

**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA ASTRONOMİ
ETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

HASAN ZÜHTÜ OKULU

DOKTORA TEZİ

**OCAK, 2019
MUĞLA**

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA ASTRONOMİ ETKİNLİKLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

HASAN ZÜHTÜ OKULU

Eğitim Bilimleri Enstitüsünce
“Doktora”

Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Sözlü Savunma Tarihi: 31.01.2019

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Selçuk AKTÜRK

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Ali Günay BALIM

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Burcu ŞENLER PEHLİVAN

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Ayşe Rezan ÇEÇEN EROĞUL


OCAK, 2019

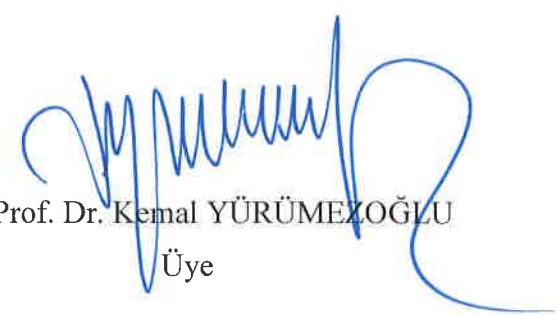
TUTANAK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün 24/01/2019 tarih ve 274/2 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 38/7 maddesine göre, İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Doktora öğrencisi Hasan Zühtü OKULU'nun "STEM Eğitimi Kapsamında Astronomi Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" başlıklı tezini incelemiş ve aday 31/01/2019 tarihinde saat 11.00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 90.. dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin kabul edildiğine oy birliği ile karar verilmiştir.


Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER
Tez Danışmanı


Prof. Dr. Selçuk AKTÜRK
Üye


Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU
Üye


Prof. Dr. Ali Günay BALIM
Üye


Doç. Dr. Burcu ŞENLER PEHLİVAN
Üye

ETİK BEYANI

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanan “STEM Eğitimi Kapsamında Astronomi Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi” başlıklı doktora tez çalışmasında;

- Tez içinde sunulan veriler, bilgiler ve dokümanların akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiğini,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçların bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğunu,
- Tez çalışmasında yararlanılan eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterildiğini,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapılmadığını,
- Bu tezde sunulan çalışmanın özgün olduğunu,

bildirim, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 31/01/2019



HASAN ZÜHTÜ OKULU

Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu 'ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

STEM EĞİTİMİ KAPSAMINDA ASTRONOMİ ETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

HASAN ZÜHTÜ OKULU

Doktora Tezi, İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER

Ocak 2019, XXIV+495 sayfa

STEM eğitiminin temel hedefi, sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın desteklenmesi için bireylere 21. yüzyılın gereksinimleri doğrultusunda bilgi ve beceri kazandırmaktır. STEM alanlarında nitelikli iş gücünü oluşturma potansiyeline sahip olan özel yetenekli bireylerin eğitimi, ekonomik kalkınmanın desteklenmesi adına oldukça önemlidir. Ayrıca, STEM eğitiminin sürdürülebilir şekilde gerçekleştirilmesinde öğretmenlerin eğitimi kritik bir role sahiptir. Mevcut araştırma, özel yetenekli bireylerin ve öğretmen adaylarının eğitimi bağlamında astronomiye yönelik STEM eğitimi etkinliklerinin geliştirilmesini ve değerlendirilmesini konu almaktadır. Bu bağlamda araştırmada Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilen astronomi temelli STEM eğitiminin katılımcı (astronomi bilgi, STEM tutum, STEM ilgi, STEM yaklaşımı, STEM eğitiminin niteliklerini yansıtmaya) ve etkinlik (etkinliklerin STEM eğitimine uygunluğu ve ürünlerin nitelikleri) boyutlarında bütünsel ve çok boyutlu olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada nitel ve nicel yaklaşımların birlikte yer aldığı karma yöntem desenlerinden gömülü desen kullanılmıştır. Nicel aşamada, iki farklı çalışma grubu üzerinde uygulanan deneysel bir işlemin, çalışma grupları üzerinde oluşturduğu etkiyi belirlemek amacıyla ön test, son test ve kalıcılık testlerinin yer aldığı zayıf deneysel desen modelinden yararlanılmıştır. Araştırmanın nitel aşamasında ise durum çalışması kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile seçilen 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Türkiye'nin batısında bir eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan 67 Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi ve bir Bilim ve Sanat Merkezine (BİLSEM) devam eden 23 özel yetenekli ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi olarak çalışma gruplarına uygulanmıştır. Bu ölçme araçları katılımcıların astronomi başarı, STEM tutum ve STEM ilgi düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. STEM eğitimi etkinliklerinin katılımcı gruplarının STEM yaklaşımlarına etkisini belirlemek amacıyla ise uygulama öncesine ve sonrasında katılımcı gruplarından seçilen toplam 12 öğrenci (6 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve

6 Fen Bilgisi Öğretmen adayı) ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Etkinliklerde katılımcıların STEM eğitiminin niteliklerini nasıl yansıttıklarını doğrudan ve derinlemesine inceleyebilmek için ise araştırmacı gözlemlerinden yararlanılmıştır. Etkinliklerin STEM eğitiminin doğasına uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen etkinlik değerlendirme formu kullanılmıştır. Son olarak, STEM eğitiminin ürün odaklı yapısına uygun şekilde katılımcı ürünlerini değerlendirmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen özgün ürün değerlendirme formlarından faydalanılmıştır. Araştırmadan elde edilen nicel verilerin grup içi karşılaştırmalarında Friedman testi ve Wilcoxon işaret sıralaması testi, gruplar arası karşılaştırmalarında ise Mann-Whitney U testinden yararlanılmıştır. Araştırmadan elde edilen nitel verilerin analizi için ise betimsel analiz tekniği kullanılmıştır.

Araştırma sonuçları, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgilerini, STEM alanlarına yönelik tutumlarını ve ilgilerini desteklediği ve bu bilgi, tutum ve ilgilerin kalıcılığına katkı sağladığını göstermiştir. Ayrıca uygulanan etkinliklerin katılımcı gruplarının STEM yaklaşımlarının gelişmesini ve/veya değişmesini desteklediği, uygulama sürecinde ise katılımcıların STEM eğitimi programlarında bulunması gereken ve bilimsel sorgulamanın temelini oluşturan fen ve mühendislik uygulamalarını tekrarlı olarak yansıttıkları sonuçlarına ulaşılmıştır. Buna ek olarak geliştirilen astronomi etkinliklerinin STEM eğitiminin doğasını yansıtan etkinlikler olduğu ve katılımcı gruplarının tasarladıkları ürünlerin çoğunlukla bilimsel bilgi temelinde üretilen STEM ürünleri oldukları sonuçları araştırmanın diğer sonuçlarıdır. Gruplar arası karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlar, astronomiye yönelik ön test başarı karşılaştırması dışındaki tüm ön test, son test ve kalıcılık testi karşılaştırmalarında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin daha yüksek düzeyde astronomi başarısına, STEM alanlarına yönelik tutuma ve STEM alanlarına yönelik ilgiye sahip olduklarını göstermiştir. Ayrıca, iki çalışma grubunun STEM yaklaşımlarının özellikle uygulama sonrasında benzer olduğu ve bu yaklaşımların STEM'in doğasına daha yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İki çalışma grubunun tasarımları için özellikle ürüne özgü temel niteliklerin değerlendirildiği betimleme teması bağlamında, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ürünlerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ürünlerinden daha nitelikli olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından daha yüksek performans gösterdiklerini ortaya koymuştur. Bu araştırma sonuçları temelinde STEM eğitiminin Türkiye'de uygulanabilirliğine ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: STEM eğitimi, astronomi eğitimi, bilimsel sorgulama, etkinlik geliştirme, etkinlik değerlendirme, özel yetenekli öğrenciler, fen bilgisi öğretmen adayları

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF ASTRONOMY ACTIVITIES IN THE SCOPE OF STEM EDUCATION

HASAN ZUHTU OKULU

Ph.D. Dissertation, Department of Elementary Education

Supervisor: Prof. Dr. Ayse OGUZ UNVER

January 2019, XXIV+495 pages

The major aim of STEM education is to upskill individuals with knowledge and skills in accordance with 21st century needs in order for supporting sustainable economic development. In regards, education of gifted individuals as potential qualified workforces in STEM fields is considerably important. Additionally, teacher education is also crucial to sustain STEM education. This study concerns developing and evaluating STEM education activities in astronomy within the concept of gifted students' and pre-service teachers' education. Therefore, it is aimed to holistically and multidimensionally evaluate participatory (astronomy knowledge, STEM attitude, STEM interest, STEM approach, reflection of STEM education qualities) and activity (appropriateness of activities for STEM education and qualities of artifacts) dimensions of astronomy based STEM education conducted with Science and Art Center students and Pre-Service Science Teachers' involvement.

The study was conducted through embedded/ design of mixed method designs in which qualitative and quantitative approaches are joint. In the quantitative part of the study, pre-experimental design including pre test, post test, and retention test was applied to determine effects of an experimental procedure on study groups. In the qualitative part of the study, case study was conducted. The study group was formed through convenience sampling method and consisted of 67 junior year Pre-Service Science Teachers studying in a Faculty of Education and 23 gifted middle school students attending a Science and Art Center (SAC) in West of Turkey in 2016-2017 academic year. Astronomy achievement test, STEM attitude scale, and STEM semantic scale were implemented to study groups as pre-test, post-test, and retention test to determine astronomy knowledge, STEM attitude, and STEM interest levels of participants respectively. In order to evaluate effects of STEM education activities on study groups' STEM approaches, pre and post semi-structured interviews were performed with 12 students selected from study groups (6 Science and Art Center students and 6 Pre-Service Science Teachers). Additionally, the researcher's observations were benefited to directly and profoundly examine how participants reflect qualities of STEM education in activities. Activity evaluation and authentic artifact evaluation forms developed by

the researcher were utilized in order for evaluating appropriateness of activities to the nature of STEM education and participants' artifacts regarding artifact-based structure of STEM education. In the analysis of quantitative data, Friedman test, Wilcoxon signed rank test, and Mann-Whitney U test were applied in and between groups comparisons. In the analysis of qualitative data, descriptive analysis was performed.

