleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 47, 403-417.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W. ve Albert, J. L. (2014). The Development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481.

- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., ... & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design (tm) into practice. *The journal of the learning sciences*, 12(4), 495-547.
- Konca, F., (2017). *FeTeMM Etkinliklerinin Fen Bilimleri Dersindeki Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılık Üzerindeki Etkileri ve Öğrenci Görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Kong, Y. T. ve In-Cheol, J., (2014). The effect of subject based steam activity programs on scientific attitude, self efficacy, and motivation for scientific learning. International Information Institute (Tokyo). *Information*, 17(8), 3629-3636.
- Korkmaz, F. (2018). The STEM Education and its reflection on the secondary school science lesson draft curriculum. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(3), 439-468.
- Koştur, H. İ., (2017). FeTeMM Eğitiminde Bilim Tarihi Uygulamaları: El-Cezerî Örneği. *Başkent University Journal of Education*, 4(1), 61-73.
- Koyunlu Ünlü, Z. ve Dökme, İ., (2016). Özel Yetenekli Öğrencilerin FeTeMM'in Mühendisliği Hakkındaki İmajları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 196-204.
- Koyunlu Ünlü, Z., Dokme, İ. ve Ünlü, V., (2016). Adaptation of the Science, Technology, Engineering, and Mathematics Career Interest Survey (STEM-CIS) Into Turkish. *Eurasian Journal of Educational Research*, 63, 21-36.
- Lacey, T. A., & Wright, B. (2009). Employment outlook: 2008-18-occupational employment projections to 2018. *Monthly Lab. Rev.*, 132, 82.

- Lamb, R., Akmal, T., ve Petriei, K., (2015). Development of a Cognition Priming Model of STEM Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 410-437.
- Lamb, R., Annetta, L., Vallett, D., Firestone, J., Edgecombe, M. S., Walker, H., Deviller, N. ve Hoston, D., (2017). Psychosocial Factors Impacting STEM Career Selection. *The Journal of Educational Research*, 1-13.
- Leonard, M., & Derry, S. J. (2011). *What's the science behind it? The interaction of engineering and science goals, knowledge, and practices in a design-based science activity* (No. 2011-5). WCER Working Paper.
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum?. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.
- Markham, T. (2011). Strategies for embedding project-based learning into STEM education. *Educause*. Retrieved May 20, 2018, from <http://www.edutopia.org/blog/strategies-pbl-stem-thom-markham-buck-institute>.
- Marulcu, İ. & Höbek, K.M. (2014). 8. sınıflara alternatif enerji kaynaklarının mühendislik dizayn metodu ile öğretimi. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 9, 41-58.
- 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(1). 13-23.
- Marzano, R. J. (2009). Teaching with interactive whiteboards. *Educational Leadership*, 67(3), 80-82.

- McCormick, & Watkins, J. (2015). *From pretending to engineering: Ane xamination of students' dynamic engagements in Novel Engineering design activities*. Paper presented at the American Society of Engineering Education Annual Conference & Exposition, Seattle, WA.
- McCormick, R. (2004). Issues of learning and knowledge in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 14(1), 21-44.
- MEB (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. Ankara.
- Meng, C. C., Idris, N., & Eu, L. K. (2014). Secondary Students' Perceptions of Assessments in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3).
- Meriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Fancisco: Jossey-Bass.
- Miaoulis, I. N. (2008). Engineering the K-12 curriculum for technological innovation. *National Science and Technology Summit*, 18-19.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. London:Sage Publication.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, (2013). İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi öğretim programı. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Temel Eğitim Genel Müdürlüğü, (2017). Fen bilimleri dersi taslak öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, 8. sınıflar). Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Temel Eğitim Genel Müdürlüğü, (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, 8. sınıflar). Ankara.

- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the State of the Art of STEM Integration. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(1), 5.
- Morrison, J. (2006). TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education. *Baltimore, MD: TIES*, 3.
- Morrison, J., Bartlett, R., & Raymond, V. (2009). STEM as curriculum. *Education Week*, 23(19.03), 2017.
- Myers, A., & Berkowicz, J. (2015). *The STEM shift: A guide for school leaders*. Corwin Press.
- Nathan, M. J., Tran, N. A., Atwood, A. K., Prevost, A., & Phelps, L. A. (2010). Beliefs and expectations about engineering preparation exhibited by high school science, mathematics, and technical education teachers. *Journal of Engineering Education*, 99(4), 409–436.
- National Academy of Engineering ve National Research Council., (2010). *Engineering in K–12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects*, Washington.
- National Academy of Engineering, U. S. (2004). *The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Governors Association. (2007). *Innovation America: A final report*. Washington, DC: Author.
- National Research Council (NRC), (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. National Academies Press, 44, Washington, DC: NAP.
- National Science Teachers Association (NSTA) Reports. (2008). STEM education for student. *Corporate Success*, 20(3), 23.

- NGSS (Next Generations Science Standards), (2013). *The Next Generation Science Standards Executive Summary*. http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Final%20Release%20NGSS%20Front%20Matter%20-%206.17.13%20Update_0.pdf, Erişim tarihi: 20.04.2018.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and teacher education*, 21(5), 509-523.
- OECD. (2015). Programme for international student assessment. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/>
- Office of the Chief Scientist. (2013). Science, technology, engineering and mathematics in the national interest: A strategic approach.
- Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2002). Developing Effective Methods of Assessing. *School Science Review*, 83(305), 113-23.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International journal of science education*, 25(9), 1049-1079.
- Ostlund, K. L. (1992). Science Process Skills: Assessing Hands-On Student Performance.
- Özçelik, A. & Akgündüz, D. (2018). Üstün/Özel Yetenekli Öğrencilerle Yapılan Okul Dışı STEM Eğitiminin Değerlendirilmesi1. *Journal of Education*, 8(2).
- Özdemir, S. (2016). *STEM eğitimi için görüşler*. Ankara.
- Özdoğru, E., (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*. Yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- P21. (2015). Partnership for 21st century learning 2015. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf.
- Page, C., Lewis, C. W., Autenrieth, R., & Butler-Purry, K. (2013). Enrichment Experiences in Engineering (E3) for Teachers Summer Research Program. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(3).
- Park, S. J. ve Yoo, P. K. (2013). The Effects of the learning motive, interest and science process skills using the “Light” unit in science-based STEAM. *Elementary Science Education*, 32(3): 225-238.
- Patton, M. Q. (2002). Two decades of developments in qualitative inquiry: A personal, experiential perspective. *Qualitative social work*, 1(3), 261-283.
- Pekbay, C. (2017). Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Penner, D. E., & Klahr, D. (1996). The interaction of domain-specific knowledge and domain-general discovery strategies: A study with sinking objects. *Child development*, 67(6), 2709-2727.
- Penner, D. E., Giles, N. D., Lehrer, R., & Schauble, L. (1997). Building functional models: Designing an elbow. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(2), 125-143.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, 82(1), 33.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T. & McKeachie, W. J. (1991). A Manual for the use of the motivated strategies for learning. Michigan: School of Education Building, The University of Michigan. (ERIC Document Reproduction Service No. ED338122).

- Pintrich, P. R., Smith, D. A., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1993). Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and psychological measurement*, 53(3), 801-813.
- Platz, J. (2007). How do you turn STEM into STEAM? Add the arts. *Ohio Alliance for Arts Education*. (Online Erişim Tarihi: 1/11/2018, <http://www.ikzadvisors.com/wp-content/uploads/2009/09/STEM-%2B-ARTS-STEAM.pdf>)
- Purzer, Ş., Goldstein, M. H., Adams, R. S., Xie, C., & Nourian, S. (2015). An exploratory study of informed engineering design behaviors associated with scientific explanations. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 9.
- Ralston, P. A., Hieb, J. L., & Rivoli, G. (2012). Partnerships and experience in building STEM pipelines. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 139(2), 156-162.
- Ramaley, J. A. (2007). Reflections on the public purposes of higher education. *Wingspread Journal. Education*, 5-10.
- 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.
- Robelen, E. W. (2012). Gender disparities in STEM subjects pronounced in the United States. *Education Week*, 31(36), 8-9.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and engineering teacher*, 71(8), 1-4.
- Roberts, J. A., & Bacon, D. R. (1997). Exploring the subtle relationships between environmental concern and ecologically conscious consumer behavior. *Journal of business research*, 40(1), 79-89.

- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics, 112*(1), 31-44.
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education: innovations and research, 5*(3).
- Rogers, G., & Wallace, J. (2000). The wheels of the bus: Children designing in an early years classroom. *Research in Science & Technological Education, 18*(1), 127-136.
- Rogers-Chapman, M. F. (2013). Accessing STEM-focused education: Factors that contribute to the opportunity to attend STEM high schools across the United States. *Education and Urban Society, 46*(6), 716-737.
- Root-Bernstein, R. (2015). Arts and crafts as adjuncts to STEM education to foster creativity in gifted and talented students. *Asia Pacific Education Review, 16*(2), 203-212.
- Roth, W. M. (1995). From “wiggly structures” to “unshaky towers”: Problem framing, solution finding, and negotiation of courses of actions during a civil engineering unit for elementary students. *Research in Science Education, 25*(4), 365-381.
- Ryan, M., Camp, P., & Crismond, D. (2001). Design rules of thumb: Connecting science and design. In *Annual Meeting of American Educational Research Association, Seattle, WA*.
- Saad, M. E. (2014). *Progressing science, technology, engineering, and math (STEM) education in North Dakota with near-space ballooning*. The University of North Dakota.

- Sahin, A. (2013). STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education*, 14(1), 5-11.
- Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N., & Skinner, E. A. (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation*, 40, 18-35.
- Schaefer, M. R., Sullivan, J. F., & Yowell, J. L. (2003, November). Standards-based engineering curricula as a vehicle for K-12 science and math integration. In *Frontiers in Education*, 2003. *FIE 2003 33rd Annual* (Vol. 2, pp. F3A-1). IEEE.
- Seah, W. T., & Bishop, A. J. (2000). Values in mathematics textbooks: A view through two Australasian regions. *The Annual Meeting of the American Educational Research Association sunulmuş bildiri*, LA: New Orleans.
- Selçuk, Z. (1999). *Gelişim ve öğrenme* (6. baskı). Ankara: Nobel.
- Senemoğlu, N. (2009). *Gelişim öğrenme ve öğretim. Kuramdan uygulamaya*. (14. basım). Ankara: Pegem Akademi.
- Senemoğlu, N. (2013). *Gelişim öğrenme ve öğretim. Kuramdan uygulamaya*. (23. basım). Ankara: Yargı Yayınevi.
- Silk, E. M., & Schunn, C. (2008). *Core concepts in engineering as a basis for understanding and improving K-12 engineering education in the United States*. In National academy of engineering/National research council workshop on K-12 engineering education, Washington, DC.
- Slavin, R. E. (Ed.). (2014). *Proven Programs in Education: Science, Technology, and Mathematics (STEM)*. Corwin Press.

Smith, J. A. (Ed.). (2015). *Qualitative psychology: A practical guide to research methods*. Sage.

Smith, J., & Karr-Kidwell, P. J. (2000). *The Interdisciplinary Curriculum: A Literary Review and a Manual for Administrators and Teachers*.

Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. In N. K. Denzin and Y. S. Lincoln (Eds.). *The sage handbook of qualitative research*, (pp. 443-446). Thousand Oaks, CA: Sage.

STEM OKULU. (2017). STEM Okulu. www.stemokulu.com.

Stevens, R., Johri, A., & O'connor, K. (2014). Professional engineering work. *Cambridge handbook of engineering education research*, 119-137.

Stipek, D. J. (1993). *Motivation to learn: From theory to practice*. Massachusetts: A Viacom Company

Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skills through engineering design instruction*. Hofstra University.

Subotnik, R. F., Tai, R. H., & Almarode, J. (2011). Study of the impact of selective SMT high schools: Reflections on learners gifted and motivated in science and mathematics. *The National Academies: Washington, DC, USA*.

Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.

Sungur, S. (2004). *An implementation of problem based learning in high school biology courses* (Doctoral dissertation, METU).

Swenson, G. (2015). President's Council of Advisors on Science and Technology.

- Şahin, A., Ayar, M.,C., ve Adıgüzel, T., (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli Okul Sonrası Etkinlikler ve Öğrenciler Üzerindeki Etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades* (Doctoral dissertation).
- Thompson, T. L., & Mintzes, J. J. (2002). Cognitive structure and the affective domain: On knowing and feeling in biology. *International Journal of Science Education*, 24(6), 645-660.
- Tuncel, G. (2011). Sosyal bilgiler dersinde rubriklerin etkili kullanımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 23, 213-233
- Turgut, M. F., & Baykul, Y. (1992). Ölçekleme teknikleri. *Ankara: ÖSYM yayınları*, 2.
- TÜSİAD (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi*. <http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-edog-ru-tu-rkiye-de-stem-gereksinimi> sayfasından erişilmiştir.
- TÜSİAD (Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği) (2014). *Sorumluluk Bildirimi Raporu 2014-2015*. [Çevrim-içi: <http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8658-tusiad-2014-2015-sorumluluk-bildirimi-raporunu-yayimladi>, Erişim tarihi: 18 Ocak 2016.]
- Vega, V. (2012). A research-based approach to arts integration. *Former Edutopia Senior Manager of Research*, Available at: <https://edutopia.org/stw-arts-integration-research>.

- Venkataraman, B., Riordan, D. G. & Olson, S. (2010). Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future. *Executive Report*. Washington, DC: President's Council of Advisors on Science and Technology.
- Wade-Shepherd, A. A. (2016). *The effect of middle school STEM curriculum on science and math achievement scores*.
- Walberg, H. J. (1984). Improving the productivity of america's schools. *Educational Leadership*, 41(8), 19-27.
- Wang, X. (2012). Modeling Student Choice of STEM Fields of Study: Testing a Conceptual Framework of Motivation, High School Learning, and Postsecondary Context of Support. WISCAPE Working Paper. *Wisconsin Center for the Advancement of Postsecondary Education (NJ1)*.
- Warin, B., Talbi, O., Kolski, C., & Hoogstoel, F. (2016). Multi-Role project (MRP): A new project-based learning method for STEM. *IEEE Transactions on Education*, 59(2), 137-146.
- Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (1986). The teaching of learning strategies in M, wittrock (ED) hand book of research on teaching pp (315-327). *New Yourk,, Macillan*.
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.
- Wendell, K. B., & Lee, H. S. (2010). Elementary students' learning of materials science practices through instruction based on engineering design tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 580-601.

- Wendell, K. B., Wright, C. W., & Paugh, P. (2015). Urban elementary school students' reflective decision-making during formal engineering learning experiences. In *ASEE Annual Conference, Seattle, WA*. <https://peer.asee.org/24972>.
- Wendell, K., & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513-540.
- Yamak, H., Bulut, N., ve Dündar, S., (2014). 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi (GEFAD) / GUJGEF*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2016). An Analyses and Meta-Synthesis of Research on STEM Education. *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23-33.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). Investigating the effect of STEM education and engineering applications on science laboratory lectures. *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 2(2); 28-40.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2016). An Experimental Research on Effects of STEM Applications and Mastery Learning (STEM Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma). *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210.
- Yıldırım, H. H., Yıldırım, S., Ceylan, E., ve Yetişir, M. İ. (2013). *PISA (The Programme for International Student Assessment) 2012 Ulusal Ön Raporu*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yıldırım, P., (2017). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Entegrasyonuna İlişkin Nitel Bir Çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 31-55.

- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and method*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Young, V. M., House, A., Wang, H., Singleton, C., & Klopfenstein, K. (2011, May). Inclusive STEM schools: Early promise in Texas and unanswered questions. In *Highly Successful Schools or Programs for K-12 STEM Education: A Workshop*. Washington, DC: National Academies. Retrieved May(Vol. 1, p. 2014).
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: Relating grade, sex, and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of educational Psychology*, 82(1), 51.

EKLER

Ek 1. Bloom Taksonomisine göre soruların dağılımları

Yenilenmiş Bloom taksonomisine göre soruların ve kazanımların dağılımları

BİLGİ BOYUTU		BİLİŞSEL SÜREÇ BOYUTU				
	1. Hatırlama	2. Anlama	3. Uygulama	4. Analiz Etme	5. Değerlendirme	6. Yaratma
A. Olgusal Bilgi		10, 21				
B. Kavramsal Bilgi		1, 6, 9, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20		2, 3, 7, 12, 13, 22	5, 8, 15	
C. İşlemsel Bilgi						4
D. Üstbilişsel Bilgi						

Ek 2. Araştırmanın uygulama süreci

Araştırmanın Uygulama Süreci

Haftalar	Deney grubu
17.02.17 24.02.17	Ön-testler (STEM kariyer ilgi ölçeği, BSB, Fen başarı testi, STEM motivasyon ölçeği)
03.03.17	Giriş Etkinliği: Öğrencilere tasarım sürecini tanıtma
10.03.17	Etkinlik 1: Atık maddelerden araba yapımı
17.03.17	Etkinlik 2: Güneş fırını
24.03.17	Etkinlik 3: Güneş enerjisiyle çalışan araba
31.03.17 07.04.17	Etkinlik 4: Biyosfer
14.04.17	Etkinlik 5: Nesli tükenen canlılar
21.04.17	Etkinlik 6: Elektrik motoru
28.04.17	Etkinlik 7: Su tribünü
05.05.17	Etkinlik 8: Gezginleri marsa ulaştırma
12.05.17	Etkinlik 9: Su roketi
26.05.17 02.06.17	Son-testler (STEM kariyer ilgi ölçeği, BSB, Fen başarı testi, STEM motivasyon ölçeği)
09.06.17	1. Odak grup görüşmeleri
15.09.17	2. Odak grup görüşmeleri

Uygulanan Etkinliklerin Amacı ve Kazanımları

Etkinlikler	Amaç ve Kazanımlar
Giriş Etkinliği: Öğrencilere tasarım sürecini tanıtma	Amaç: Bu etkinliğin amacı öğrencilerin mühendislik mesleğini tanımaları ve mühendislerin nasıl çalıştığını anlamalarını sağlamaktır. Kazanımlar: • Tasarım sürecinin bir problem tanımlama ve çözüm önerme süreci olduğunu açıklar. • Tasarım sürecinin araştırma basamaklarını söyler. • Tasarımı oluşturmak için gerekli aşamaları açıklar. • Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırabileceğinin farkına varır.
Etkinlik 1: Atık	Amaç: Öğrencilerin yaratıcılıklarını kullanarak “matematik”,

maddelerden araba yapımı	“fen ve teknoloji” derslerinde kazanılan becerilerin tasarım ve mühendislikteki kullanımına yönelik farkındalıklarını geliştirmektir. Kazanımlar: • Evsel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin proje tasarlar. • Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular. • Yeniden kullanılabilir eşyalarını, ihtiyacı olanlara iletmeye yönelik proje geliştirir. • Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar. • Diğer alanlarda öğrendikleri ile modelleme yapar, test eder, değerlendirir ve tekrar tasarlar. • Modelinde veya tasarımında sorunla karşılaşırsa problem çözme metoduyla sorunu belirler. • Araçları, materyalleri, makineleri güvenli şekilde kullanarak tasarımlarda bulunur. • Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer. • Ürünü tasarlar ve sunar.
Etkinlik 2: Güneş fırını	Amaç: Öğrencilerin güneş enerjisi ile çalışan bir fırın tasarlamasıdır. Kazanımlar: • Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamalarına örnekler verir ve kaynakların etkili kullanımı bakımından Güneş enerjisinin önemini tartışır. • Günlük hayattan bir problemi tanımlar. • Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer. • Ürünü tasarlar ve sunar. • Ürünü pazarlamak için stratejiler geliştirir ve ürünü tanıtır.
Etkinlik 3: Güneş enerjisiyle çalışan araba	Amaç: Öğrencilerin güneş enerjisi ile çalışan bir araba tasarlamasıdır. Kazanımlar: • Güneş enerjisinin nasıl transfer edildiğini ve başka türdeki enerjiye dönüştüğünü anlar. • Hareket eden yüklerin hareketini ve elektrik devresinin doğasını analiz eder. • Diğer alanlarda öğrendikleri ile modelleme yapar, test eder, değerlendirir ve tekrar tasarlar. • Ürünü tasarlar ve sunar.
Etkinlik 4: Biyosfer	Amaç: Bu etkinlikte öğrenciler bir model biyosfer oluşturarak organizmalar arasındaki etkileşimleri, enerji akışını, ekosistemleri ve çevreyi keşfetmesidir. Kazanımlar: • Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular.

	• Diğer alanlarda öğrendikleri ile modelleme yapar, test eder, değerlendirir ve tekrar tasarlar. • Modelinde veya tasarımında sorunla karşılaşırsa problem çözme metoduyla sorunu belirler. • Araçları, materyalleri, makineleri güvenli şekilde kullanarak tasarımlarda bulunur. • Mühendislerin biyosferi, ekosistem ve toplumsal etkileşimleri hakkındaki bilgilerini kullanarak insan yapımı çevreyi nasıl tasarlayacaklarını tanımlar.
Etkinlik 5: Nesli tükenen canlılar	Amaç: Öğrenciler nesli tükenen bir canlı için yaratıcı bir tasarımda bulunmasıdır. Kazanımlar: • Biyo-çeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır ve çözüm önerileri üretir. • Ülkemizde ve Dünya’da nesli tükenen ya da tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan bitki ve hayvanları araştırır ve örnekler verir. • Biyoçeşitliliği ve ekosistem döngülerini sürdürmek için farklı tasarım süreçlerini değerlendirir. • Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar. • Günlük hayattan bir problemi tanımlar. • Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.
Etkinlik 6: Elektrik motoru	Amaç: Öğrencilerin basit bir elektrik motoru tasarlamasıdır. Kazanımlar: • Elektrik enerjisinin hareket enerjisine, hareket enerjisinin de elektrik enerjisine dönüştüğünü kavrar. (Robotların, elektrik enerjisinin, hareket enerjisine dönüşümü temel alınarak geliştirildiği vurgulanır.) • Diğer alanlarda öğrendikleri ile modelleme yapar, test eder, değerlendirir ve tekrar tasarlar. • Araçları, materyalleri, makineleri güvenli şekilde kullanarak tasarımlarda bulunur.
Etkinlik 7: Su tribünü	Amaç: Öğrencilerin su tribünü tasarlamasıdır. Kazanımlar: • Elektrik enerjisinin hareket enerjisine, hareket enerjisinin de elektrik enerjisine dönüştüğünü kavrar. (Su tribünlerinde, hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü temel alınarak geliştirildiği vurgulanır.) • Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini araştırır ve sunar. (Güç santrallerinden hidroelektrik, termik, rüzgâr, jeotermal ve nükleer santrallere değinilir.) • Diğer alanlarda öğrendikleri ile modelleme yapar, test eder, değerlendirir ve tekrar tasarlar. • Modelinde veya tasarımında sorunla karşılaşırsa problem çözme metoduyla sorunu belirler.

	• Günlük hayattan bir problemi tanımlar. (yeni fen müfredatı kazanımı) • Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer. (yeni fen müfredatı kazanımı) • Ürünü tasarlar ve sunar.
Etkinlik 8: Gezginleri marsa ulaştırma	Amaç: Bu etkinlikte öğrenciler yumurtaları düz bir alana indirmek için güvenli bir hava yastığı sistemi tasarlamasıdır. Öğrenciler bilimsel açıdan kuvvet, potansiyel ve kinetik enerji ile enerjinin korunumu hakkında bilgi sahibi olacak ve mühendislik açısından tasarım sürecini kavrayacaklardır. Kazanımlar: • Uzay teknolojileri hakkında araştırma yapar ve teknoloji ile uzay araştırmaları arasındaki ilişkiyi tartışır. • Diğer alanlarda öğrendikleri ile modelleme yapar, test eder, değerlendirir ve tekrar tasarlar. • Modelinde veya tasarımında sorunla karşılaşrsa problem çözme metoduyla sorunu belirler. • Araçları, materyalleri, makineleri güvenli şekilde kullanarak tasarımlarda bulunur.
Etkinlik 9: Su roketi	Amaç: Öğrenciler roketlerin yapısını, uzaya gönderilen araçların yapısını ve uzaya roketin ilk fırlatılışının nasıl olduğunu kavrayarak güvenli iniş yapabilen roket tasarlamasıdır. Öğrenciler bilimsel açıdan kuvvet, potansiyel ve kinetik enerji ile enerjinin korunumu hakkında bilgi sahibi olması ve mühendislik açısından tasarım sürecini kavramasıdır. Kazanımlar: • Uzay teknolojileri hakkında araştırma yapar ve teknoloji ile uzay araştırmaları arasındaki ilişkiyi tartışır. • Uzay kirliliğinin sebeplerini ifade ederek bu kirliliğin yol açabileceği olası sonuçları tahmin eder. • Diğer alanlarda öğrendikleri ile modelleme yapar, test eder, değerlendirir ve tekrar tasarlar. • Modelinde veya tasarımında sorunla karşılaşrsa problem çözme metoduyla sorunu belirler. • Araçları, materyalleri, makineleri güvenli şekilde kullanarak tasarımlarda bulunur. • Ürünü pazarlamak için stratejiler geliştirir ve ürünü tanıtır.