The results indicated that astronomy activities developed within the context of STEM education supported astronomy knowledge, attitudes and interest towards STEM fields, and contributed the retention of these knowledge, attitude and interests of participants. Additionally, it was found that activities supported to development and/or changing of participants' STEM approaches and that participants repeatedly reflected science and engineering practices during the implementation which are needed to be in STEM education curriculum and are basis of scientific inquiry. As additional results of the study, developed astronomy activities were appropriate for the nature of STEM education and the artifacts of participants were mostly STEM artifacts designed through scientific knowledge context. According to the results of between groups comparisons, it was found that Science and Art Center students had higher scores in pre tests, post tests and retention tests in terms of astronomy achievement, attitudes and interests towards STEM fields only apart from pre-test scores of astronomy achievement test. Both groups had similar STEM approaches especially at the end of the implementation and these approaches were more approximate to the nature of STEM. Regarding the evaluation of artifacts, Science and Art Center students' artifacts were found to be more qualified in the context of description theme. These results indicated that Science and Art Center students demonstrated higher performance than Pre-Service Science Teachers during implementation process. The recommendations about practicability of STEM education in Turkey were presented in the light of all research results.

Keywords: STEM education, astronomy education, scientific inquiry, activity development, activity evaluation, gifted students, pre-service science teachers

ÖN SÖZ

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitim sürecimin ve kariyerimin her aşamasında bana yardımcı olup yol gösteren ve manevi desteğini her zaman için yanımda hissettiğim saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER'e,

Akademik değerlendirmeleri ile doktora tezimin şekillendirilmesine katkı sağlayan tez izleme komitesindeki değerli hocalarım Prof. Dr. Selçuk AKTÜRK'e ve Doç. Dr. Burcu ŞENLER PEHLİVAN'a; doktora tez jürisinde yer alan değerli hocalarım Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU'na ve Prof. Dr. Ali Günay BALIM'a,

Tez sürecinde hem yardımlarıyla hem de fikirleriyle bana destek olan Muğla Bilim ve Sanat Merkezi Müdürü Bekir Cevizci'ye, Dr. Kristina Žoldošová'ya, Prof. Dr. Şule AYCAN'a, Doç. Dr. Burçak BOZ YAMAN'a, Dr. Öğr. Üyesi Güray ÜNVER'e, Öğr. Gör. Dr. Nilay MUSLU'ya, Arş. Gör. Sertaç ARABACIOĞLU'na, Arş. Gör. Arca ADIGÜZEL'e, Arş. Gör. Naz Fulya ÖZKARABACAK'a, Arş. Gör. Dr. Alper YORULMAZ'a, Arş. Gör. Dr. Perihan Gülce ÖZKAYA'ya, Arş. Gör. Dr. İlker AYSEL'e, Yusuf KARADEMİR'e, Çağlayan SEVİNÇ'e ve Evcim ADALI'ya,

Maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen değerli aileme,

Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı tarafından yürütülen “2211-Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı” kapsamında doktora eğitimim boyunca tarafıma sağlanan maddi desteğinden dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) ve Doktora Tez Projesi (Proje no: 16/171) olarak tezimi destekleyen Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine,

gönülden teşekkürlerimi sunarım.



Hasan Zühtü OKULU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
ÖN SÖZ	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xix
KISALTMALAR DİZİNİ	xxii
EKLER DİZİNİ	xxiv

I. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu.....	3
1.2. Araştırmanın Amacı.....	10
1.3. Araştırmanın Önemi	11
1.4. Araştırmanın Problem Cümlesi ve Alt Problemleri.....	13
1.5. Araştırmanın Sayıtları.....	15
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	15
1.7. Tanımlar.....	16

II. BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	18
2.1.1. STEM Eğitiminin Teorik Çerçevesi	19
2.1.2. STEM Eğitimi ve Bilimsel Sorgulama	28
2.1.3. Sputnik 1’den STEM Eğitime	33
2.1.4. STEM Eğitiminde Özel Yeteneklilerin ve Öğretmen Yetiştirmenin Yeri.....	40
2.1.4.1 STEM eğitiminde özel yeteneklilerin yeri	40
2.1.4.2. STEM eğitiminde öğretmen yetiştirmenin yeri	45
2.1.5. STEM Eğitimi ve Astronomi.....	50
2.2. İlgili Araştırmalar	53
2.2.1. STEM Eğitiminde Kullanılan Pedagojik Yaklaşımlara İlişkin Araştırmalar.....	53

2.2.2. STEM Eğitimine İlişkin Farklı Öğrenim Düzeylerinde Durum Tespitine ve STEM Eğitiminin Etkilerine Yönelik Araştırmalar.....	62
2.2.3. STEM Eğitiminde Astronomi ile İlgili Konuları İçeren Araştırmalar.....	75

III. BÖLÜM

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yöntemi	79
3.2. Çalışma Grubu	82
3.3. Veri Toplama Araçları	84
3.3.1. Astronomi Başarı Testi	85
3.3.2. STEM Tutum Ölçeği	89
3.3.3. STEM Semantik Ölçeği	93
3.3.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	100
3.3.5. Araştırmacı Gözlem Notları	101
3.3.6. Etkinlik Değerlendirme Formu	102
3.3.7. Ürün Değerlendirme Formları	106
3.4. Araştırmanın Uygulanması	107
3.4.1. Uygulama Süreci	107
3.4.2. Uygulamaların Gerçekleştirildiği Öğrenme Ortamları	108
3.4.3. Araştırmada Kullanılan Etkinlikler.....	111
3.5. Verilerin Analizi	118
3.6. Araştırmanın İç ve Dış Geçerliliği	127
3.6.1. Araştırmanın İç Geçerliliği	127
3.6.2. Araştırmanın Dış Geçerliliği.....	129

IV. BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Nicel Verilerin Kullanılan Analiz Tekniklerine Uygunluğu	131
4.2. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Katılımcı Boyutundaki Etkililiğine İlişkin Bulgular.....	135
4.2.1. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ve Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Astronomi Bilgi, STEM Tutum ve STEM İlgi Düzeylerine Etkisine İlişkin Nicel Bulgular .	135

4.2.1.1. Uygulanan etkinliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi bilgi düzeylerine etkisine ilişkin bulgular	137
4.2.1.2. Uygulanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgi düzeylerine etkisine ilişkin bulgular.....	139
4.2.1.3. Uygulanan etkinliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM tutum düzeylerine etkisine ilişkin bulgular	141
4.2.1.4. Uygulanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum düzeylerine etkisine ilişkin bulgular	144
4.2.1.5. Uygulanan etkinliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM ilgi düzeylerine etkisine ilişkin bulgular.....	148
4.2.1.6. Uygulanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi düzeylerine etkisine ilişkin bulgular	150
4.2.1.7. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgi düzeylerinin karşılaştırılmasına ilişkin bulgular	154
4.2.1.8. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum düzeylerinin karşılaştırılmasına ilişkin bulgular ...	155
4.2.1.9. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi düzeylerinin karşılaştırılmasına ilişkin bulgular.....	159
4.2.2. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Yaklaşımlarına Etkisine İlişkin Bulgular.....	164
4.2.2.1. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik tanımlamalarına etkisine ilişkin bulgular.....	164
4.2.2.2. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramları arasında ilişki kurmalarına etkisine ilişkin bulgular	191
4.2.2.3. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgilerine etkisine ilişkin bulgular	198
4.2.2.4. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarım temelli düşüncelerine etkisine ilişkin bulgular	204
4.2.2.5. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri hakkındaki düşüncelerine ilişkin bulgular.....	211
4.2.3. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Uygulama Sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Programlarında Bulunması Beklenen Nitelikleri Yansıtmalarına İlişkin Bulgular.....	217

4.2.3.1. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının sorular sorma ve problemleri tanımlama niteliğini yansıtmasına ilişkin bulgular	218
4.2.3.2. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının modelleri geliştirme ve kullanma niteliğini yansıtmasına ilişkin bulgular	221
4.2.3.3. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırmayı planlama ve gerçekleştirme niteliğini yansıtmasına ilişkin bulgular	224
4.2.3.4. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının verilerin analizi ve yorumlanması niteliğini yansıtmasına ilişkin bulgular	227
4.2.3.5. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma niteliğini yansıtmasına ilişkin bulgular	230
4.2.3.6. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama niteliğini yansıtmasına ilişkin bulgular	233
4.2.3.7. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma niteliğini yansıtmasına ilişkin bulgular	236
4.2.3.8. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğini yansıtmasına ilişkin bulgular	239
4.3. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Etkinlik Boyutunda Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular	243
4.3.1. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular	243
4.3.1.1. Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular	244
4.3.1.2. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular	250
4.3.1.3. Araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri modüllerinde yer alan etkinliklerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular	260
4.3.2. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinden Elde Edilen Ürünlerin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular	269

4.3.2.1. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde tasarlanan ürünlerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular	271
4.3.2.2. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarlanan ürünlerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular	295

V. BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma	315
5.1.1. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Katılımcı Boyutunda Değerlendirilmesine İlişkin Sonuç ve Tartışma	317
5.1.1.1. Etkinliklerin katılımcı gruplarının astronomi bilgi düzeylerine etkilerinin değerlendirilmesi	317
5.1.1.2. Etkinliklerin katılımcı gruplarının STEM tutum düzeylerine etkilerinin değerlendirilmesi	322
5.1.1.3. Etkinliklerin katılımcı gruplarının STEM ilgi düzeylerine etkilerinin değerlendirilmesi	328
5.1.1.4. Etkinliklerin katılımcı gruplarının STEM yaklaşımlarına etkilerinin değerlendirilmesi	334
5.1.1.5. Uygulama sürecinde katılımcı gruplarının STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen nitelikleri yansıtma durumlarının değerlendirilmesi	342
5.1.2. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Etkinlik Boyutunda Değerlendirilmesine İlişkin Sonuç ve Tartışma	347
5.1.2.1. Etkinliklerin STEM eğitiminin doğasına uygunluğunun değerlendirilmesi	347
5.1.2.2. Etkinliklerde tasarlanan ürünlerin niteliklerinin değerlendirilmesi ...	350
5.2. Öneriler	360
5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler	360
5.2.2. Eğitimcilere Yönelik Öneriler	361
KAYNAKÇA	362
EKLER	388
ÖZ GEÇMİŞ	492

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. 2015 Yılında Gerçekleştirilen TIMSS ve PISA Sonuçlarına Göre Türkiye'nin Fen ve Matematik Başarısının Bazı Ülkelerle Karşılaştırılması.....	5
Tablo 2.1. STEM Eğitime Yönelik Bazı Tanımlar	21
Tablo 2.2. Entegrasyon Düzeyi ve Düzeyin Göstergesi Olan Nitelikler	23
Tablo 2.3. İkinci Dünya Savaşı Sonrası Dönemden Günümüze Kadar Amerika Birleşik Devletlerinde STEM Eğitimi Alanında Gerçekleşen Bazı Önemli Olaylar	34
Tablo 3.1. Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testine İlişkin Madde Güçlük İndeksi ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerleri	86
Tablo 3.2. Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testine Ait Ortalama Madde Güçlük İndeksi, Madde Ayırt Edicilik İndeksi ve KR-20 Katsayısı Değerleri ..	87
Tablo 3.3. Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testine İlişkin Madde Güçlük İndeksi ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerleri	88
Tablo 3.4. Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testine Ait Ortalama Madde Güçlük İndeksi, Madde Ayırt Edicilik İndeksi ve KR-20 Katsayısı Değerleri ..	88
Tablo 3.5. Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeğinin Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Uyum İndeksleri	92
Tablo 3.6. Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeğine İlişkin Cronbach's Alpha İç Tutarlık Katsayısı Değerleri.....	93
Tablo 3.7. Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan STEM Semantik Ölçeğinin Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Uyum İndeksleri	96
Tablo 3.8. Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan STEM Semantik Ölçeğine İlişkin Cronbach's Alpha İç Tutarlık Katsayısı Değerleri	96
Tablo 3.9. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeğinin Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Uyum İndeksleri	98
Tablo 3.10. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeğine İlişkin Cronbach's Alpha İç Tutarlık Katsayısı Değerleri	99
Tablo 3.11. Etkinlik Değerlendirme Formu Tema ve Alt Temaları	103
Tablo 3.12. Geliştirilen Etkinlik Değerlendirme Formunda Yer Alan Temalara İlişkin Tanımlar.....	104
Tablo 3.13. Etkinlik Değerlendirme Formunun Puanlanması ve Bir Maddenin Puanlanmasına İlişkin Örnek	105
Tablo 3.14. Etkinlik Değerlendirme Formu Analiz Sürecinde Kullanılan İki Farklı Formdan Elde Edilen Puanlama Örnekleri	126
Tablo 4.1. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan Nicel Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Puanlara İlişkin Shapiro Wilks Testi Sonuçları	133
Tablo 4.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Nicel Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Puanlara İlişkin Kolmogorow-Smirnow (K-S) Testi Sonuçları	133

Tablo 4.3. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri	137
Tablo 4.4. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları.....	137
Tablo 4.5. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları	138
Tablo 4.6. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri	139
Tablo 4.7. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları.....	139
Tablo 4.8. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları	140
Tablo 4.9. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri	141
Tablo 4.10. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları.....	142
Tablo 4.11. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Fen Boyutu, Mühendislik ve Teknoloji Boyutu, 21. Yy. Becerileri Boyutu ve Toplam Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları	143
Tablo 4.12. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri	145
Tablo 4.13. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları.....	146
Tablo 4.14. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Mühendislik ve Teknoloji Boyutu, 21. Yy. Becerileri Boyutu ve Toplam Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları	147
Tablo 4.15. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri	148
Tablo 4.16. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları.....	149
Tablo 4.17. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri	150
Tablo 4.18. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları.....	151

Tablo 4.19. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Fen Boyutu, Matematik Boyutu, Mühendislik Boyutu, Teknoloji Boyutu, Kariyer Boyutu ve Toplam Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları	152
Tablo 4.20. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Testi Sonuçları.....	154
Tablo 4.21. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Testi Sonuçları.....	156
Tablo 4.22. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Testi Sonuçları.....	159
Tablo 4.23. Uygulanan Etkinliklerin Katılımcı Gruplarının Astronomi Bilgi, STEM Tutum ve STEM İlgi Düzeylerine Etkilerine İlişkin Çıkarımsal İstatistik Sonuçları ..	162
Tablo 4.24. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Bilim, Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji Kavramlarına İlişkin Tanımlamaları.....	167
Tablo 4.25. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Bilim, Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji Kavramlarına İlişkin Tanımlamaları.....	176
Tablo 4.26. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Astronomi Kavramına İlişkin Tanımlamaları	187
Tablo 4.27. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Astronomi Kavramına İlişkin Tanımlamaları	189
Tablo 4.28. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknolojiye Yönelik İlgileri	199
Tablo 4.29. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknolojiye Yönelik İlgileri.....	201
Tablo 4.30. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Tasarım Temelli Düşünmelerine Yönelik Bulgular	205
Tablo 4.31. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Tasarım Temelli Düşünmelerine Yönelik Bulgular	208
Tablo 4.32. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklere Yönelik Düşüncelerine İlişkin Bulgular	213
Tablo 4.33. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklere Yönelik Düşüncelerine İlişkin Bulgular	215
Tablo 4.34. Merak Uyandırıcı Etkinlikler Modülünde Yer Alan Etkinliklere İlişkin Etkinlik Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	245
Tablo 4.35. Cesaretlendirici ve Beceri Kazandırıcı Etkinlikler Modülünde Yer Alan Etkinliklere İlişkin Etkinlik Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	251
Tablo 4.36. Araştırma ve Tasarım Projeleri ve Bilim Şenlikleri Modüllerinde Yer Alan Etkinliklere İlişkin Etkinlik Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	261

Tablo 4.37. İğne Deliği Kamera Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	271
Tablo 4.38. Usturlap Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	274
Tablo 4.39. Teleskop I Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	276
Tablo 4.40. Balon Roket Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	279
Tablo 4.41. Alka Seltzer Roket Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	281
Tablo 4.42. Kibrit Roket Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	284
Tablo 4.43. Su Roketi Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	287
Tablo 4.44. Güneş Saati Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	289
Tablo 4.45. 3D Hologram Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	293
Tablo 4.46. Havası Azaltılmış Ortam Düzenegi Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	297
Tablo 4.47. Araştırma ve Tasarım Projeleri Modülünde Tasarlanan Güneş Saatlerinin Güneş Saati Ürün Değerlendirme Formu ile Değerlendirilmesinden Elde Edilen Bulgular	300
Tablo 4.48. Su saati Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	303
Tablo 4.49. Model Roket Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	304
Tablo 4.50. Araştırma ve Tasarım Projeleri Modülünde Tasarlanan Hologram Düzeneklerinin 3D Hologram Ürün Değerlendirme Formu ile Değerlendirilmesinden Elde Edilen Bulgular	307
Tablo 4.51. Teleskop II Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	311
Tablo 4.52. Kızıl Ötesi Kamera Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular	313

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. STEM eğitimi ve sorgulama ilişkisi.....	32
Şekil 3.1. Araştırmanın modeli.....	81
Şekil 3.2. Katılımcıların cinsiyete göre dağılımı.....	82
Şekil 3.3. Katılımcıların sınıf düzeyine göre dağılımı.....	82
Şekil 3.4. Öğretmen adaylarına uygulanan STEM tutum ölçeğine ilişkin yapısal eşitlik modeli	91
Şekil 3.5. Ortaokul öğrencilerine uygulanan STEM semantik ölçeğine ilişkin yapısal eşitlik modeli.....	95
Şekil 3.6. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM semantik ölçeğine ilişkin yapısal eşitlik modeli	98
Şekil 3.7. Bilim atölyesinin ve fen bilimleri sınıfının görselleri	109
Şekil 3.8. Araştırma Laboratuvarları Merkezi ve Mulaj müzesine ilişkin görseller	110
Şekil 3.9. 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği'nin gerçekleştirildiği alana ilişkin görseller.....	111
Şekil 3.10. Muğla Bilim ve Sanat Merkezi TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarı'nın gerçekleştirildiği alana ilişkin görseller.....	111
Şekil 3.11. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde temel alınan mühendislik tasarım süreci	112
Şekil 3.12. Grup etkinliklerinde kullanılan mühendislik tasarım süreci	113
Şekil 4.1. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik ilişkilendirmeleri.....	192
Şekil 4.2. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik ilişkilendirmeleri.....	195
Şekil 4.3. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde sorular sorma ve problemleri tanımlama niteliğini yansıtma bulgularına ilişkin bulgular.....	219
Şekil 4.4. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde modelleri geliştirme ve kullanma niteliğini yansıtma bulgularına ilişkin bulgular.....	222
Şekil 4.5. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde araştırmayı planlama ve gerçekleştirme niteliğini yansıtma bulgularına ilişkin bulgular.....	225
Şekil 4.6. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde verilerin analizi ve yorumlanması niteliğini yansıtma bulgularına ilişkin bulgular.....	228