Ek 3. Deney grubu ön test ve son test betimsel istatistik değerleri

Deney Grubu Ön Test ve Son Test Betimsel İstatistik Değerleri

	N	Min	Max	Ort	SS	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
Ön fen başarı testi	22	3	20	11.05	5.09	25.95	.102	-.998
Son fen başarı testi	22	7	21	14.59	3.61	13.02	-.739	.349
Ön BSB	22	7	15	11.14	2.32	5.36	-.005	-.797
Son BSB	22	15	29	22.91	4.16	17.33	-.571	-.637
Ön fen boyutu	22	39	53	46.23	4.16	17.33	-.098	-1.060
Son fen boyutu	22	44	55	50.23	3.54	12.57	-.079	-1.311
Ön matematik boyutu	22	25	53	39.86	8.80	77.36	-.084	-1.125
Son matematik boyutu	22	36	55	47.68	5.67	32.13	-.265	-.803
Ön teknoloji boyutu	22	29	55	43.27	7.13	50.87	-.286	-.612
Son teknoloji boyutu	22	36	55	48.05	5.13	26.33	-.424	-.310
Ön mühendislik boyutu	22	24	55	40.55	8.27	68.45	-.381	-.204
Son mühendislik boyutu	22	40	55	49.18	4.44	19.68	-.187	-.858
Ön kontrol inancı	22	6	27	18.77	5.79	33.52	-.609	-.283
Son kontrol inancı	22	14	28	21.64	4.50	20.24	-.220	-1.281
Ön içsel hedef düzenleme	22	7	28	18.27	6.59	43.45	-.234	-1.196

Son içsel hedef düzenleme	22	16	28	22.50	4.09	16.73	-.099	-1.346
Ön görev değeri	22	11	42	27.82	9.36	87.68	-.239	-.906
Son görev değeri	22	19	42	34.14	6.56	42.98	-.693	-.435
Ön dışsal hedef düzenleme	22	7	28	18.05	6.40	40.90	-.006	-.771
Son dışsal hedef düzenleme	22	14	28	22.64	4.36	19.00	-.552	-.814
Ön öz yeterlilik	22	17	56	36.77	13.13	172.37	-.118	-1.408
Son öz yeterlilik	22	32	56	44.73	7.65	58.59	.198	-1.253
Ön sınav kaygısı	22	11	35	22.86	7.67	58.89	-.271	-1.212
Son sınav kaygısı	22	18	35	26.95	4.96	24.62	-.014	-.597
Ön akran işbirliği	22	4	28	17	7.50	56.29	-.147	-1.463
Son akran işbirliği	22	15	28	22.59	3.92	15.40	-.375	-.682
Ön meta bilişsel stratejiler	22	9	61	38.41	16.05	257.59	-.123	-1.368
Son meta bilişsel stratejiler	22	34	63	49.81	9.32	86.94	-.144	-1.409
Ön eleştirel düşünme	22	3	21	12.5	5.96	35.5	-.079	-1.263
Son eleştirel düşünme	22	11	21	16.64	2.80	7.86	-.145	-.469

Kontrol Grubu Ön Test ve Son Test Betimsel İstatistik Değerleri

	N	Min	Max	Ort	SS	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
Ön fen başarı testi	22	3	20	12.09	5.15	26.56	-.090	-1.183
Son fen başarı testi	22	8	19	12.95	3.43	11.76	.284	-1.288
Ön BSB	22	4	17	11.59	4.14	17.11	-.265	-1.269
Son BSB	22	9	18	14.00	2.98	8.86	-.286	-1.120
Ön fen boyutu	22	27	54	44.05	7.86	61.76	-.719	-.270
Son fen boyutu	22	28	52	40.50	6.32	39.88	.070	-.450
Ön matematik boyutu	22	11	55	39.64	12.46	155.29	-.612	-.380
Son matematik boyutu	22	23	45	34.73	6.66	44.40	-.394	-1.013
Ön teknoloji boyutu	22	26	55	44.73	7.35	54.02	-.834	.654
Son teknoloji boyutu	22	24	55	44.32	7.34	53.94	-.955	1.496
Ön mühendislik boyutu	22	29	55	41.77	7.98	63.61	.227	-1.249
Son mühendislik boyutu	22	22	55	41.59	7.85	61.59	-.476	.343
Ön kontrol inancı	22	13	26	19.68	3.48	12.13	-.405	-.608
Son kontrol inancı	22	15	26	20.36	3.06	9.39	-.073	-.990
Ön içsel hedef düzenleme	22	13	28	18.73	4.40	19.35	.773	-.360
Son içsel hedef düzenleme	22	14	24	20.14	3.03	9.17	-.618	-.449

Ön görev değeri	22	24	42	32.18	4.18	17.49	.315	.140
Son görev değeri	22	19	37	29.55	4.87	23.69	-.633	-.383
Ön dışsal hedef düzenleme	22	17	27	22.50	2.58	6.64	-.560	-.343
Son dışsal hedef düzenleme	22	14	25	19.73	3.18	10.11	.108	-1.019
Ön öz yeterlilik	22	34	51	41.59	5.09	25.87	.410	-1.223
Son öz yeterlilik	22	30	52	39.32	6.06	36.70	.314	-.557
Ön sınav kaygısı	22	11	32	23.50	4.32	18.64	-.873	1.588
Son sınav kaygısı	22	17	32	24.59	4.23	17.87	-.060	-.870
Ön akran işbirliği	22	4	26	16.72	5.22	27.26	-.764	.717
Son akran işbirliği	22	13	28	21.77	3.16	9.99	-.586	1.908
Ön meta bilişsel stratejiler	22	12	56	39.68	10.83	117.37	-1.078	1.058
Son meta bilişsel stratejiler	22	41	57	50.00	4.49	20.19	-.561	-.709
Ön eleştirel düşünme	22	5	21	14.32	5.07	25.75	-.515	-1.105
Son eleştirel düşünme	22	10	21	16.68	3.54	12.51	-.563	-.671

Deney ve Kontrol Grubuna ait Normallik testi sonuçları

	Grup	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
ÖnFenTesti	Deney	.089	22	.200*	.964	22	.572
	Kontrol	.157	22	.172	.939	22	.190
SonFenTesti	Deney	.227	22	.004	.923	22	.087
	Kontrol	.170	22	.097	.914	22	.056
ÖnBSB	Deney	.100	22	.200*	.961	22	.516
	Kontrol	.204	22	.018	.916	22	.062
SonBSB	Deney	.191	22	.037	.924	22	.090
	Kontrol	.136	22	.200*	.926	22	.103
Önkfen	Deney	.101	22	.200*	.959	22	.478
	Kontrol	.147	22	.200*	.923	22	.087
Sonkfen	Deney	.192	22	.034	.921	22	.080
	Kontrol	.094	22	.200*	.976	22	.847
Önkmath	Deney	.110	22	.200*	.947	22	.278
	Kontrol	.167	22	.115	.934	22	.149
Sonkmath	Deney	.140	22	.200*	.940	22	.199
	Kontrol	.143	22	.200*	.938	22	.183
Önnktek	Deney	.103	22	.200*	.975	22	.831
	Kontrol	.121	22	.200*	.947	22	.277
Sonktek	Deney	.143	22	.200*	.948	22	.293
	Kontrol	.142	22	.200*	.941	22	.203
Önkmühen	Deney	.156	22	.179	.963	22	.559
	Kontrol	.174	22	.080	.927	22	.106
Sonkmühen	Deney	.169	22	.103	.934	22	.147
	Kontrol	.100	22	.200*	.967	22	.652
Öneleştirel	Deney	.176	22	.074	.928	22	.114
	Kontrol	.156	22	.176	.914	22	.056
Soneleştirel	Deney	.130	22	.200*	.957	22	.428
	Kontrol	.145	22	.200*	.921	22	.078
Önakran	Deney	.158	22	.164	.913	22	.055
	Kontrol	.157	22	.167	.946	22	.268

Sonakran	Deney	.126	22	.200*	.935	22	.154
	Kontrol	.131	22	.200*	.953	22	.355
Önmeta	Deney	.132	22	.200*	.930	22	.124
	Kontrol	.157	22	.171	.915	22	.059
Sonmeta	Deney	.146	22	.200*	.925	22	.096
	Kontrol	.179	22	.065	.925	22	.094
Önkontrol	Deney	.107	22	.200*	.953	22	.365
	Kontrol	.156	22	.174	.943	22	.230
Sonkontrol	Deney	.182	22	.057	.928	22	.109
	Kontrol	.143	22	.200*	.960	22	.480
Öniçsel	Deney	.127	22	.200*	.942	22	.220
	Kontrol	.157	22	.172	.915	22	.059
Soniçsel	Deney	.184	22	.051	.919	22	.072
	Kontrol	.164	22	.128	.920	22	.075
Öngörev	Deney	.119	22	.200*	.958	22	.456
	Kontrol	.154	22	.193	.973	22	.783
Songörev	Deney	.203	22	.019	.920	22	.075
	Kontrol	.170	22	.097	.938	22	.183
Öndışsal	Deney	.089	22	.200*	.956	22	.405
	Kontrol	.213	22	.010	.939	22	.191
Sondışsal	Deney	.161	22	.144	.924	22	.093
	Kontrol	.181	22	.058	.942	22	.222
Önyeterlilik	Deney	.132	22	.200*	.923	22	.089
	Kontrol	.183	22	.055	.916	22	.062
Sonyeterlilik	Deney	.147	22	.200*	.922	22	.085
	Kontrol	.117	22	.200*	.962	22	.529
Önskaygı	Deney	.201	22	.022	.923	22	.089
	Kontrol	.145	22	.200*	.937	22	.171
Sonskaygı	Deney	.095	22	.200*	.966	22	.612
	Kontrol	.131	22	.200*	.970	22	.714

Ek 4. Etik komisyon onay bildirimi



2016/05

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Araştırmaları Etik Kurulu
Kararları



17.06.2016

Sayın, Araş.Gör. Emrah HİĞDE

ADÜ Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü

1 Ağustos 2016 tarihinde yaptığımız başvuru Eğitim Araştırmaları Etik Kurulu'nun 12.06.2016 Cuma günü, saat 13:30'da 2016/05 sayılı toplantısında incelenmiş ve aşağıdaki karar alınmıştır.

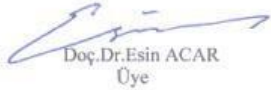
KARAR I

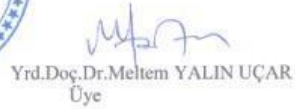
Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Araştırma Görevlisi Emrah HİĞDE'nin 1 Şubat 2016-1 Temmuz 2017 tarihleri arasında uygulayacağı "FeTeMM Etkinliklerinin Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine ve FeTeMM'e Yönelik Motivasyonları İle Kariyer İlgilerine Etkisinin İncelenmesi" başlıklı araştırması için C Türü (Sürekli Eğitim Araştırmaları) kapsamında FeTeMM Kariyer İlgisi Ölçeği, FeTeMM Motivasyon Ölçeği, Bilimsel Süreç Becerileri Testlerini uygulamasına oy birliği ile **KARAR VERİLDİ.**


Doç.Dr.Cumali ÖKSÜZ
Başkan




Doç.Dr.Tarik TOTAN
Üye


Doç.Dr.Esin ACAR
Üye


Yrd.Doç.Dr.Meltem YALIN UÇAR
Üye


Yrd. Doç. Dr. Ayşe ELİTOK KESİCİ
Üye

Ek 5. Aydın İl Milli Eğitim Müdürlüğü tez uygulama izni



T.C.
AYDIN VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 90864724-605-E.12085954
Konu: Araştırma İzni

28.10.2016

Sayın; Emrah HİĞDE
Adnan Menderes Üniversitesi
Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü
Efeler/AYDIN

İlgi : 20/10/2016 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçenizde belirtilen; Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Lisans Üstü Programı öğrencisi iken "FeTeMM Etkinliklerinin Ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve FeTeMM'e Yönelik Motivasyonları İle Kariyer İlgilerine Etkisinin İncelenmesi" isimli doktora tezi kapsamında İlimiz Efeler İlçesindeki tüm ortaokullarda ölçek uygulama isteğinizi uygun gören Valilik Onayı ekte gönderilmiştir.

Bilgi ve gereğini rica ederim.

Pervin TÖRE
Milli Eğitim Müdürü

Eki :
1- Valilik Onayı (1 Adet)
2- Ölçek (10 Sayfa)

Güvenli Elektronik İmza ile
Aşıl ile Ayındır
28/10/2016
Osman ÖZDEMİR
İl Milli Eğitim Md. Şefi

Meşrutiyet Mah.Kültür Cad. No:20 09100 Efeler/AYDIN
Telefon : (0256)2151028 Faks : (0256)2251268
E-posta : aydinmem@meh.gov.tr Web : http://aydin.meh.gov.tr

Bilgi İçin : Fadime GÜMÜŞ
Memur
Telefon : (0256)2151028-1101



T.C.
AYDIN VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 90864724-605-E.12055444
Konu: Araştırma İzni

27/10/2016

VALİLİK MAKAMINA

Araştırma Görevlisi Emrah HİĞDE'nin 20/10/2016 tarihli dilekçesinde belirtilen; Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Lisans Üstü Programı öğrencisi Emrah HİĞDE tarafından "FeTeMM Etkinliklerinin Ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve FeTeMM'e Yönelik Motivasyonları İle Kariyer İlgilerine Etkisinin İncelenmesi" isimli doktora tezi kapsamında İlimiz Efeler İlçesindeki tüm ortaokullarda ölçek uygulanması isteği; 28/09/2016 tarihli ve 10420408 sayılı Valilik Onayı ile kurulan Değerlendirme Komisyonunca incelenmiştir.

Söz konusu çalışma Değerlendirme Komisyonunca uygun görülmüş olup, Emrah HİĞDE tarafından, çalışmanın 2016-2017 eğitim öğretim yılında, İlimiz Efeler İlçesindeki tüm ortaokullarda ölçek uygulanmasını olurlarınıza arz ederim.

Pervin TÖRE
Millî Eğitim Müdürü

Ek:
1. Dilekçe ve Ekleri (33 Sayfa)

OLUR
27/10/2016

Halil CANAVAR
Vali a.
Vali Yardımcısı

Güvenli Elektronik İmza
Aslı ile Aynıdır
23.10.2016
Osman ÖZDEMİR
İl Millî Eğitim Müdürü

Mevlütîyet Mah.Kültür Cad. No:20 09100 Efeler/AYDIN
Telefon : (0256)2151028 Faks : (0256)2251268
E-posta : aydinmem@meb.gov.tr Web : http://aydin.meb.gov.tr

Bilgi İçin : Fadime GÜMÜŞ
Memur
Telefon : (0256)2151028-1101

Ek 6. Odak Grup Görüşme Soruları

1. Öğrenci Odak Grup Görüşme Soruları (15.06.2017)

1. Biraz kendinizden bahseder misiniz?
2. İlerde hangi mesleği yapmak istiyorsunuz? Bu kararı vermenizde neler etkili oldu?
3. Birlikte yaptığımız etkinlikler nelerdi? Hangilerini hatırlıyorsunuz?
4. Daha önce bu ya da buna benzer etkinlikler yaptınız mı? O etkinlikler nasıldı? Birlikte yaptıklarımızla benzerlik ve farklılıkları nelerdi?
5. Okulda Fen Bilimleri dersinde ne gibi etkinlikler yapıyorsunuz?
6. Fen Bilimleri derslerinizin hepsinde bu gibi etkinlikler yapmak ister miydiniz? Neden?
 - a) Bu etkinlikler sizin akademik başarınızı olumlu/olumsuz yönde etkiler mi? Nasıl?
7. Burada yaptığımız etkinlikleri eve gidince ebeveynlerinize, arkadaşlarınıza ya da başka birisine anlattınız mı? Nasıl paylaşımlarda bulundunuz?
8. Etkinlikleri yaparken neler hissettiniz?
9. En çok sevdiğiniz etkinlik hangisiydi? Neden?
10. Zorlandığınız bir etkinlik oldu mu?
11. Değişiklik yapma şansınız olsaydı hangi etkinlikte nasıl değişiklikler yapardınız?
12. Sizce bu etkinlikler günlük hayatta işinize yarar mı? Örnek verir misiniz?
13. Bu etkinlikler size ne gibi katkılar sağladı? Öğrenmenize yardımcı oldu mu?

14. Başka eklemek istediğiniz bir şey var mı?

2. Öğrenci Odak Görüşme Soruları (15.09.2017)

1. Sizce fen bilimleri hangi disiplinlerle ilişkilidir?
 - a) Fen bilimleri ile teknoloji, mühendislik ve matematik alanları arasında nasıl bir ilişki vardır?
2. Aldığınız STEM eğitimin size katkıları nelerdir?
3. Sence fen dersinde nasıl etkinlikler olmalıdır? Nasıl daha iyi öğrenebilirsiniz?
4. Fen derslerinde STEM etkinlikleri ile yapılan uygulamaların avantajları nelerdir?
5. Fen derslerinde STEM etkinlikleri ile yapılan uygulamaların dezavantajları nelerdir?
6. STEM temelli etkinliklerinin hangi fen konularına daha uygun olduğunu düşünüyorsunuz?
7. STEM temelli tasarımları gerçekleştirirken hangi zorlukları yaşadınız?
8. Fen derslerinde STEM temelli etkinlikleri daha iyi uygulanabilmesi için önerilerin neler?
9. STEM etkinliklerini diğer derslerde uygulanmasını ister miydin? Nasıl?
10. Bu etkinlikler hangi becerilerini geliştirmiş olabilir? Kısaca açıkla mısın?
11. STEM etkinliklerini uygularken grup çalışması esnasında neler yaşandı?
12. Sizce fen derslerinde mühendislik tasarım sürecinin uygulanması hakkında neler düşünüyorsun?
13. STEM etkinliklerini gerçekleştirirken bilim insanı gibi mi yoksa mühendis gibi mi çalıştınız?

Ek 7. Bilimsel süreç becerileri testi

1. Gazetede birinin soğuk algınlığına karşı yeni bir tedavi yöntemini keşfettiğini okudun. Aşağıda verilenlerden hangisi gazetede okuduğunun doğru olduğuna inanmanda etkilidir.

- a. Bilim insanları soğuk algınlığı hakkında uzun bir araştırma kaydı tutmuşlar.
- b. Bilim insanları bir profesör tarafından yönlendirilmiştir.
- c. Yeni tedavi yöntemi ile ilgili rapor bilimsel bir dergide yayınlanmıştır.
- d. Üzerinde çalışılan örneklemin büyüklüğü ve özelliği ile ilgili detaylar açıklanmıştır.

2. Aşağıda verilen A ve B kutucukları arasında birbiri ile ilişkili olanları bir çizgi çizerek eşleştiriniz.

Hipotez	Ne olduğunu dikkatlice izleme ve ne gördüğünü kaydetme
Gözlem	Düşüncelerinizin doğru olup olmadığını test etmek üzere bir tasarım yapma ve tasarımı uygulama
Deney	Elde ettiğiniz sonuçlarınızın ne ortaya koyduğuna karar verme
Tahmin	Ne olacağı hakkında fikir yürütmek
Sonuca Varma	Bazı şeylerin niçin öyle olacağı hakkında fikir yürütmek

Verdiğiniz cevaplardan ne kadar eminseniz ona göre aşağıdaki kutucuklardan ilgili olana X işareti koyunuz.

Çok eminim	Eminim	Emin değilim	Sadece tahmin ediyorum

3. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi bir bilimsel teoridir?

- a. Bitkilerin büyümesi için suya ihtiyacı vardır.
- b. Dünya Güneşin etrafında döner.
- c. İnsanlar evrim geçirerek maymun benzeri yaratıklardan gelişmiştir.
- d. Metaller elektriği iletir.

4. Aşağıda verilen bilgiyi okuyunuz ve soruları cevaplayınız.

Merve, Doğa Çalışma Merkezinde sergilenen, üzerinde etiketi olmayan bir toprak örneğine bakıyordu. Toprak örneğini incelerken aşağıdaki notları aldı.

Toprak örneği büyük parçalara sahiptir.

Bu toprak muhtemelen deniz kenarından
bir yerden geliyor.

Bu toprak solucanların yaşaması için
elverişli olabilir.

Toprak örneği çok kuru.

Tahmin

Gözlem

Yukarıda Merve'nin aldığı notlardan bazıları gözlem, bazıları ise tahmindir. Hangilerinin tahmin hangilerinin ise gözlem olduğunu eşleştirerek belirtiniz.

5. “Ayşe, kumsalda düz ve üstü açık bir konteynır fark etti. Konteynır'ın ortasında bir miktar su ve etrafında sert tortudan oluşmuş bir tabaka var. Ayşe bu sert tortunun, muhtemelen su buharlaşıp uçtukça geriye kalan madde (daha önce suyla karışım yapmış madde) olduğunu düşündü”. Bu olay aşağıdakilerden hangisine örnektir?

- a. Gözlem
- b. Hipotez
- c. Değişken
- d. Deney

6. Dr. Sumru Güler düzenli egzersizin kalp atışına etkisini test etmek istiyor. 200 gönüllü bu çalışmada yer alıyor. Bu çalışmadaki bağımsız değişken:

- a. Egzersiz
- b. Kalp atışı
- c. Diyet
- d. Katılan gönüllülerin genetik bilgisi

7. Arabaların verimliliğini inceleyen bir araştırma yapılmaktadır. Sınanan hipotez, benzine katılan katkı maddesinin arabaların verimliliğini arttırdığı yolundadır. Aynı tip beş arabaya aynı miktarda benzin farklı miktarlarda katkı maddesi konur. Arabalar benzinleri bitinceye kadar aynı yol üzerinde giderler. Daha sonra her arabanın aldığı mesafe kaydedilir. Bu çalışmada arabaların verimliliği sizce nasıl ölçülür?

- a. Arabaların benzinleri bitinceye kadar geçen süre ile.
- b. Her arabanın gittiği mesafe ile.
- c. Kullanılan benzin miktarı ile.
- d. Kullanılan katkı maddesinin miktarı ile.

8. Bir araba üreticisi daha ekonomik arabalar yapmak istemektedir. Araştırmacılar arabanın litre başına alabileceği mesafeyi etkileyebilecek değişkenleri araştırmaktadırlar. Sizce aşağıdaki değişkenlerden hangisi arabanın litre başına alabileceği mesafeyi etkileyebilir?

- a. Arabanın ağırlığı.
- b. Motorun hacmi.
- c. Arabanın rengi
- d. a ve b.

9. Bir fen sınıfında, tekerlek yüzeyi genişliğinin tekerleğin daha kolay yuvarlanması üzerine etkisi araştırılmaktadır. Bir oyuncak arabaya geniş yüzeyli tekerlekler takılır, önce bir rampadan (eğik düzlem) aşağı bırakılır ve daha sonra düz bir zemin üzerinde gitmesi sağlanır. Deney, aynı arabaya daha dar yüzeyli tekerlekler takılarak tekrarlanır. Hangi tip tekerleğin daha kolay yuvarlandığı sizce nasıl ölçülür?

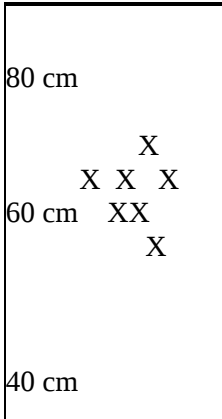
- a. Her deneyde arabanın gittiği toplam mesafe ölçülür.
- b. Rampanın (eğik düzlem) eğim açısı ölçülür.
- c. Her iki deneyde kullanılan tekerlek tiplerinin yüzey genişlikleri ölçülür.
- d. Her iki deneyin sonunda arabaların ağırlıkları ölçülür.

10. Murat Bey'in evinde birçok elektrikli alet vardır. Fazla gelen elektrik faturaları dikkatini çeker. Kullanılan elektrik miktarını etkileyen faktörleri araştırmaya karar verir. Sizce aşağıdaki değişkenlerden hangisi kullanılan elektrik enerjisi miktarını etkileyebilir?

- a. TV nin açık kaldığı süre.
- b. Elektrik sayacının yeri.
- c. Çamaşır makinesinin kullanma sıklığı.
- d. a. ve c.

11. Bir öğrenci soğurulan ısıнын miktarını kumaşın renginin etkileyip etkilemediğini görmek için bir deney yapmak istiyor. Her biri aynı miktar su içeren iki farklı bardağı iki farklı renkte kumaşla sararak bir deney yapmayı planlıyor. Bir bardak yeşil renkte kumaş ile sarılmış ve diğer biri sarı renkteki kumaşla sarılmıştır. Onları güneş ışığı altına koyuyor ve her bir cam bardağa sıcaklığı gözlemlemek için bir termometre koyuyor. Onun deneyini geliştirmek için ne önerirsin.

- a) Kumaşla kaplanmış cam bardakların sayısını arttırmak
- b) Her bardaktaki suyun miktarını azaltmak
- c) Her biri farklı renkteki kumaşlarla kaplı daha fazla içerik hazırlamak
- d) Cam bardağı kaplamak için kullanılan kumaşın kalınlığını çift kat yapmak

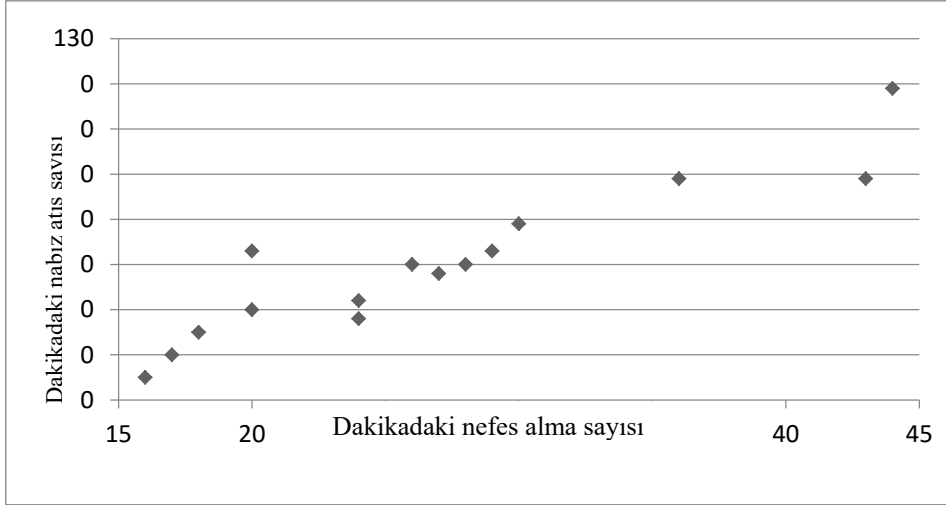


12. Burak ve Eda bir topu belirli bir yükseklikten bıraktıklarında tekrar hangi yüksekliğe çıkabileceğini belirlemek istiyorlar. Bunun için Burak aynı yükseklikten bir topu 7 kez aşağıya bırakıyor ve arkadaşı Eda topun geri zıpladığı yükseklikleri yandaki gibi buluyor. Burak ve Eda yaptıkları deneyde neden birden fazla ölçüm almış olabilirler?

- a) Deneyin doğruluğunu ve kesinliğini arttırmak için
- b) Deneyin geçerliğini arttırmak için
- c) Hoşlarına gittiği için
- d) Topun düştüğü yeri belirlemek için

13. Aşağıdaki bilgiyi okuyunuz ve soruları yanıtlayınız.

Bazı öğrenciler insanların nabız atışları ile nefes alma sayıları arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara ait grafik aşağıda gösterilmektedir.



a) Aşağıdaki tabloda ilk kolonda öğrencilerin grafiği anlatan cümleleri bulunmaktadır. Diğer kolonlarda ise yanıtlamanız gereken sorular yer almaktadır. Her boş kutucuğu soruya uygun olarak EVET ya da HAYIR yazarak doldurunuz

Öğrencilerin söyledikleri	İki değişkenden de bahsedilmiş mi? Evet veya Hayır	Genel ilişkiyi açıklamak mıdır? Evet veya Hayır	Grafikte yer alan ancak grafikten ortaya çıkan genel sonuca uymayan bir veriden bahsedilmiş mi? Evet veya Hayır
(a) En fazla sayıda nefes alıp vermiş bir öğrenci vardır ve bu öğrenci aynı zamanda en yüksek nabız atışına da sahiptir.			