Şekil 4.7. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular	231
Şekil 4.8. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular	234
Şekil 4.9. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular.....	237
Şekil 4.10. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular	240
Şekil 4.11. Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarından elde edilen grafik	249
Şekil 4.12. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarından elde edilen grafik.....	258
Şekil 4.13 Araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri modüllerinde yer alan etkinliklerin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarından elde edilen grafik.....	267
Şekil 4.14. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları iğne deliği kamera örneklerine ilişkin görseller.....	273
Şekil 4.15. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları usturlap örneklerine ilişkin görseller	276
Şekil 4.16. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları teleskop örneklerine ilişkin görseller	278
Şekil 4.17 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları balon roket örneklerine ilişkin görseller	281
Şekil 4.18. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları alka seltzer roket örneklerine ilişkin görseller	283
Şekil 4.19. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları kibrit roket örneklerine ilişkin görseller	286
Şekil 4.20. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları su roketi örneklerine ilişkin görseller	289
Şekil 4.21. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları Güneş saati örneklerine ilişkin görseller.....	292
Şekil 4.22. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları 3D hologram düzeneği örneklerine ilişkin görseller.....	295
Şekil 4.23. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları havası azaltılmış ortam düzeneğine ilişkin görseller	299

Şekil 4.24. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarladıkları Güneş saatlerine ilişkin görseller	302
Şekil 4.25. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları su saatine ilişkin görsel ..	304
Şekil 4.26. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları model roketlere ilişkin görseller	307
Şekil 4.27. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarladıkları hologram düzeneklerine ilişkin görseller	310
Şekil 4.28. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskoplara ilişkin görseller.....	313
Şekil 4.29. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi tarafından tasarlanan kızıl ötesi kameraaya ilişkin görseller	314



KISALTMALAR DİZİNİ

STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics

SMET: Science, Mathematics, Engineering, and Technology

FeTeMM: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

TTKB: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı

TÜBA: Türkiye Bilimler Akademisi

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

MSKÜ: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

MUBEM: Muğla Bilim Eğitimi Araştırma ve Uygulama Merkezi

BİLSEM: Bilim ve Sanat Merkezi

SAC: Science and Art Center

NRC: National Research Council

NSB: National Science Board

NAS: National Academy of Sciences

NSF: National Science Foundation

NAE: National Academy of Engineering

NSTA: National Science Teachers Association

CEF: Chemical Educational Foundation

IM: Institute of Medicine

AAAS: American Association for the Advancement of Science

USDE: United States Department of Education

NAGC: National Association for Gifted Children

NRC/GT: The National Research Center on the Gifted and Talented

NASA: National Aeronautics and Space Administration

JPL: Jet Propulsion Laboratory

SETI: Search for Extraterrestrial Intelligence

IUA: International Astronomical Union

TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development

TÜSİAD: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği

YÖK: Yükseköğretim Kurulu

ÖSYM: Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi

PISA: Programme for International Student Assessment

PEAR: The Partnerships in Education and Resilience
SMP: School Mathematic Project
PSSC: Physical Sciences Study Committee
CHEM: Chemical Education Material Study
ESCP: Earth Sciences Curriculum Project
NTA: Natural Science and Technology for All
POLLEN: Seed Cities for Science, a Community Approach for a Sustainable Growth of Science Education in Europe
SINUS: Increasing the Efficiency of Mathematics and Science Instruction
Pri-Sci-Net: Networking Primary Science Educators as a means to Provide Training and Professional Development in Inquiry Based Learning
Fibonacci: Disseminating Inquiry-Based Science and Mathematics Education in Europe
MSOSW: Middle Schoolers out to Save the World
İFEM: İşbirlikli Öğrenme Yaklaşımına Dayalı STEM Eğitimi Modülü
DoS: Dimensions of Success
Ar-Ge: Araştırma ve Geliştirme
KR-20: Kuder-Richardson Güvenilirlik Katsayısı
ITEMAN: Classical Item Analysis
YEM: Yapısal Eşitlik Modeli
DFA: Doğrulayıcı Faktör Analizi
LISREL: Linear Structural Relations
RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation
CFI: Comparative Fit Index
GFI: Goodness of Fit Index
AGFI: Adjusted Goodness of Fit Index
NFI: Normed Fit Index
SEM: Scanning Electron
TEM: Transmission Electron Microscope
XRD: X-ray Diffraction
SPSS: Statistical Package for Social Sciences
ICEMST: International Conference on Education in Mathematics, Science, & Technology
3D: Three Dimensional

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Astronomi Başarı Testi	388
Ek 2. STEM Tutum Ölçeği.....	392
Ek 3. STEM Semantik Ölçeği	394
Ek 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	395
Ek 5. Etkinlik Değerlendirme Formu	397
Ek 6. Ürün Değerlendirme Formları	398
Ek 7. Eğitim Fakültesi Dekanlığı Araştırma İzni	412
Ek 8. Etik Kurul İzni	413
Ek 9. İl Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzni	414
Ek 10. Merak Uyandırıcı Etkinlikler ve Çalışma Yaprakları.....	415
Ek 11. Cesaretlendirici ve Beceri Kazandırıcı Etkinlikler ve Çalışma Yaprakları	436
Ek 12. Araştırma ve Tasarım Projeleri	480
Ek 13. Bilim Şenlikleri.....	487

I. BÖLÜM

GİRİŞ

Günümüzden binlerce yıl önce neden yıldızlar insanlar için çok önemliydi ve Mars'a neden uzay araçları gönderiyoruz? Bu iki sorunun yanıtı da aslında aynıdır: Yaşamı sürdürebilmek. Antik dönem insanı için gökyüzü zaman ölçme ve navigasyon için bir araç niteliğindedi. Astronomi bilgi ve becerisine sahip olmak ise günlük hayatın bir parçasıydı. Ancak zaman ölçme ve konumlandırma sistemlerinin gelişmesi ve değişmesi, insanların gökyüzüne olan ilgilerini azaltmaya başladı. Yakın geçmişimizde ise gözlerimizi yeniden gökyüzüne çevirdik. Çünkü insanın varoluşu ile ilgili bir başka soru cevaplanmıştı. Dünya yaşama ne kadar daha ev sahipliği yapabilecek? Eğer bir nükleer felaket, küresel ısınmanın olası sonuçları veya bir asteroit yaşamı daha önce sona erdirmese, Dünya bildiğimiz yaşama yaklaşık 1.75 milyar yıl daha ev sahipliği yapabilecektir. Evreni şekillendiren kütle çekimi kuvveti 1.75 milyar ila 3.25 milyar yıl arasında Dünya'yı, Güneş sisteminin suyun sıvı halde bulunabildiği yaşanabilir bölgeden (Goldilocks Zone) göreceli olarak daha sıcak olan bölgeye doğru hareket ettirecektir. Yaklaşık 6 milyar yıl daha yaşanabilir bölge olarak kalacak olan Mars, bu süreçte insanlığın hayatta kalması için bilinen en iyi seçenektir. Bu nedenle kızıl gezegen, Ay'dan sonra insanın ayak bastığı ilk Dünya dışı gök cismi olacaktır. Bu sayılar, insan zihninde anlamlandırılması kolay sayılar olmayabilir. Ancak astronomi çok büyüklerin dünyasıdır. 4.5 milyar yıl önce oluşan Güneş sisteminin Samanyolu gökadası içerisinde bir tam tur atması için geçen süre yaklaşık 225 milyondur. Bu da Dünya'nın oluşumundan bu yana bu döngünün yalnızca 20 kez tamamlandığını göstermektedir. İnsan ömrü için muazzam büyüklükte olan bu sayılar, sınırsız evren için yalnızca bir göz kırpmasıdır. Hayatta kalmak için Dünya'daki ilk insan nasıl

astronomiyi kullandıysa büyük ihtimalle son insan da astronomiyi kullanacaktır. Başlangıçtan günümüze astronominin evrimi aynı zamanda fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin gelişimidir. Örneğin, çıplak gözle gökyüzü gözleminin sınırlılıklarına rağmen eski Yunanlılar, bilimsel akıl yürütmeyi ve matematiği (geometriyi) Dünya'yı anlayabilmek için sıra dışı bir şekilde başarıyla kullanmışlardır (Army, 1998). Eratosthenes Dünya'nın çevresinin uzunluğunu basit gözlem ve ölçme teknikleriyle temel geometri bilgilerini kullanarak oldukça hassas bir şekilde hesaplamıştır (Kırbıyık, 2001). Gökyüzü gözlemlerinin sınırlarını genişletmek için tasarlanan, Galileo Galilei'nin mercekli teleskoplarından Hubble uzay teleskobu kadar birçok araç mühendislik ve teknolojinin ürünüdür. Bu bağlamda, günümüzde de fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanındaki en son yenilikleri gördüğümüz alanlardan biri astronomidir. Astronomi bu alanları beslemesi veya bu alanlardan beslenmesinden daha farklı bir yere daha sahiptir. Bu da bilimsel sorgulamanın doğuşudur. Örneğin, mitostan logosa, olayları doğaüstü olgularla açıklamaktan bilimsel yöntemler ve bilimsel akıl yürütme ile açıklamaya, geçişin ilk ve en önemli öncüsü Miletos'lu Thales'tir. M.Ö. 585 yılında Kızılırmak (Halys) kıyısında Medler ve Lidyalılar arasında devam eden bir savaş sırasında sezgisel düşünen insanların tanrıların cezalandırması olarak yorumladığı bir Güneş tutulması gerçekleşmiş ve savaş son bulmuştur. Ancak bölgenin yaklaşık 200 kilometre yakınındaki Miletos'ta (Aydın şehri yakınlarında) yaşayan Thales, Güneş tutulmasının bir doğa olayı olduğunu bilerek gerçekleşme zamanını çoktan hesaplamış ve kullandığı bilimsel yöntemlerin tutarlılığını ve doğruluğunu ortaya koymuştur (Panchenko, 1994). Başka bir örnek ise bilimsel devrim ya da bir başka deyişle bilimin kırılma noktalarından birisi olarak kabul edilen 1543 yılında Kopernik'in "*Gök Kürelerinin Hareketi*" isimli eseridir. Bu eser yer merkezli evren anlayışına karşı kanıtlara ve değişkenlere dayalı veriler sunarak, evrenin merkezini Güneş olarak tanımlamıştır (Huff, 2017). Evren anlayışımız Kopernik ve ardılları ile tamamıyla değişmiş ve doğayı anlamak ve yorumlamak için en güvenilir yol olan bilim, gerçek kimliğini kazanmıştır. Tüm bu örnekler, bilim, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin gelişmesinde astronomi ve bilimsel sorgulamanın birlikteliğini ortaya koymaktadır.

Astronominin ön plana çıktığı, belki de Kopernik'in evren anlayışımızı değiştirdiği gibi tüm Dünya'da bilim eğitimi anlayışını değiştiren bir diğer olay ise 1957 yılında Sputnik 1'in uzaya fırlatılmasıdır. Bu olay tüm modern ülkelerin bilim eğitimi anlayışlarını

sorgulamasına neden olmuştur. Bu dönemde Amerika Birleşik Devletleri uzay yarışı metaforu ile Ay'a bir insan göndermeyi ve onu güvenle geri getirmeyi ulusal bir hedef olarak belirlemiş ve özellikle fencilerin ve matematikçilerin önderliğinde fen ve matematik eğitiminde köklü değişikliklere gitmiştir (Bybee, 2013). Bu süreçte astronomi hem öğrenilmesi gereken bir disiplin hem de bilimin sevdirilmesinde bir araç olarak değerlendirilmiştir. Bybee (2013)'e göre günümüzde de bilim eğitimi bu şekilde değiştirmemize neden olacak bir kriz durumu vardır. Bu krizin temeli inovasyona dayalı dünya ekonomisinin lideri olmak için başlayan yarıştır. Kriz sürecinde metafor ekonomik ilerleme, hedef inovasyon alanında dünya lideri olma ve bu hedefe ulaşmak için yapılması gereken eğitimcilerin önderliğinde STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) alanlarında eğitim süreçlerini geliştirmektir.

STEM, her bir ülkenin sürdürülebilir ekonomik kalkınma hedefleri doğrultusunda farklı olarak yorumlanmaktadır. Ancak genel olarak değerlendirildiğinde, Dünya'da Politik STEM (STEM alanlarına toplumun ilgisini arttırmak veya genç bireyleri STEM alanlarında meslek seçmeye teşvik etmek), Popüler STEM (popüler bilim uygulamalarını, bilim merkezlerinde gerçekleştirilen etkinlikleri ve robotik ve kodlama gibi aktiviteleri içeren maker hareketi) ve Pedagojik STEM (STEM'e yönelik bilimsel araştırmalara dayalı yaklaşım) bakış açıları vurgulanmaktadır (Çorlu ve Çallı, 2017). Türkiye'de özellikle son 5 yılda önem kazanan STEM bu üç bakış açısını da içermektedir. Mevcut araştırma, Pedagojik STEM bakış açısı ile STEM eğitimin Türkiye'de uygulanabilirliğine katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bu amaçla fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin gelişiminde çok önemli bir rol üstlenen astronomiye yönelik etkinlikler, STEM eğitiminin doğasına uygun olarak bilimsel sorgulamayı temeline alan bütünsel bir bakış açısı ile geliştirilmiş ve değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, araştırmanın problem durumuna, amacına, önemine, problem cümlesine ve alt problemlerine, sayıltılarına, sınırlılıklarına ve tanımlarına sırası ile yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Fen eğitiminin hedefi yalnızca öğrencilerin fen disiplinlerinde yer alan konu alanlarında yeterli kazanımları değil, aynı zamanda bilimsel sorgulama, eleştirel düşünme ve

kanıta dayalı düşünme gibi becerilerini geliştirerek bilimi yaşamın tüm alanlarında kullanmalarını ve üretken bireyler olmalarını sağlamaktır. Fen eğitimi açısından ülkelerin çağdaş eğitim girişimleri incelendiğinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının farklı eğitim, felsefe, yaklaşım, strateji, yöntem ve teknikler ile bütünleştirilerek öğretimine dayanan ve toplumda bu alanlarda yetişmiş insan gücünü arttırmayı hedefleyen STEM eğitiminin öne çıktığı görülmektedir (Bybee, 2013). STEM eğitimi, 1990'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletlerinde Ulusal Bilim Kurulu (NSF) tarafından fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının bütünleştirilmesi fikri ile ortaya çıkan bir kavramdır (Bybee, 2013; Californians Dedicated to Education Foundation, 2014). STEM eğitimi, formal ve informal öğrenme ortamlarını kapsayacak şekilde okul öncesinden üniversiteye kadar fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünlük olarak öğretimini konu almaktadır (Aydeniz ve diğerleri, 2015; Gonzalez ve Kurnzi, 2012). STEM eğitiminin ülkeler için ön plana çıkmasının temel nedeni öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerinin giderek azalması ve 21. yüzyılda ülkelerin STEM becerileri ile donatılmış iş gücü gerektiren ekonomik rekabette geri kalmak istememelerinden kaynaklanmaktadır (Joyce ve Dzoga, 2011; Marginson, Tytler, Freeman ve Roberts, 2013). STEM eğitimi, 21. yüzyılın nitelikli iş gücünde bulunması beklenen, sorumluluk ve uyarlanabilirlik, iletişim becerileri, yaratıcılık ve entelektüel merak, bilgi ve medya okuryazarlığı becerileri ve eleştirel düşünme becerisi gibi becerilerin desteklenmesine olanak sağlamaktadır (Partnership for 21st Century Skills, 2009; Pekbay, 2017). FeTeMM eğitimi olarak Türkçeye uyarlanan STEM eğitiminin konu alanları olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik, Türkiye'nin hem teknolojik hem de ekonomik değişkenler açısından uluslararası ölçekte ekonomik rekabet gücünü koruyabilmesi adına stratejik bir öneme sahiptir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Türkiye'nin bu alanlardaki mevcut durumunu anlayabilmek için ise TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study-Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) ve PISA (Programme for International Student Assessment-Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) gibi uluslararası göstergeleri değerlendirmek gerekmektedir. TIMSS, kırktan fazla ülkede 4. ve 8. sınıf öğrencilerinin fen ve matematik alanlarında kazandıkları bilgi ve becerilerin değerlendirilmesine yönelik dört yılda bir yapılan tarama araştırmasıdır (Mullis ve Martin, 2013). PISA ise OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development-Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) tarafından dünya ekonomisinin %90'ını temsil eden, 65 ülkede üçer yıllık dönemler şeklinde 15 yaş grubundaki

öğrencilerin kazanmış oldukları bilgi ve becerileri değerlendiren bir araştırmadır (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2016). Her iki sınav da STEM odaklı içerikleri ile ülkelerin STEM alanlarındaki durumlarını değerlendirmede ve karşılaştırmada kriter olarak kullanılabilir (Şirin, 2014). Çünkü ilgili sınavlar, ülkelerin eğitim sistemlerinin ekonomik anlamda gelişmelerine temel oluşturan potansiyel iş gücünün durumunu temsil etmektedir (Sheffield ve diğerleri, 2018). Bu bağlamda, 2015 yılında gerçekleştirilen TIMSS (Mullis, Martin, Foy ve Hooper, 2016a, 2016b) ve PISA (OECD, 2016) sınavlarında Türkiye'nin fen ve matematik başarısının bazı ülkelerle karşılaştırılması Tablo 1.1'de sunulmuştur.

Tablo 1.1

2015 Yılında Gerçekleştirilen TIMSS ve PISA Sonuçlarına Göre Türkiye'nin Fen ve Matematik Başarısının Bazı Ülkelerle Karşılaştırılması

	TIMSS								PISA			
	4. Sınıf Düzeyi Fen Başarısı		8. Sınıf Düzeyi Fen Başarısı		4. Sınıf Düzeyi Matematik Başarısı		8. Sınıf Düzeyi Matematik Başarısı		15 yaş Fen Başarısı		15 yaş Matematik Başarısı	
	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan
Türkiye	35	483	21	493	36	483	24	458	52	425	49	420
Singapur	1	590	1	597	1	618	1	621	1	556	1	564
Japonya	3	569	2	571	5	593	5	586	2	538	5	532
Estonya	-	-	-	-	-	-	-	-	3	534	7	520
Tayvan	6	555	3	569	4	597	3	599	4	532	4	542
Finlandiya	7	554	-	-	17	535	-	-	5	531	12	511
Güney Kore	2	589	4	556	3	608	2	606	11	516	6	524
Rusya	4	567	7	544	7	564	6	538	-	-	-	-
Hong Kong	5	557	6	546	2	615	4	594	8	523	2	548
ABD	10	546	11	530	14	539	10	518	23	496	35	470
PISA												
OECD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	493	-	490
Ortalaması												
TIMSS												
Ölçek	-	500	-	500	-	500	-	500	-	-	-	-
Ortalaması												
Katılan Ülke Sayısı	47		39		39		39		70		70	

Tablo 1.1 incelendiğinde 2015 TIMSS sonuçlarına göre Türkiye'nin 4. sınıf düzeyi fen başarısında 47 ülke arasında 483 puan ile 35., 8. sınıf düzeyi fen başarısında 39 ülke arasında 493 puan ile 21., 4. sınıf düzeyi matematik başarısında 39 ülke arasında 483 puan ile 36. ve 8. sınıf düzeyi matematik başarısında 39 ülke arasında 458 puan ile 24. sırada yer aldığı görülmektedir.