(b) Nefes alıp verme sayısı yüksek olan insanların tümü yüksek nabız atış oranına sahiptir.			
(c) Nefes alıp vermen ne kadar yüksekse nabız atışında o kadar fazladır.			
(d) Bu denemeye katılan kişilerde, nefes alıp verme sayısı yüksek olanlar daha yüksek nabız atışı sayısına sahiptir.			

b) Yukarıdakilerden hangisinin en iyi açıklama olduğunu düşünüyorsunuz?
Cevabınızı açıklayınız.

.....

14. Elif, Zeynep ve Ahmet bir araştırma yapıyor. Onların raporlarını okuyunuz ve sorularını yanıtlayınız.

Yağmur ve Hız

Yağmurda ne kadar ıslanıldığının, yağmur damlacıklarının üzerimize düşme hızına bağlı olduğunu düşünüyoruz: ***‘Yağmur damlaları ne kadar hızlı düşerse, o kadar çok ıslanırız’***. Yani biz yağmurda yürümek yerine yağmurda koşarsak daha fazla ıslanacağımızı düşünüyoruz. Rüzgarın yağmurun hızını etkileyeceğini bildiğimiz için deneyimizi yağmurun çok fazla yağdığı ancak rüzgarın olmadığı bir zamanda yapacağız.

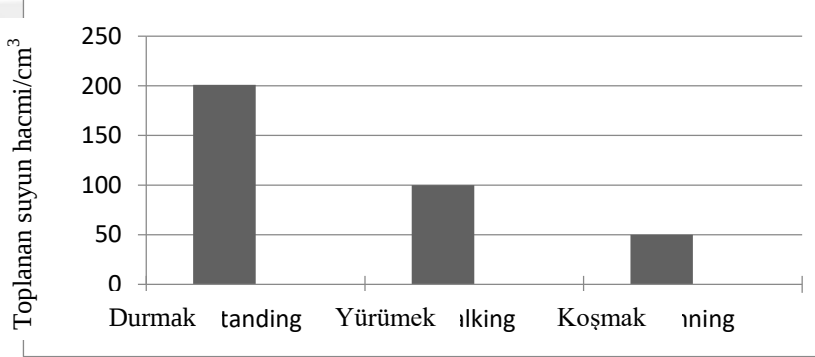
Deneyi nasıl yaptığımız aşağıdadır:

Elif başında bir kap ile yağmurda 4 dakika durmuş ve kapta 200 cm^3 su toplamıştır.

Zeynep başında bir kap ile yağmurda 200 metre yürüdü. Yürüme süresi 2 dakika tuttu. Kaptaki 100 cm³ su toplanmıştır.

Ahmet başında bir kap ile yağmurda 200 metre koştu. Koşma süresi 1 dakika tuttu. Kaptaki 50 cm³ su toplanmıştır.

Aşağıda sonuçlarımızı sütun grafiği olarak gösterdik:



Sonuçlara göre ilk düşüncemizin yanlış olduğunu gördük. Bu sonuçlardan sonra ne kadar yavaş hareket edilirse o kadar çok ıslanılacağına inanıyoruz. Şimdi biz daha yavaş yürürsen daha fazla ıslanacağını düşünüyoruz. Çünkü sonuçlarımız bunu kanıtladı.

Araştırma raporunu kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız:

- a) Elif, Zeynep ve Ahmet sonuçlarını bir başka yolla sunmak için tablo çiziyorlar. Tablodaki boşlukları tamamlayınız.

Kişi	Etkinlik	Toplanan suyun hacmi (cm ³)	Suyu toplamak için geçen süre (Dakika)	Dakikada toplanan suyun düşen yağmur hacmine oranı (cm ³ /dak.)
Elif	Ayakta			
Zeynep	Yürüyor			
Ahmet	Koşuyor			

- b) Aşağıda verilenlerden hangisi çıkarılacak en iyi sonuçtur.

- A. Daha hızlı hareket edersen daha fazla ıslanırsın.
B. Daha yavaş hareket edersen daha fazla ıslanırsın

C. Ne kadar ıslanılacağı yağmur hızına değil yağmurda kalma miktarına bağlıdır.

Seçeneğinizin nedenini açıklayınız.

.....

c) Araştırmayı geliştirebilecek bir yöntem açıklayınız.

.....

d) Sizin geliştirdiğiniz araştırmanızdaki tahmininiz nedir?

.....

15. Ahmet, buz parçacıklarının erime süresini etkileyen faktörleri merak etmektedir. Buz parçalarının büyüklüğü, odanın sıcaklığı ve buz parçalarının şekli gibi faktörlerin erime süresini etkileyebileceğini düşünür. Daha sonra şu hipotezi sınamaya karar verir. Buz parçalarının şekli erime süresini etkiler. Sizce Ahmet bu hipotezi sınamak için aşağıdaki deney tasarımlarının hangisini uygulamalıdır?

- a. Her biri farklı şekil ve ağırlıkta beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- b. Her biri aynı şekilde fakat farklı ağırlıkta beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- c. Her biri aynı ağırlıkta fakat farklı şekillerde beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- d. Her biri aynı ağırlıkta fakat farklı şekillerde beş buz parçası alınır. Bunlar farklı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.

16. Defne balık için en uygun sıcaklığı belirlemek istiyor. Bunu belirlemek için aşağıdaki yöntemlerden hangisini kullanabilir?

- a. 6 farklı akvaryuma 6 farklı çeşitte balık koyar ve her akvaryumun sıcaklığını 25 C0 de sabit tutar.
- b. Bir akvaryuma 6 balık koyar. 10 dakika ara ile suyun sıcaklığını 10 C0 den 15 C0 ye, 20 C0 ye; 25 C0 ye; 30 C0 ye; ve sonuç olarak 40 C0 ye

değiştirir. Her sıcaklık değişiminden sonra balıkların davranışlarını gözlemler.

- c. 6 akvaryum alır, her akvaryuma 6 benzer balık koyar ve suyun sıcaklığı 25 C0 de sabit tutar ve her akvaryumdaki balığın davranışını gözlemler.
- d. 5 akvaryum alır, her akvaryuma 6 benzer balık alır ve her akvaryumdaki suyun sıcaklığını 15, 20, 25, 30, 35 ve 40 C0 ye değiştirir. Her akvaryumdaki balığın davranışını gözlemler.

Ek 8. Gözlem rubriği

Grup Değerlendirme Rubriği

Kategoriler	3	2	1	Puan
Problemi belirleme ve beyin fırtınası çözümleri	Problemi çözmek için net bir anlayış gösterdi. Bağımsız şekilde çözümler hakkında beyin fırtınası yaptı.	Muhtemel çözümleri bulmak için ve problemi tanımlamak için öğretmen yardımı gerekti.	Problemi belirlemek için çok fazla öğretmen yardımı gerekti. Çok az bağımsız şekilde beyin fırtınası gerçekleşti.	
Grup olarak çalışma	Birlikte çok iyi çalıştılar. Tüm grup üyeleri görevleri birlikte katıldılar ve birlikte yaptılar.	Bazı grup üyeleri bazen görev dışında kaldı.	Sık sık grup üyelerinin çoğunluğu görev dışında kaldı ve işbirliği yapılmadı ya da tamamen katılmadı.	
Tasarımı sürecini kullanma	Grup birçok tasarım için beyin fırtınası yaptı, test etti ve bir tasarım geliştirdi. Son tasarım yaratıcı bir problem çözümü gösterdi.	Bazı grup üyeleri bazen görev dışında kaldı.	Grup çok az beyin fırtınası yaptı ve çok az test etti veya yeniden tasarım yaptı. Son tasarım net tasarım fikirleri açısından eksik.	
Bilim ve mühendisliği işleme	Grup görev için güçlü bir çözüm önerisinde bulundular ve bilimsel kavramları ve tasarım süreçlerine dair net bir anlayış gösterdiler	Grup temel bir temsili çözüm önerisi sunmakta ve bilimsel kavramları ve tasarım sürecini çok temel olarak anlamış bulunmaktadır.	Grup çok zayıf bir çözüm önerisi sunmakta ve bilimsel kavramlar ve tasarım sürecini çok az olarak anlamış bulunmaktadır.	

Ürün Değerlendirme Rubriği

Tasarım sürecinin derecelendirme ölçeği

Kategori	3	2	1	Puan
Plan	Planda kullanılan ölçümler, çizimler ve yazılar açık anlaşılır.	Planda kullanılan ölçümler, çizimler ve yazılarda net olmayan bölümler bölüm var.	Planda kullanılan ölçümler, çizimler ve yazılar hiç anlaşılır değil.	
Değiştirme /test etme	Test etme ve değişikliklerin açık kanıtları verilere ve bilimsel prensiplere dayandırılmıştır.	Test etme ve değişikliklerin açık kanıtlar bulunmaktadır. Bilimsel değil.	Test etme ve değişikliklerin açık kanıtları bulunmamaktadır .	

Son ürünün işlevselliği derecelendirme ölçeği

Kategori	3	2	1	Puan
Ürün işlevselliği	Ürün tam olarak çalışmaktadır.	Ürün %50 düzeyde çalışmaktadır.	Ürün %25 düzeyde çalışmaktadır.	
Zamanlama	Planlanan zamana tamamen uyuldu. Ürün çalışıyor.	Planlanan zamana kısmen uyuldu. Ürün kısmen çalışıyor.	Planlanan zamana tamamen uyulmadı. Ürün çalışmıyor.	
Özgünlük (orijinallik)	Diğerlerinden farklı orijinal, yeni, sınıfta sadece 1 tane var.	Aynı ürün tasarımından 2 tane var.	Aynı ürün tasarımından 2 den fazla var.	

Son ürün derecelendirme ölçeği

Kategori	3	2	1	Puan
Tasarıma benzerliği	%75-%100 oranında ürün plana uyarak yapıldı.	%50-%75 oranında ürün plana uyarak yapıldı.	%50 ve daha az oranında ürün plana uyarak yapıldı.	
Malzemeler	Tüm proje için uygun malzemeler seçildi.	Projenin yarısı için uygun malzemeler seçildi.	Projenin çoğu için uygun malzemeler seçilmedi.	
Yapı inşasına özen gösterme	Projenin yapım aşamasına özen gösterildi ve ürün plan takip edilerek yapıldığı için sağlam ve güvenilir.	Ürün plana tamamen uygun ancak yarısına yakın kısmı gözden geçirilip düzeltilmeye ihtiyacı var.	Ürün dikkatsizce yapılmış ve çoğu bölümü yeniden yapılmalı.	
Ölçümlerin doğruluğu	Planda hesaplanan malzemeler aynı ölçüde kullanıldı.	Plandaki ölçümlere %75-%50 oranında uyularak ürün yapıldı.	Plandaki ölçümlere % 50'den daha az oranda uyularak ürün yapıldı.	

Ek 9. Örnek etkinlik

Etkinliğin Adı: Güneş Enerjili Araba Yapımı

Hedef Kitle: 7. Sınıf öğrencileri

Etkinliğin Amacı: Katılımcıların güneş enerjisi ile çalışan bir araba tasarlaması

Kazanımları:

Fen kazanımı:

- ✓ Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiadaki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir ve kaynakların etkili kullanımı bakımından Güneş enerjisinin önemini tartışır.
- ✓ Güneş enerjisinin nasıl transfer edilerek başka türdeki enerjiye dönüşümünü anlar.
- ✓ Hareket eden yüklerin hareketini ve elektrik devresinin doğasını analiz eder.

Matematik kazanımı

- ✓ Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar.
- ✓ Bir veri grubuna ait ortalama, ortanca ve tepe değeri elde eder ve yorumlar.
- ✓ Araştırma sorularına ilişkin verileri uygunluğuna göre daire grafiği, sıklık tablosu, sütun grafiği veya çizgi grafiğiyle gösterir ve bu gösterimler arasında dönüşümler yapar.

Teknoloji ve mühendislik kazanımı

- ✓ Diğer alanlarda öğrendikleri ile modelleme yapar, test eder, değerlendirir ve tekrar tasarlar.
- ✓ Modelinde veya tasarımında sorunla karşılaşırsa problem çözme metoduyla sorunu belirler.
- ✓ Araçları, materyalleri, makineleri güvenli şekilde kullanarak tasarımlarda

bulunur.

- ✓ Günlük hayattan bir problemi tanımlar.
- ✓ Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.
- ✓ Ürünü tasarlar ve sunar.
- ✓ Ürünü pazarlamak için stratejiler geliştirir ve ürünü tanıtır.

Etkinliğin Konusu: Katılımcıların kendilerine verilecek bir bütçe ile sanal bir dükkândan gerek duydukları malzemeleri satın alarak güneş enerjisi ile çalışan ve performansı olabildiğince yüksek bir araba yapmaları

Etkinliğin Süresi: 2 saat

Kullanılacak Malzemeler: 12v güneş panelleri, 12v dc uzun milli oyuncak araba motorları, motor uçları için çarklar, lastik bant, tekerlekler, boş 500 ml su şişeleri ve kapakları, ahşap şişler, pipetler, 100cmx10cm ahşap plaklar, silikon tabancaları, silikonlar, koli bantları, yapıştırıcılar, makaslar, maket bıçakları, 100w ampul, duy ve kablo

Etkinliğin Nasıl Yapıldığı (Öğretmenler için ayrıntılı uygulama planı vb.):

1. Giriş Evresi: Öğrencilerin ön bilgilerini açığa çıkarmak ve yeni öğrenilecek konuya eğlendirici, merak uyandırıcı bir giriş yapmak amacıyla Fen Bilgisi disiplinine yönelik olarak aşağıdaki uygulama yapılmıştır.