Ayrıca, 2015 TIMSS sınavında Türkiye'nin tüm sınıf düzeylerinde ölçek ortalamasının altında puan aldığı anlaşılmaktadır. Buna ek olarak Türkiye 2015 PISA sonuçlarına göre hem fen hem de matematik başarısı bağlamında OECD ortalamasının oldukça altında bir puan alarak, 72 ülke arasında fen başarısında 425 puan ile 52. ve matematik başarısında 420 puan ile 49. sırada bulunmaktadır. Bu uluslararası göstergeler, Türkiye'nin STEM disiplinlerinin iki önemli boyutu olan fen ve matematik alanlarında nitelikli insan gücü potansiyelini yakın gelecekte kaybedebileceğini ortaya koymaktadır (Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD], 2014). Bunun yanında ulusal düzeyde değerlendirilebilecek bir diğer gösterge üniversite giriş sınavlarıdır. 2018 yılında 1.749.144 tercih yapma hakkına sahip adaydan 180 ve daha üstünde puan alan öğrencilerin sayısı, sayısal puan türünde yalnızca 428.968'dir. Bu durumda karşılaşılan çarpıcı bir örnek şu şekildedir: Mühendislik fakültesi, makine mühendisliği bölümüne en alt sıralarda yerleşen öğrenciler arasında 40 soru üzerinden matematik ham puanı (neti) 5.75, fen bilimleri ham puanı (neti): 5.0 olan öğrenciler bulunmaktadır. Buna ek olarak, başarı sıralaması barajının 300 bin olduğu mühendislik programlarında barajın daha da genişletilmesi halinde, mühendislik programlarında 40 soru üzerinden bazı testlerde %10 ham başarı gösteremeyen öğrencilerin bile mühendislik fakültesine yerleşmesi durumunu ortaya çıkaracaktır. Aynı durum başarı sıralaması şartı aranan öğretmenlik programları ve mimarlık programları için de geçerlidir (Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 2018). 2018 yılı Yükseköğretim Kurumları Sınavı temel yeterlik testinde 2.260.273 adayın 40 soru içeren matematik testi ve 20 soru içeren fen bilimleri testi puan ortalamaları sırası ile 7.9 ve 4.0'dır. Alan yeterlik testinde ise 1.877.568 aday için 40 soru içeren matematik testinin puan ortalaması 7.0, 14 soru içeren fizik testinin puan ortalaması 1.9 ve 13'er soru içeren kimya ve biyoloji testlerinin puan ortalamaları ise 2.5'tir (Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi [ÖSYM], 2018). Bu ulusal göstergeler, STEM'in temel alt yapısını oluşturan temel bilimlere ve doğa bilimlerine Türkiye'nin ne kadar uzak olduğunu göstermekte ve STEM alanlarının üç önemli boyutu olan fen, matematik ve mühendislik alanlarında yetişmiş insan gücü potansiyelini nitelik açısından sorgulanır hale getirmektedir.

Bu uluslararası ve ulusal göstergeler, STEM alanlarında ekonomik kalkınmanın temelini oluşturması beklenen genç bireylerin daha nitelikli yetiştirilmesi gereksinimini ortaya koymaktadır. Bu gereksinimi karşılamak STEM eğitiminin en temel amaçları arasında yer almaktadır (Bybee, 2013; Pekbay, 2017). Bu bağlamda STEM eğitimi, fen,

teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında öğrencilerin bilgi, ilgi, tutum ve becerilerini geliştirmeyi, ayrıca kariyer seçimlerini bilinçli olarak bu alanlara yönlendirmelerini hedefleyen bir girişim olmasından dolayı belirtilen soruna çözüm oluşturabilecek bir niteliğe sahiptir (National Academy of Sciences [NAS], National Academy of Engineering [NAE] ve Institute of Medicine [IM], 2007). Buna ek olarak STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında iyi yetişmiş insan gücüyle birlikte ekonomik olarak ülkelerin gelişmesine fırsat sunarken, aynı zamanda bu alanlardaki yaratıcılığı, bilimsel keşif ve verimliliği de arttırmaktadır (Modi, Schoenberg ve Salmond, 2012). Ancak STEM eğitimi ile 21. yüzyılın gereksinimleri doğrultusunda STEM okuyazarı olarak yetişen bireyler çağın gereksinimlerine ayak uydurabilirler (Bybee, 2010).

Bu noktada karşımıza çıkan soru “Nasıl bir STEM eğitimi?” sorusudur. Çorlu ve Çallı (2017)’nin belirttiği üzere Politik STEM, Popüler STEM ve Pedagojik STEM bakış açıları Türkiye’de uygulanan STEM eğitimi girişimlerinde de bulunmaktadır. Politik STEM ve Popüler STEM bakış açıları farklı alanlarda yararlı olmasına karşın, Pedagojik STEM bakış açısı bilimsel teori ve araştırmaları temel almasından ötürü hem daha etkili hem de daha sürdürülebilir niteliktedir. STEM eğitiminin uygulama sürecinde sorgulama temelli öğrenme, proje temelli öğrenme, işbirlikli öğrenme, teknoloji ile zenginleştirilmiş öğretim ve farklılaşmış öğretim gibi birçok yaklaşım kullanılabilir (Bender, 2016). Ancak kullanılan yaklaşım ne olursa olsun nitelikli STEM eğitiminde bilimsel sorgulama çok önemli bir rol üstlenmektedir. Bilimsel sorgulama, bilim insanlarının doğal dünyayı nasıl anlamaya çalıştıklarını ve öğrencilerin bilimi nasıl öğrendiklerini yansıtır. Öğrencilerin STEM alanlarına yönelik anlayışları, mevcut fikirleri sorgulayarak deneyimlemeleri ile önemli ölçüde artmaktadır (National Science Teachers Association [NSTA], 2018). Formal anlamda bilim eğitiminde kullanılmaya başladığında alan bilgisi ve prosedürel süreçleri içeren bir düşünme biçimi olarak sunulan bilimsel sorgulama, zaman içerisinde anlamını genişleterek hands-on ve minds-on yaklaşımları temel alan, bilgi ve becerileri içeren bir yapıya bürünmüştür (Mintrell, 2000; National Research Council [NRC], 2000a). STEM eğitiminde öne çıkan bir başka önemli nokta ise disiplinlerin bütünleştirilmesidir. STEM eğitiminde disiplinlerin entegrasyonu olarak kavramsallaştırılan bu durum, en az iki STEM disiplininin birlikteliğini ve bu birliktelikte disiplinlere özgü/ortak bilgi ve becerilerin kullanımını kapsamaktadır (Çorlu ve diğerleri, 2014; English, 2016). Disiplinlerin

bütünleştirilmesi düşünüldüğünde öne çıkan bir diğer durum mühendisliğin STEM eğitimine entegrasyonudur. Bu bağlamda fen, teknoloji ve matematik alanlarında uygun bilgi ve becerileri içeren mühendislik tasarım sürecine dayalı mühendislik eğitimi bir mühendis gibi düşünme alışkanlığı kazandırmaktadır (National Research Council [NRC], 2009). Mühendislik tasarımına dayalı bu süreçte problem çözme becerisinin gelişimine katkı sağlamaktadır (Morrison, 2006). Buna ek olarak gerçek STEM eğitimi, bireylerde ürünlerin nasıl çalıştığına yönelik bilgilerini arttırmalı ve teknolojik ürünlerin kullanımını desteklemelidir (Bybee, 2010). Bahsedilen bütün bu özellikleri bünyesinde barındıran bir STEM eğitimi, nitelikli STEM eğitimi olarak kabul görmektedir (Bybee, 2013; Kelley ve Knowles, 2016). Nitelikli bir STEM eğitimi, bilimsel sorgulamayı temel alarak öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgi, bilgi, beceri, tutum ve düşünceleri geliştirmektedir (Carnevale, Smith ve Melton, 2011).

Öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgi, bilgi, beceri, tutum ve düşüncelerini geliştirmekteki araç ise STEM eğitimi etkinlikleridir. STEM eğitimi etkinliklerinin ve gerçekleştirildikleri ortamların öğrenme isteği oluşturarak öğrencilerin motivasyonlarını arttırması beklenmektedir (McDonald, 2016). Bu bağlamda öğrencilere, sınıf içi ve sınıf dışı etkinliklerle, bilim insanlarının gerçekleştirdikleri çeşitli aktiviteler ile uyumlu deneyimler sağlanmalıdır (Braund ve Reiss, 2006).

Astronomi, doğası gereği evrenin oluşumu, kara delikler ve uzayda yaşam gibi hayranlık uyandırıcı konular içerir. Aynı zamanda, gökyüzü gözlemleri gibi sınıf dışı aktivitelerin gerçekleştirilebilmesine olanak sağlar. Astronominin çalışma alanı olan gökyüzü herkese açık bir laboratuvar niteliğindedir (Tunca, 2002). Ayrıca astronomi öğretim süreçlerine dahil edildiğinde merak, hayal gücü ve keşif duygularını destekleyerek bilimsel yöntemlerin uygulanmasını ve fen ve matematik temelinde mühendislik çalışmalarının doğasının anlaşılmasını sağlamaktadır (Percy, 1998). Bu bağlamda, astronomi STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri doğal olarak içermesi, içerdiği konular gereği merak, hayal gücü ve keşif duygularını desteklemesi, sınıf içi ve sınıf dışı öğrenme etkinliklerine olanak sağlaması ve bilimsel yöntemler ve mühendislik için bir uygulama alanı sunmasından dolayı STEM eğitimi için etkili bir öğrenme ortamı oluşturmaktadır.