Fen Bilgisi Disiplini: Öğrencilere güneşten aldığımız enerjisi sayesinde güneş fırınlarında nasıl yemek pişirileceğine dair bir video izletilir. Öğrencilere benzer şekilde güneşten aldıkları enerjisi aynı şekilde başka işlerde kullanan araç gereçlerin nasıl bu olayı sağladıklarını açakalmaları istenir. Günlük yaşamda buna yönelik bildikleri icatları ve çalışma prensipleri hakkında yorum yapmaları istenir. Böylece güneş enerjisi konusuna öğrencilerin dikkati çekilerek var olan ön bilgileri ve farkındalıkları tespit edilmiştir.

2. Keşfetme Evresi: Öğrencilerin aktif olarak birlikte çalışmalarını ve bir soruna çözüm bulmalarını sağlamak amacıyla Fen Bilgisi disiplinine yönelik olarak aşağıdaki uygulama yapılmıştır.

Fen Bilgisi Disiplini: Başarı durumları göz önünde bulundurularak dörder kişilik homojen gruplara ayrılan öğrenciler fen, matematik, teknoloji ve tasarım programlarında yer alan kazanımlar doğrultusunda hazırlanan etkinlik yapraklarındaki etkinlikleri yapmışlardır. Bu etkinlik sayesinde öğrencilerin güneş enerjisinin aktarımına yönelik küçük bir deney gerçekleştirmeleri istenmektedir. Etkinlikte öğrencilerden güneş enerjisinin nasıl günlük yaşamadaki kullandığımız güneş enerjisiyle çalışan araçlarda çalışma prensibini anlamalarına yönelik bir deney yapmaları beklenmektedir. Öğrencilere Silikon (Si) elementinde bulunan elektronların yeterince enerjiye sahip olmadan elementten serbest kalamadığı açıklanır. Bu nedenle donmuş olarak kabul edildikleri şekiller aracılığıyla açıklanır. Bunu açıklamak amacıyla öğrencilere buz dolu bir şeffaf kap ve boş olan aynı büyüklükte şeffaf bir kap verilir. Bu kapları altlarından plastik şeffaf bir boru veya hortum aracılığıyla bağlamaları istenir. Öğrencilere saç kurutma makinesini bir güneş gibi düşünmeleri ve buz dolu kaba doğru sıcak hava göndermeleri istenir. Güneşten gelen elektronları temsil eder şekilde saç kurutma makinesi de buzları eritir. Ek olarak, güneş panellerin her birine elektrik potansiyeli verir. Bu da uçlar arasında voltaj farklılığı oluşturur. Bu nedenle eriyen buzlar su olarak diğer boş kaba geçer.

Bu aşamada öğrencilerin öğretmenin rehberliği olmadan birlikte çalışmalarına olanak verilmiştir. Böylece öğrenciler etkinlik sırasında gözlemler yaparak buldukları sonuçları hem kendi aralarında hem de tüm sınıfla tartışmışlardır. Yapılan bu etkinlikler öğrencilerin gözlem yapma, ölçme, sınıflandırma yapma, iletişim kurma, verileri kaydetme, sayı ve uzay ilişkileri kurma, tahmin etme ve sonuç çıkarma gibi bilimsel süreç becerilerini de kullanmalarını sağlamıştır.

3. Açıklama Evresi: Öğrencilerin keşfetme evresinde tespit edilen yetersiz düşüncelerini daha doğru olan yenileriyle değiştirmesine yardımcı olmak amacıyla öğrencilere ders öğretmeni tarafından gerekli tanımlar ve açıklamalar teknoloji disiplini kullanılarak yapılmıştır.

Teknoloji Disiplini: Güneş panellerinin çalışma prensibi açıklanır ve video izletilerek desteklenir. Güneş ışığı foton adı verilen küçük enerji paketlerinden oluşur. Her dakika güneşten gelen fotonlar dünyanın bir yıllık enerji tüketimine yetecek kadar enerjiyi dünyamıza ulaştırırlar. Güneşten gelen bu enerjiyi kullanarak elektrik üretme amacı ile güneş panelleri, başka bir deyişle fotovoltaiik

paneller kullanılır. Güneş panelleri yani Fotovoltaik paneller, birçok solar hücreden oluşur. Bu hücreler silikon adı verilen ve dünyamızda çokça bulunan elementlerden yapılır. Her bir hücre, aynen pillerde de olduğu gibi, elektrik akımı yaratmak için bir pozitif ve bir negatif katmandan oluşur. Güneşten gelen fotonlar güneş panelinin üzerinde bulunan bahsettiğimiz bu hücreler tarafından emildiklerinde, açığa çıkan enerji elektronların özgürce hareket etmelerine yol açar. Elektronlar panelin alt kısıma doğru yol alır ve bağlantı kablosundan dışarı çıkarlar. Elektronların bu akımına elektrik denir.

4. Derinleştirme Evresi: Öğrencilerin öğrendikleri yeni kavramlarla ilgili deneyimler kazanmaları ve günlük hayattaki uygulamalar hakkında bilgiler edinmeleri için matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerine ilişkin aşağıdaki uygulamalar yapılmıştır. Bu bölümde öğrencilerden güneş enerjisiyle çalışan araba tasarımı yapmaları beklenmektedir. Öğretmen etkinlik sonunda kazandırılması planlanan kazanımlar ve ölçme-değerlendirme ile ilgili bir sunum yapar

Fen disiplini: Öğrencilerin daha önceki dönemlerde öğrendikleri bir aracın üzerine etki eden kuvvetler ile ilgili kısa bir araştırma yapmaları istenir. Yapılan araştırmaların sonucunda farkına varılması istenen kavramlar üzerinde tüm katılımcılar arasında bilimsel bir tartışma gerçekleştirilir. Öğrencilerin bir önceki deneyde öğrendikleri güneş pillerin çalışma prensibini de göz önüne alarak en hızlı giden arabayı tasarlama beklenmektedir.

Matematik Disiplini: Öğrenciler, yaptıkları güneş enerjisiyle çalışan arabanın yol zaman ve hız zaman miktarlarının zamanla değişimini gösteren grafikler çizebilirler. Bu şekilde en hızlı araba için yorum yapabilirler. Öğrencilerden arabanın maliyetini, hızını, tekerlek ölçülerini vb. değişkenleri kullanarak araçlarının hızını etkileyen değişkenler hakkında yorum yapmaları ve arabanın hızı hakkında yorum yapmaları beklenmektedir.

Teknoloji Disiplini: Öğrenciler, yaptıkları güneşle çalışan arabanın prototip çalışmasının algodoo programı üzerinde tasarlama ve öğretmenlerine onaylattıktan sonra gerçekleştirirler. Ayrıca yaptıkları arabanın tanıtımına yönelik bir sunum hazırlamaları ve bu sunumu hazırlarken bildikleri bilgisayar programlarının kullanmaları beklenmektedir. Animasyon filmi veya bir broşür olabilir. Ayrıca öğrenciler matematiksel yorum yaparak hazırlayacakları grafik ve

tablolar için Microsoft Excel programını veya benzeri programdan yararlanmaları beklenmektedir.

Mühendislik Disiplini: Öğrenciler güneş enerjisiyle çalışan araba tasarımı yapacaklardır. Öğrencilerden bu alanda araştırma yapmaları ve en iyi özelliklere sahip güneş enerjisiyle çalışan araba yapmaları beklenmektedir. Ancak öğrencilerin kullanabileceği malzemeler sınırlıdır. Bu aşamada öğrencilerden sanal bir pazar verilerek onlardan ekonomik ancak en güneş enerjisiyle en hızlı giden aracı yapmaları istenecektir. Öğrencilere;

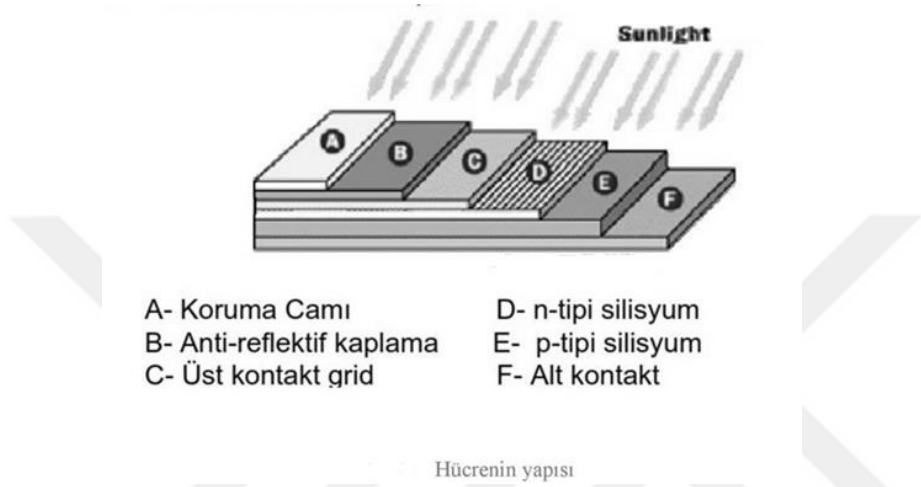
- Güneş enerjisiyle çalışan arabanın maksimum güce ulaşması için güneş pilleri nasıl bir pozisyonda arabanın üzerine yerleştirilmelidir? (güneş panelleri güneşe 90 derecelik açıyla konmalıdır.)
- Arabanın hızlanması, ivmesi nasıl maksimum seviyeye çıkarılabilir? (tekerlek oranlarıyla)

5. Değerlendirme Evresi: Öğrencilerin yeni kavram ve becerileri öğrenmede, kendi gelişimlerini değerlendirmeleri amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan “Ne biliyorduk, neler öğrendik, nasıl öğrendik?” ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan “Değerlendirme Soruları” çalışma kâğıdı şeklinde her öğrenciye dağıtılarak konu sonunda sınıf içerisinde öğrenciler tarafından cevaplandırılmıştır. Öğrencilerin yeni kavram ve becerileri öğrenmede, kendi gelişimlerini değerlendirmeleri amacıyla öğrencilerden akran değerlendirmesi yapmaları beklenmektedir. Bu amaçla her öğrenciye akran değerlendirme formu doldurması istenir. Ayrıca öğrencilerin grup olarak hazırladıkları tasarımları tasarım değerlendirme rubriği ile değerlendirilecektir.

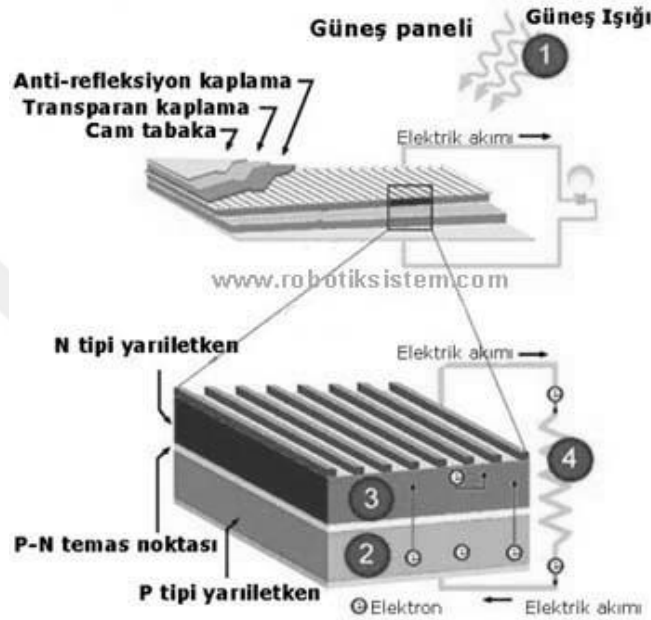
Öğrenci Etkinlik Kâğıdı

1. Şimdi sizlerde güneş pillerinin çalışma prensibini canlandırmak için iki 2,5 litrelik su şişesini alt kısımlarını kesiniz.
2. Şeffaf bir hortum aracılığıyla bu şişeler kapakları çıkartılarak birbirlerine bağlayınız.
3. Şişelerden birine buz doldurunuz. Buz dolu olan şişe ve diğer boş şişe aynı hizada tutunuz.
4. Bir saç kurutma makinesi yardımıyla sıcak hava gönderiniz.
5. Şimdi saç kurutma makinesi yardımıyla ısınan şişedeki değişiklikleri not ediniz.
6. Saç kurutma makinesi buzların erimesi üzerinde nasıl bir etkisi olmuştur?
7. Gözlemlerinizi ve zaman bağlı olarak gözlemlerinizi not ediniz.
8. Saç kurutma makinesini bir güneş enerjisi kaynağı temsil ettiğini düşünürsek sizce buzlar ve akan suyun neyi temsil ettiğini düşünüyorsunuz?
9. Güneş pillerinin çalışma prensibini kısaca açıklayınız.

Güneş panelleri nasıl çalışır?



Yukarıda gösterilen şekilde güneş panellerinin içyapısı gösterilmektedir. Güneş panellerinde yarı iletken D ve E silikon bölümleri ve bu bölümlerden birisi N-tipi elektrik alanını temsil ederken diğeri P-tipi elektrik alanını temsil etmektedir. Ayrıca güneşten gelen ışınların yansıma kayıplarını azaltmak için B anti-yansıtıcı kaplama bölümü bulunmaktadır. Metalik akımlar üst kontakt C ve alt kontakt F arasında olmaktadır.