STEM eğitimi, okul öncesinden üniversiteye kadar olan dönemi kapsayan bütünsel bir süreçtir (Aydeniz ve diğerleri, 2015). Bu sürecin etkili şekilde devam etmesindeki en önemli etmen ise nitelikli yetişmiş öğretmenlerdir (Bybee, 2013). Ancak, STEM eğitimi anlamında yetkinliğe sahip öğretmen sayısının sınırlı olması, öğretmen eğitimine

yönelik yoğun eleştirileri de beraberinde getirmektedir (Çorlu ve diğerleri, 2014). Amerika Birleşik Devletleri, 2011-2021 yılları arasında STEM eğitimi alanında bilgi ve beceriye sahip yüz bin yeni öğretmen yetiştirmeyi hedeflemektedir (Stevenson, 2014). Benzer bir durum Türkiye için de geçerlidir. 21. yüzyıl gereksinimleri çerçevesinde STEM eğitiminin yaygınlaştırılmasının en önemli paydaşlarından birisi nitelikli yetişmiş fen bilgisi öğretmenleridir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016a). Bu durum, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik bilgi, beceri ve tutumlarının üst düzeyde olması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Nadelson ve diğerleri, 2013; Schoon ve Boone, 1998). Bilgi, beceri ve tutumlarının oluşması veya gelişmesi deneyim ile ilgilidir. Bu bağlamda, fen bilgisi öğretmenlerinin belirtilen niteliklere sahip olabilmeleri için hizmet öncesi dönemde STEM eğitime yönelik bilimsel etkinlikleri deneyimlemeye ihtiyaç duyan bireyler olarak kabul edilmesi gerektiği söylenebilir (Harlen, 2015). Buna ek olarak, özel yetenekli öğrenciler, STEM iş gücü bağlamında büyük bir potansiyele sahip olmalarına karşın, bu öğrencilerin yeterli STEM eğitimi fırsatları bulunmamaktadır (Jolly, 2009; Kanlı ve Özyaprak, 2015). Bu problematik durum Amerika Birleşik Devletleri'nde yayınlanan *Rising above the Gathering Storm* raporunda yer alan iki temel eylem planını oluşturmaktadır. Bunlar, K-12 düzeyinde STEM eğitiminin kalitesini yükselterek özel yetenekli öğrenci havuzunu genişletmek ve STEM alanlarında özel yeteneğe sahip en iyi öğrencileri tanımlamak ve bu öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirmektir (NAS ve diğerleri, 2007). Türkiye için ise özellikle Bilim ve Sanat Merkezlerinde birçok alanda özel yeteneklilere yönelik program ve model bulunmasına karşın özellikle STEM eğitime yönelik programlar çok sınırlı düzeydedir (Kanlı ve Özyaprak, 2015).

Yukarıda bahsedilen durumlar temelinde bu araştırma, STEM eğitiminin doğasına uygun şekilde astronomi etkinliklerinin geliştirilmesini ve bu etkinliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanarak bütünsel ve çok boyutlu olarak değerlendirilmesini konu almaktadır. Bu değerlendirmeler, katılımcı boyutunda çalışma gruplarının bilgi, ilgi, tutum, düşünce ve becerilerinin değerlendirmesini ve etkinlik boyutunda, etkinliklerin STEM eğitiminin doğasına uygunluğunun ve etkinliklerde tasarlanan ürünlerin niteliklerinin değerlendirilmesini içermektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

STEM eğitimi geleceğe yön verecek bireylerin 21. yüzyılın değişen gereksinimlerine hazır olmalarını hedeflemektedir. Bu gereksinimler, ekonomik kalkınmanın sağlanması için önemli olduğu kadar global düzeyde enerji ve küresel ısınma gibi büyük problemlerin çözümü için de önemlidir. Bu nedenle STEM eğitimi bilgiyi edinme, ayırt etme ve kullanma süreçlerini içermenin yanı sıra, merak ve hayal gücü duygularına sahip yaratıcı ve üretim odaklı bir toplum yetiştirme misyonunu da üstlenmiştir (Bybee, 2013). Merkezine bilimsel sorgulamayı alan, merak, hayal gücü ve keşif duygularını astronomi ile destekleyen bir STEM eğitimi, STEM eğitiminin belirtilen misyonlarını destekleyebilecek niteliktedir. Bu bağlamda, mevcut araştırmanın temel amaçları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. STEM eğitiminin doğasına ve sınıf içi ve sınıf dışı öğrenme ortamlarına uygun astronomi etkinlikleri geliştirmek.
2. Geliştirilen etkinliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına yönelik etkilerini katılımcı ve etkinlik boyutlarında bütünsel ve çok boyutlu olarak değerlendirmek.
3. Türkiye'nin STEM eğitimine ne kadar hazır olduğunu ortaya koyabilmek adına STEM eğitiminin MEB'e bağlı okullarda ve eğitim fakültelerinde uygulanabilirliğini araştırmak.
4. STEM eğitiminin doğasına uygun olarak Bilim ve Sanat Merkezlerinde ve eğitim fakültelerinin ilgili bölümlerinde uygulanabilecek ardışık modüller geliştirmek.
5. STEM eğitimi kapsamında astronomi konularına yönelik, basit ve ucuz malzemeler kullanılarak oluşturulmuş öğretim materyalleri geliştirmek.
6. Fen Bilgisi Öğretmen adayları özelinde STEM alanlarına ve eğitimine yönelik farkındalık ve ilgi oluşturarak, STEM eğitimini uygulamak için gerekli bilgi ve becerileri kazandırmak.
7. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri özelinde STEM alanlarına yönelik farkındalık ve ilgi oluşturarak STEM alanlarına yönelik bilgi ve becerileri kazandırmak ve öğrencilerin kariyer tercihlerini bilinçli olarak yapmalarına destek olmak.

Bu temel amaçlara ek olarak, araştırma kapsamında geliştirilen etkinliklerin ve öğretim materyallerinin öğretmenler tarafından kullanılması, ayrıca araştırma kapsamında geliştirilen etkinlik değerlendirme ve ürün değerlendirme formlarının bir etkinliğin STEM eğitiminin doğasına uygunluğunun belirlenmesi ve etkinlik sonucunda tasarlanan ürünlerin niteliklerinin değerlendirilmesi için rehber araçlar olarak alana kazandırılması araştırmanın yan amaçlarını oluşturmaktadır.

1.3. Araştırmanın Önemi

STEM eğitimi ile yenilikçi, üretken ve 21. yüzyılın ihtiyaçlarına cevap verebilen nesiller yetiştirilmesi hedeflenmektedir (Holdren, Lander ve Varmus, 2010). Milli Eğitim Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı, TÜBİTAK Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi ve TÜSİAD Vizyon 2050 Türkiye Raporu gibi belgeler belirtilen bu hedeflere vurgu yapmaktadır (Pekbay, 2017). Örneğin, Milli Eğitim Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı, sürdürülebilir sosyal ve ekonomik gelişmenin sağlanması, genç bireylerin değişen koşullara uyum sağlayarak Türkiye'nin küresel rekabette yerini alması için eğitim ve öğretim süreçlerinin önemini vurgulamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2015). Bu durum, Türkiye'nin teknoloji ve araştırma vizyonunu belirleyen TÜBİTAK'ın, eğitim vizyonunu belirleyen Milli Eğitim Bakanlığı'nın ve ekonomik vizyonunu belirleyen TÜSİAD'ın STEM eğitiminin yenilikçi, üretken ve 21. yüzyılın ihtiyaçlarına cevap verebilen nesiller yetiştirme hedeflerine vurgu yaptıklarını göstermektedir. Bu bağlamda, mevcut araştırmanın Türkiye'nin gelecek nesillerin 21. yüzyıla uygun bilgi ve beceriler ile donatılması hedefine katkı sağladığı düşünülmektedir.

STEM eğitiminin amaçları ülkelerin ekonomik hedefleri ve mevcut durumları bağlamında değişmektedir. Kearney (2016), Türkiye'nin STEM eğitimi ile ilgili durumunu şu şekilde özetlemiştir: Türkiye'de her yıl üniversitelerin alabileceklerinden daha fazla aday STEM alanlarında meslek sahibi olmak için üniversite başvurusu yapmaktadır. Öğrenciler, STEM alanı tercihlerini üniversite giriş sınavlarındaki fen ve matematik puanlarına göre yapabilmektedir. Bununla birlikte, üniversite giriş sınavı çoktan seçmeli STEM sorularını içermektedir. Ancak bu durum, üniversite öncesi dönemde sorgulama temelli yöntemler yerine bilgi ve anlama becerilerine yoğunlaşarak, öğrencilerin ilgili testlerde başarılı olabilmelerine odaklanılmasına

neden olmaktadır. Oysa ki üniversite düzeyinde STEM alanlarında çalışabilmek için sorgulama çok önemlidir. Bu bağlamda mevcut araştırma, teste dayalı Türk eğitim sisteminde STEM eğitimini temellendirmek için sistem ile bütünleşik ve bilimsel sorgulamayı merkezine alan farklı bir bakış açısı sunmasından dolayı önem teşkil etmektedir.