- 1) Güneş ışığı güneş pili üzerine düşer ve fotovoltaiik hücreler tarafından absorbe edilir. Güneş pilinde çok elektrona sahip P tipi yarıiletken madde ve az elektrona sahip N tipi yarıiletken madde bulunur.
- 2) Güneş ışığı P tipi yarıiletken maddeden elektron koparır.
- 3) Enerji kazanan elektronlar N tipi yarıiletken maddeye doğru akarlar.
- 4) Bu sabit tek yönlü elektron akışı doğru akımı (DC) yaratır. Elektronlar kurulan devreler boyunca akarak pillerin şarj edilmesinde ya da farklı alanlarda kullanılır ve P tipi yarıiletken maddeye geri döner.

Değerlendirme soruları

Arabanızın üzerindeki güneş panelinin güneşe göre açısı arabanızın performansını nasıl etkiledi? Niçin?

Güneş arabanızı nasıl güç sağlar? Lütfen her seviyesini açıklayınız.

Güneş enerjisi hakkında neler biliyorduk?

Güneş enerjisi hakkında neler öğrenmek istiyoruz?

Güneş enerjisi hakkında neler öğrendik?

Güneş enerjisi hakkında nasıl öğrendik?

Gerçekleştirdiğiniz FeTeMM temelli etkinliklerinde sizi zorlayan bölümler nelerdir?

Katıldığınız FeTeMM temelli etkinliklerin diğer derslerinize göre avantaj ve dezavantajları nelerdir?

Sizce mühendislik, matematik ve teknolojinin kullanıldığı fen derslerinin eğitiminize faydaları nelerdir?

Ek 10. Fen başarı testi

Aşağıda Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm, Aynalarda Yansıma, Işığın Soğrulması, Ekosistemler, Biyo-Çeşitlilik, Elektrik Enerjisinin Dönüşümü, Gök Cisimleri, Güneş Sistemi, Uzay Araştırmaları Konularına Yönelik Hazırlanmış Başarı Testi Bulunmaktadır. Her Sorunun Bir Doğru Cevabı Bulunmaktadır.

1.

Elma	Süt Kutusu	Ampul	Kola Kutusu	Pil	Seramik Fincan
					
					
Pet Şişesi	Kağıt	Cam Şişe	Metal Konserve	Atık Yağ	Islak Mendil

Yukarıda verilen evsel atık maddelerinden hangileri geri dönüştürülebilen maddelerdir?

- A) Elma, Süt Kutusu, Ampul
- B) Kola Kutusu, Pil, Keramik Fincan
- C) Pet Şişe, Kâğıt, Cam Şişe
- D) Metal Konserve Kutusu, Atık Yağ, Islak Mendil

2. Aşağıdakilerden hangisi geri dönüşümün ülke ekonomisine sağladığı katkılardan birisi değildir?

- A) Doğal kaynaklar korunmaktadır.
- B) Enerji tasarrufu sağlanmaktadır.
- C) Kâğıt ihtiyacı azalmaktadır.
- D) Çevremizdeki atık maddelerin azalmasını sağlamaktadır.

3.



Kasabanın 20 yıl önceki hâli



Kasabanın bugünkü hâli

12 yaşındaki Mehmet, yaşadığı kasabanın, yukarıdaki verilen 20 yıl önceki fotoğrafını bugünkü hali ile karşılaştırılınca çok üzülüyor.

Eskiden ağaçlar arasında akan temiz akarsu artık çok kirlidir. İçinde meyve suyu kutuları, yiyecek artıkları, naylon torbalar vardır. Ağaçlık ve tarım alanları yok edilmiştir.

Mehmet bu problemi çözmek amacıyla afişler hazırlayıp arkadaşlarına ve komşularına dağıtıyor. Aşağıdakilerden hangisi bu afişlerde geçen cümlelerden biri olamaz?

- A) Geri dönüşümlü ürünler kullanıp, çöplerimizi çöp kutusuna atalım.
- B) Çevremizde ağalandırma çalışması başlatalım.
- C) Doğal kaynaklarımızı koruyalım.
- D) Daha fazla ürün almak için kimyasal gübre kullanımı arttıralım.

4.



Öğrencilere araştırma yapmaları için 3 saksıda aynı tür bitki ve birer adet asitli, deterjanlı ve temiz su verilmiştir. Öğrencilerden kirli çevrenin bitkiler üzerindeki etkilerini incelemeleri için bir proje geliştirmeleri istenir. Bu proje konusu aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Her bir çiçeğe farklı miktarda farklı sular verilerek değişimleri izlenir.
- B) Her çiçeğe önce temiz sonra deterjanlı ve asitli sular sırayla verilerek değişimleri izlenir.
- C) Çiçeklerden birine asitli su verilirken diğerine deterjanlı su verilerek değişimleri izlenir.
- D) Her bir çiçeğe aynı miktarda farklı sular verilerek değişimleri izlenir.

5. İlköğretim 7. sınıf öğrencisi olan Hülya, sınıfındaki bir etkinlik için araştırma yaparken “Çevre” dergisinden aşağıdaki grafiği bulmuştur.



Hülya ve arkadaşları bu grafiği inceledikten sonra, odun ham maddesi tüketimini azaltmak için kendilerinin hem çabuk hem de kolay uygulayacakları bir karar alıyorlar.

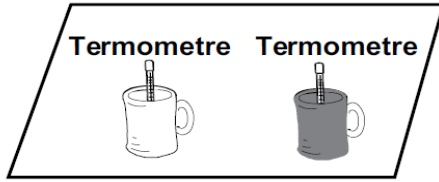
Bu karar aşağıdaki geri dönüşüm seçeneklerinden hangisi olabilir?

- A) Atık kâğıtların geri dönüşüm ile tekrar kullanıma sunulması
- B) Atık pillerin geri dönüşüme gönderilmesi
- C) Atık yağların biyodizel olarak kullanılması
- D) Atık şişelerin geri dönüşümünün gerçekleştirilmesi

6. Aşağıdakilerden hangisi tümsek aynanın kullanıldığı alanlardan birisi değildir?

- A) Mağazalarda, güvenlik aynası olarak kullanılır.
- B) Otomobillerde dikiz aynası olarak kullanılır.
- C) Araçların altını kontrol etmede güvenlik aynası olarak kullanılır.
- D) Güneş fırınlarında kullanılır.

7. Ece, öğretmenin ışık konusu hakkında sorduğu bir sorunun cevabını bulabilmek için beyaz ve siyah renkteki bardakların içine termometreler yerleştirdik.



Daha sonra, güneş ışığında bir süre beklettiği bardakların sıcaklıkları arasındaki farkı hesapladı. Öğretmeni, Ece'ye sorunun cevabını bu düzenekle bulabileceğini söyledi.

Buna göre, öğretmenin Ece'ye sorduğu soru aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Beyaz ışık tüm renkleri içerir mi?
- B) Açık ve koyu renkli cisimlerin ışığı soğurma oranları aynı mıdır?
- C) Cisimler beyaz ve renkli ışık altında neden farklı görünür?
- D) İnsan gözünün fark edemeyeceği ışınlar da var mıdır?

8. Bir gazete haberine göre, güneş enerjisiyle çalışan otomobillerin sayısı hızla artmaktadır. Bu durum devam ederse aşağıdakilerden hangisinin olması beklenir?

- A) Fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanan hava kirliliğinin azalması
- B) Kalıcı kirlilik yapan atık çeşitlerinin artması
- C) Havadaki oksijen oranının azalması
- D) Asit yağmurlarının artması

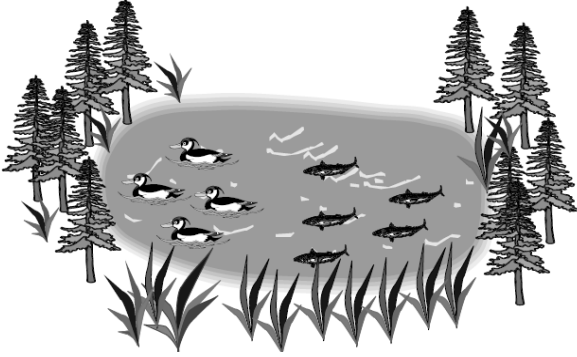
9. Araştırmacılar bir bölgede, diğer bitki türlerinden daha çok rastladıkları bitki türünü incelediklerinde;

- Gövdesinin bol su depoladığını
- Yapraklarının diken şeklinde olduğunu
- Köklerinin toprağın derinliklerindeki suya ulaşacak kadar geliştiğini gözlemişlerdir.

Bu bitki türünün yaşadığı doğal ortamın (habitatın) aşağıdakilerden hangisi olması beklenir?

- A) Yağmur ormanı
- B) Az yağış alan kurak bölge
- C) Kutupların yüksek olması
- D) Canlı çeşidinin fazla olduğu göl kenarı

10.



Öğretmen: Yukarıda verilen resimdeki popülasyonlardan birini söyleyiniz.

Aydın: Göldeki ördekler

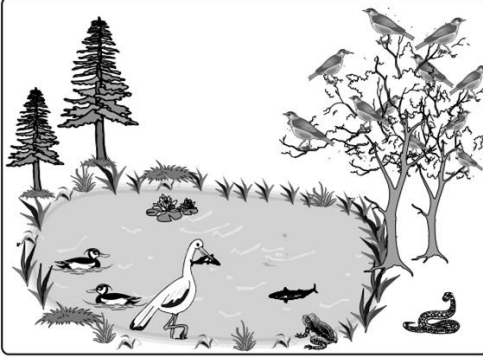
Neşe: Göl kenarındaki tüm bitkiler

Öğretmen: Aydın'ın cevabı doğru, Neşe'nin cevabı yanlış. Çünkü popülasyon...

Aşağıdakilerden hangisi öğretmenin açıklamasını tamamlar?

- A) sadece hayvanlardan oluşur.
- B) aynı tür canlılardan oluşur.
- C) gölde yaşayan canlılardan oluşur.
- D) hem karada hem suda yaşayan canlılardan oluşur.

11. Şekilde, doğadan bir ortam verilmiştir. Bu ortamda çeşitli canlı türleri yaşamaktadır.



Aşağıdakilerden hangisi, bu şekilde yer alan canlılara ait bir popülasyonu tanımlar?

- A) Gölde yaşayan bütün canlı türleri
- B) Bu ortamda yaşayan hayvanların tümü
- C) Bu ortamda yaşayan bir serçe türüne ait bireylerin tümü
- D) Göl kenarında yaşayan bütün bitki türlerine ait bireyler

12.

Gazete

Orfoz, kırmızı listede

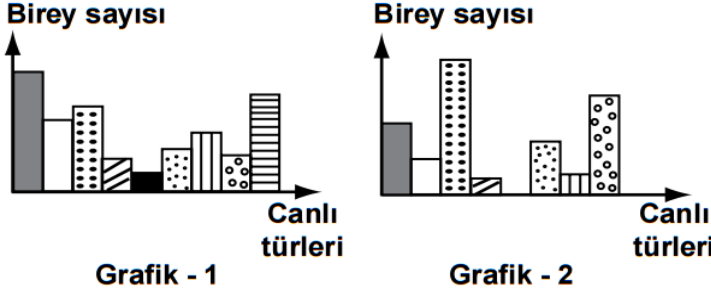
Bir zamanlar bol bulunan balık türü orfozun denizlerdeki sayısı, aşırı avlanma ve çevre kirliliği nedeniyle gittikçe azalmıştır.

Bu nedenle “Dünya Doğayı Koruma Birliği” adlı bir örgütün kırmızı listesinde yer almıştır.

Buna göre, “Kırmızı liste” neyi ifade etmektedir?

- A) Denizde avlanan balık türlerini
- B) Nesli tükenmekte olan canlı türlerini
- C) Deniz ve göllerde yaşayan balık türlerini
- D) Günümüzde hiç görülmeyen bazı canlı türlerini

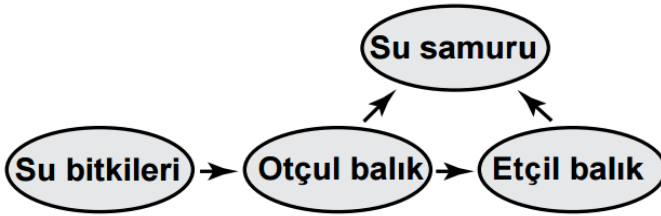
13. Grafik 1’de, bir gölün kenarına fabrika kurulmadan önce, Grafik 2 ise fabrika kurulduktan sonra göl ekosistemindeki canlı türlerini göstermektedir.



Grafiklere göre, fabrika kurulduktan sonra bu göl ekosistemiyle ilgili olarak aşağıdaki sonuçlardan hangisine ulaşılamaz?

- A) Bazı popülasyonlardaki birey sayısı azalmıştır.
- B) Bazı popülasyonlardaki birey sayısı artmıştır.
- C) Bazı popülasyonlar ortama yeni katılmıştır.
- D) bazı popülasyonlar yok olmuştur.

14.



Şekildeki besin ağının bulunduğu su ekosisteminde, çevresel bir etkene bağlı olarak etçil balıklar yok olup otçul balıkların sayısı azaldığında aşağıdakilerden hangisinin olması beklenir?

- A) Su bitkilerinin artması
- B) Otçul balık sayısının aşırı artması
- C) Su samurunun ortamdaki hemen yok olması
- D) Su samurunun ortamdaki su bitkileriyle beslenmeye başlaması

15. Bir bölgede, belli bir keklik türü insanlar tarafından bilinçsizce avlanmıştır. Bunun sonucunda sayıları aşırı şekilde artan tırtırlar, orman ve ekili alanlara zarar vermiştir.

Bu bölgede, tırtıl sayısındaki artışın kontrol altına alınıp önceki doğal dengenin yeniden sağlanabilmesi için aşağıdakilerden hangisi önerilebilir?

- A) Tırtıl sayısını dengelemek için uygun sayıda aynı türden keklik getirilmesi
- B) Tırtılları yok etmek için tırtılla beslenen başka tür hayvanların getirilmesi
- C) Tırtılların beslendiği bitkilerle beslenen başka tür hayvanların getirilmesi
- D) tırtıl sayısını dengelemek için tortolların beslendiği bitkilerin yok edilip, farklı tür bitkilerin ekilmesi

16. Aşağıdakilerden hangisinde barajlarda jeneratörden elektrik üretilinceye kadar olan enerji dönüşümleri doğru sırada verilmiştir?

- A) Potansiyel enerji --> Kinetik enerji --> Elektrik enerjisi
- B) Kinetik enerji --> Elektrik enerjisi --> Potansiyel enerji
- C) Elektrik enerjisi --> Potansiyel enerji --> Kinetik enerji
- D) Potansiyel enerji --> Elektrik enerjisi --> Kinetik enerji

17. Aşağıda verilen sistemlerden hangisinde elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüşümüne örnek değildir?

- A) Vantilatörün çalışması
- B) Çamaşır makinesinin çalışması
- C) Elektrikli bisikletlerin çalışması
- D) Hidroelektrik enerji santrallerindeki jeneratörlerin çalışması

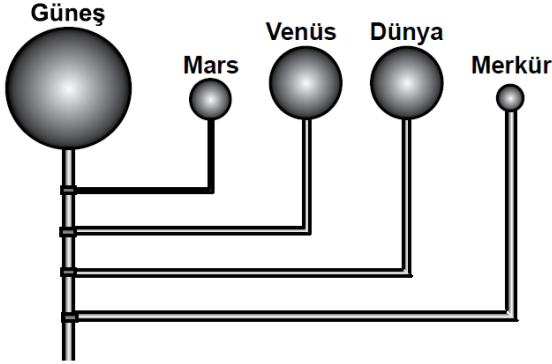
18. Uzay araştırması yapan öğrenci gözlemleri sonucu bir gökcismine ait aşağıdaki bilgileri elde ediyor.

- Gökcismi belirli bir yörüngede hareket ediyor
- Üzerine gelen ışık ışınlarını geri yansıtıyor.
- Etrafında dolanan kendisinden küçük gök cisimleri bulunuyor.

Buna göre öğrencinin gözlemlediği gökcismi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Galaksi B) Yıldız C) Gezegen D) Uydu

19. Güneş sistemindeki bazı gezegenleri şekildeki gibi modelleyen Eda, modeli oluştururken gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının sıralamasında bir hata yapılmıştır.



Buna göre Eda, modelde hangi iki gezegenin yerini değiştirirse hatasını düzeltmiş olur?

- A) Mars ile Venüs'ün
B) Venüs ile Dünya'nın
C) Dünya ile Merkür'ün
D) Merkür ile Mars'ın

20. Önyüzüne gezegenler ile ilgili özelliklerin yazıldığı I., II. ve III. kartların arka yüzüne ise bu gezegenlerin isimleri yazılmak isteniyor.

I. KART

Güneş'e en yakın
gezegendir.
Halkası yoktur.

II. KART

Güneş sisteminin en
büyük gezegenidir.
Halkası vardır.

III. KART

Güneş'e en uzak olan
gezegendir.
Halkası yoktur.

Buna göre, kartların arkasına yazılması gereken gezegen isimleri aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

	<u>I. Kart</u>	<u>II. Kart</u>	<u>III. Kart</u>
A)	Merkür	Jüpiter	Neptün
B)	Venüs	Satürn	Uranüs
C)	Merkür	Mars	Jüpiter
D)	Jüpiter	Uranüs	Neptün

21. Aşağıda verilenlerden hangisi gök cisimlerinin hareketlerini ve yapısını inceleyen bilim insanlarına verilen özel bir isimdir?

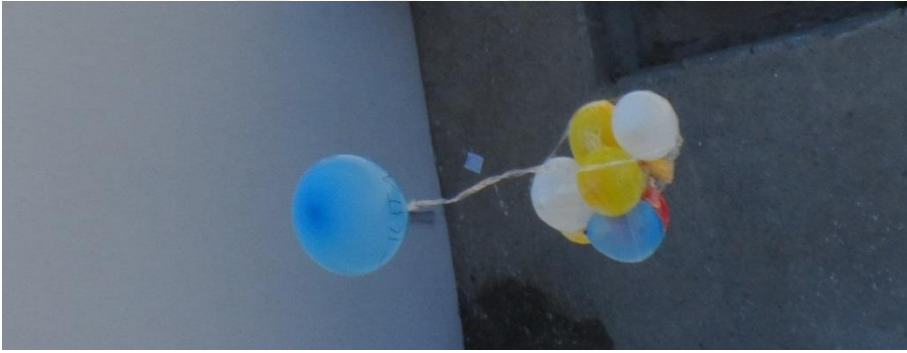
- A) Astrolog
- B) Astronot
- C) Gök bilimci (astronom)
- D) Uzak mühendisi

22. Selin, öğretmenin derste uzay teknolojisi ile ilgili ona sorduğu bir soru üzerine aşağıdaki cevabı vermiştir.

“Zamanla gelişen teknoloji sayesinde uzaya, uzay sondaları, uzay mekikleri, yapay uydular gönderilmiş ve uzay istasyonları kurulmuştur. Bu uzay çalışmaları ile günlük hayatımızı kolaylaştıran birçok araç ve gereç (teflon, tükenmez kalem vb.) geliştirilmiştir.” Buna göre, öğretmeni Selin’e aşağıdaki sorulardan hangisini sormuş olabilir?

- A) Uzay kirliliğinin sebepleri ve bu kirliliğin yol açacağı olası sonuçlar nelerdir?
- B) Uzay çalışmalarına dayanarak geleceğe yönelik tahminleriniz nelerdir?
- C) Yapay uyduların iletişim teknolojindeki rolü nelerdir?
- D) Teknolojinin uzay araştırmalarına, uzay araştırmalarının da teknolojiye olan katkısı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Ek 11. Etkinlik resimleri



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Emrah HİĞDE

Doğum Yeri ve Tarihi : Enez, 01.08.1987

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : ODTÜ, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi

Yüksek Lisans Öğrenimi : ODTÜ, İlköğretim Fen Eğitimi

Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLER

a) Makaleler

-Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

Aktamış H., Acar E., Hiğde E. (2018). Did “Let’s Learn Astronomy, Explore The Space Summer Camp” Change The Students’ Conceptual Knowledge About Astronomy?. *Kastamonu Education Journal*, 26(2), 523-533., Doi: doi:10.24106/kefdergi.389816

Özcan R., Aktamış H., Hiğde E. (2018). Fen Bilimleri Derslerinde Kullanılan Argümantasyon Düzeyinin Belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(43), 93-106.

Aktamış H., Hiğde E. (2018). Influence of Nature and History of Science Courses on Value Perceptions of Elementary Science Teacher Candidates in Conceptual Dimension in Turkey. *Science Education International*, 29(1), 29-38.

Hiğde E., Öztekin C., Şahin E. (2017). Turkish preservice science teachers’ awareness, beliefs, values, and behaviors pertinent to climate change. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 26(3), 253-263.

Hiğde E., Aktamış H. (2017). Reflection of Explicit-Reflective Argumentation Based and Explicit Reflective Nature of Science Teaching on Prospective Science

Teachers' Written Arguments. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 46(1), 39-84., Doi: 10.14812/cufej.309431

Hiğde E., Aktamış H. (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Argümantasyon Temelli Fen Derslerinin İncelenmesi Durum Çalışması. *İlköğretim Online*, 16(1), 89-113., Doi: 10.17051/io.2017.79802

Aktamış H., Hiğde E., Özden B. (2016). Effects of the Inquiry Based Learning Method on Students Achievement Science Process Skills and Attitudes towards Science a Meta-Analysis Science. *Journal of Turkish Science Education*, 13(4), 248-261., Doi: 10.12973/tused.10183a

Hiğde E., Uçar M. B., Demir C. (2014). The Investigation of Self efficacy of Preservice Science Teachers and Pre service Physics Teachers towards Web Pedagogical Content Knowledge Regarding Internet Use Habits. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 116, 3395-3399., Doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.771

Demir C., Hiğde E., Uçar M. B. (2014). Views of not Assigned Teachers about Professional Future. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 116, 3276-3280., Doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.747

Uçar M. B., Demir C., Hiğde E. (2014). Exploring the Self-confidence of Preservice Science and Physics Teachers towards Technological Pedagogical Content Knowledge. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 116, 3381-3384., Doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.768

- Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

Yenice N., Hiğde E., Özden B. (2017). Ortaokul Öğrencilerinin Üst biliş Farkındalıklarının ve Bilimin Doğasına Yönelik Görüşlerinin Cinsiyet ve Akademik Başarılarına Göre İncelenmesi. *On dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 1-18.

Aktamış H., Hiğde E. (2016). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Ve Yaratıcılıklarının İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(33), 49-65.

Aktamış H., Hiğde E. (2015). Fen Eğitiminde Kullanılan Argümantasyon Modellerinin Değerlendirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,(35), 136-172.

Hiğde E., Can H. (2015). Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Çevre Sorunlarına Yönelik Sorumluluk Algılarının İncelenmesi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(1), 1-9.

b) Bildiriler

- Uluslararası

Yazıcı E., Özen Ünal D., Aktamış H., Arabacıoğlu T., Şen H. C., Hiğde E. (2018). Öğretmenlerin Mesleki Gelişim ve Hizmet İçi Eğitim Profillerinin Belirlenmesi: Aydın İli Örneği. *International Congress on Science and Education 2018 (ICSE2018)*, 1(1), 97-97. (Özet Bildiri/Sözlü Sunum), Antalya.

Aktamış H., Hiğde E., Özden, B. (2018). The Relative Effects of Inquiry-Based and Argumentation Science Teaching on Students' Argumentation Skills, Inquiry Skills, and Science Process Skills. *XV. European Conference on Social and Behavioral Sciences*, 263-263. (Özet Bildiri/Sözlü Sunum), Ankara.

Hiğde E., Aktamış H. (2017). STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Kariyer İlgili Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması. *2nd International Conference on Best Practices and Innovations in Education* (Özet Bildiri/Sözlü Sunum), İzmir.

Aktamış H., Gacar Z., Hiğde E. (2017). Fen Öğretimine Yönelik Dijital Eğitsel Oyunların İncelenmesi. *IV. International Eurasian Educational research Congress* (Özet Bildiri/Sözlü Sunum), Denizli.

Hiğde E., Öztekin C. (2013). Pre-Service Science Teachers Epistemic Beliefs Regarding Climate Change. *The IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brokerage Event Horizon 2020*, Antalya.

Hiğde E., Öztekin C. (2013). An Investigation Into Scepticism And Knowledge About Climate Change Among Prospective Science Teachers. *International Perspectives on New Aspects of Learning in Teacher Education (IPALTE)*, Diyarbakır.

Uçar M. B., Demir C., Hiğde E. (2013). Exploring the Self confidence of Preservice Science and Physics Teachers towards Technological Pedagogical Content Knowledge. *5th World Conference on Educational Sciences*, 116, 3381-3384., Doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.768, Roma

Hiğde E., Uçar M. B., Demir C. (2013). The Investigation of Self efficacy of Pre service Science Teachers and Pre service Physics Teachers towards Web Pedagogical Content Knowledge Regarding Internet Use Habits. *5th World Conference on Educational Sciences*, 116, 3395-3399., Doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.771, Roma.

Demir C., Hiğde E., Uçar M. B. (2013). Views of not Assigned Teachers about Professional Future. *5th World Conference on Educational Sciences*, 116, 3276-3280., Doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.747, Roma.

- Ulusal

Aktamış H., Hiğde E., Seyhan İ., Bilgen B. (2016). Ortaöğretim Öğrencilerinin Argümantasyon Bileşenlerini Bilme Vebilimsel Süreç Becerilerini Kullanabilme Düzeylerinin Belirlenmesi. *12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.

Hiğde E., Aktamış H. (2016). Bilimsel Argümantasyon Testinin Türkçe ye Uyarlanması. *12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.

Aktamış H., Acar E., Hiğde E., Yılmaz A. (2016). Ortaokul Öğrencilerinin Dünya ve Evren Hakkındaki Bilgilerine astronomiyi öğrenelim Uzay Keşfedelim Kampının Etkisinin incelenmesi. *12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.

Hiğde E., Öztekin C. (2014). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının İklim Değişikliği Hakkındaki Bilgi ve Bilgilerine Duydukları Güven. *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Adana.

Çakmak G., Hiğde E. (2012). 5 Sınıf Fen ve Teknoloji Ders Kitabının Okunabilirlik Formülleriyle Değerlendirilmesi. *11. Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu*, Rize.

İLETİŞİM

E-Posta Adresi : emrahhigde@gmail.com

Tarih :30/11/2018