Türkiye’de STEM eğitime yönelik atılan en önemli adımlardan birisi Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2016 yılında yayınlanan STEM eğitimi raporudur. Bu raporda STEM eğitime geçiş için öneri niteliğindeki atılması gereken adımlar ve yapılması gereken çalışmalar başlığında, STEM eğitiminin eğitim sistemine entegrasyon çalışmalarının yapılması, meraklı ve özel yetenekli öğrencilerin belirlenerek onlara daha ileri düzey STEM eğitimi verilmesi için çalışmalar yapılması ve STEM eğitiminin öğretmen yetiştirme öğretim programlarına entegrasyonuna vurgu yapan ifadeler yer almaktadır (MEB, 2016a). Bu durum, özel yetenekli öğrenciler ve geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adayları için STEM eğitiminin önemini ortaya koymaktadır. Türkiye’de özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde temel misyon Araştırma Geliştirme Eğitim ve Uygulama Merkezleri ile birlikte Bilim ve Sanat Merkezlerindedir. Buna ek olarak, özellikle Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi alanında yeterli bilgi ve beceriye sahip olarak eğitim fakültelerinden mezun olmaları beklenmektedir (Wang, 2012). Farklı eğitim düzeyleri için STEM eğitiminin öğretim programlarına nasıl entegre edilebileceğine dair araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Bybee, 2013; Delen ve Uzun, 2018; Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014; MEB, 2016a; Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Bu bağlamda, bilimsel sorgulama, astronomi ve STEM eğitimi bütünleştiren dört modül (merak uyandırıcı etkinlikler, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler, araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri) Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik ilgi, bilgi, beceri, tutum ve düşüncelerini destekleme hedefi ile geliştirilmiştir. Mevcut araştırmanın özel anlamda hedefi, ilgili modüllerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları üzerine etkilerine yönelik bütüncül kanıtlar sunmak, genel anlamda hedefi ise, Milli Eğitim Bakanlığı’na bağlı okulların ve eğitim fakültelerinin STEM eğitime ne kadar hazır olduğunu değerlendirmektir. Bu bağlamda, araştırmadan elde edilen sonuçların Türkiye’nin STEM eğitimine geçiş sürecine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

STEM eğitiminin tanımı konusunda alanyazında tam bir uzlaşma bulunmaması, bir STEM eğitimi etkinliğinin nasıl olması gerektiği konusunda da karmaşaya yol açmaktadır (Brown, Brown, Reardon ve Merrill 2011; Lamberg ve Trzynadlowski, 2015; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011). Bu durum, STEM eğitiminin uygulama boyutunda kullanılan etkinliklerin pedagojik alt yapının zayıf kalmasına, bazı durumlarda ise etkinliğin çıktılar anlamında yetersiz sonuçlar doğurmasına neden olmaktadır (Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012). Bu bağlamda, ilgili araştırmada geliştirilen etkinlik değerlendirme formunun bilimsel sorgulamayı temeline alan STEM eğitimi etkinliklerinin değerlendirilmesinde ve niteliklerinin belirlenmesinde alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun yanında STEM eğitiminde mühendislik entegrasyonu içeren etkinlikler ürün oluşturulmasını içerir. Araştırmada her bir ürüne özgü olarak geliştirilen ürün değerlendirme formları, hem etkinlikler sonunda ortaya çıkan ürünlerin değerlendirilmesine, hem de uygulayıcıların tasarım sürecinde ürünleri nitelik anlamında şekillendirmesine olanak sağlamaktadır. Belirtilen iki özellik göz önünde bulundurulduğunda, ürün değerlendirme formlarının alan eğitimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Özetle, gerçekleştirilen araştırmanın, gelecek nesillerin ve geleceğin fen bilgisi öğretmenlerinin 21. yüzyıla uygun bilgi ve becerilerini destekleme, Türk eğitim sistemi ile bütünleşik ve sorgulamayı merkezine alan farklı bir bakış açısı sunma ve farklı eğitim düzeyleri için STEM eğitiminin öğretim programlarına nasıl entegre edilebileceğine dair katılımcı ve etkinlik boyutlarında bütünsel kanıtlar sunma niteliklerinden dolayı önem arz etmektedir. Buna ek olarak, mevcut araştırmanın, STEM eğitime yönelik astronomi etkinlikleri içeren modüller, veri toplama araçları (özellikle etkinlik değerlendirme ve ürün değerlendirme formları) ve öğretim materyalleri oluşturmayı amaçlaması araştırmanın özgünlüğüne katkı sağlamaktadır.

1.4. Araştırmanın Problem Cümlesi ve Alt Problemleri

Araştırmanın problem cümlesi “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilen astronomi temelli STEM eğitiminin katılımcı (astronomi bilgi, STEM tutum, STEM ilgi, STEM yaklaşımı, STEM eğitiminin niteliklerini yansıtmaya) ve etkinlik (etkinliklerin STEM eğitime uygunluğu ve ürünlerin nitelikleri) boyutlarında değerlendirilmesi nasıl gerçekleştirilir?”

şeklindedir. Bu araştırma problemi çerçevesinde belirlenen alt problemler ise aşağıda sıralanmıştır.

Katılımcı boyutunda;

1. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM tutum ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM ilgi ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
6. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
7. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
8. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
9. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
10. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
11. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
12. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
13. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
14. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
15. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

16. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM yaklaşımlarını nasıl etkilemektedir?
17. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen nitelikleri yansıtmaları nasıldır?

Etkinlik boyutunda;

18. Araştırma kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri, STEM eğitimi etkinliklerinin özelliklerini ne düzeyde taşımaktadır?
19. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan ürünlerin nitelikleri nelerdir?

1.5. Araştırmanın Sayıtları

Araştırmaya ilişkin sayıtlar aşağıda sunulmuştur:

1. Araştırmaya katılan Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları nicel veri toplama araçları ve çalışma yaprakları için herhangi bir hazırlık yapmamışlardır.
2. Araştırmaya katılan Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları veri toplama araçlarında yer alan her bir soruyu özenle cevaplamışlardır.
3. Görüşme gerçekleştirilen Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları görüşme sorularına verdikleri cevaplarda mevcut düşüncelerini yansıtmışlardır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmaya ilişkin sınırlılıklar aşağıda sunulmuştur:

1. Araştırmada kullanılan etkinlikler merak uyandırıcı etkinlikler, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler, araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri modüllerinde yer alan etkinlikler ile sınırlıdır.
2. Araştırma, 2016-2017 eğitim-öğretim yılı güz ve bahar yarıyıllarında Batı Anadolu Bölgesi'nde yer alan bir üniversitenin eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri ve aynı bölgede bulunan bir Bilim ve Sanat Merkezine (BİLSEM) devam eden ortaokul öğrencileri ile sınırlıdır.
3. Araştırma verileri, astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği, STEM semantik ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşme formu, araştırmacı gözlem notları, etkinlik değerlendirme formu ve ürün değerlendirme formları ile elde edilen veriler ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

STEM eğitimi: STEM eğitimi bağlantılı ancak farklı alanlar olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili bilgi ve becerileri öğrencilere kazandırmayı ve öğrencilerin bu bilgi ve becerileri genellikle gerçek dünyada karşılaşılan yeni problemleri çözmek için uygulamalarını amaçlayan entegre bir yaklaşımdır (Clark, 2012; Roberts, 2012).

Bilimsel sorgulama: Bilim insanlarının doğal dünyayı araştırdıkları ve araştırmalarından elde edilen kanıtlara dayanan açıklamaları öne sürdükleri yollar olarak tanımlanır. Aynı zamanda öğrencilerin bilimsel bilgi ve bilimsel fikirlerle ilgili anlamalarını geliştiren etkinliklerdir (National Research Council [NRC], 1996).

Astronomi: Astronomi, Dünya atmosferinin sınırlarının ötesinde yer alan her şeyin incelenmesini konu alan bir bilim dalıdır (Mitton, 2008).

Mühendislik tasarım süreci: Mühendislik tasarımı, ihtiyaçlar veya problem temelinde çözümlerin elde edildiği bir süreçtir (Eide, Jenison, Northup ve Mickelson, 2017).

Özel yetenekli öğrenci: Yaşlarına göre daha hızlı öğrenen, yaratıcılık, sanat ve liderliğe ilişkin kapasitede önde olan, özel akademik yeteneğe sahip, soyut fikirleri anlayabilen, ilgi alanlarında bağımsız hareket etmeyi seven ve yüksek düzeyde performans gösteren bireydir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016b).

Öğretmen adayı: Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda öğretmenlik mesleğini icra etmek üzere lisans düzeyinde hizmet öncesi eğitim alan aday öğretmendir.



BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilen astronomi temelli STEM eğitiminin katılımcı ve etkinlik boyutlarında değerlendirilmesini konu alan araştırmanın bu bölümünde, sırası ile araştırmanın kuramsal çerçevesine ve kuramsal çerçeve kapsamında ulaşılan ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Bu bölümde, pedagojik STEM bakış açısı ile STEM eğitiminin kuramsal alt yapısı, STEM eğitimin tarihsel gelişimi ve STEM eğitimin bilimsel sorgulama, özel yetenekliler eğitimi, öğretmen eğitimi ve astronomi ile ilişkisi sunulmuştur.

Araştırmanın kuramsal çerçevesi belirtilen konulara ilişkin;

- STEM eğitiminin amaçlarının, kapsamının ve öğrenme süreçlerine katkılarının değerlendirildiği, STEM eğitiminin teorik çerçevesi,
- Bilimsel sorgulamanın STEM eğitimi ile ilişkisinin ortaya konulduğu, STEM eğitimi ve bilimsel sorgulama,
- STEM eğitiminin modern anlamda gelişimini konu alan, Sputnik 1'den STEM eğitime,
- Özel yetenekliler eğitimi ve öğretmen eğitimi bağlamında STEM eğitiminin öneminin incelendiği, STEM eğitiminde özel yeteneklilerin ve öğretmen yetiştirilmesinin yeri,
- STEM eğitimi ve astronomi ilişkisinin vurgulandığı, STEM eğitimi ve astronomi alt başlıklarından oluşmaktadır.

Araştırmanın kuramsal çerçevesi belirtilen alt başlıklar bağlamında sırası ile sunulmuştur.

2.1.1. STEM Eğitiminin Teorik Çerçevesi

STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) eğitimi terimi SMET (Science, Mathematics, Engineering, and Technology) olarak ilk kez 1993 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde NSF'in (National Science Foundation-Ulusal Bilim Vakfı) fen, matematik, mühendislik ve teknoloji eğitiminin kalitesini arttırmak için gerçekleştirdiği programlardan birisinde ortaya çıkmıştır (Mohr-Schroeder, Cavalcanti, ve Blyman, 2015). Sonraki yıllarda ise, SMET teriminde fen ve matematiğin daha çok vurgulandığı ve daha önemli gibi algılandığı görüşü ortaya çıkmış ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin aralarında daha anlamlı bir bağlantı olduğunu vurgulamak adına STEM eğitimi terimi kullanılmaya başlanmıştır (Chute, 2009). STEM eğitimine ihtiyaç duyulmasının nedenleri ise şu şekilde sıralanabilir:

- Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanında 21. yüzyıl becerilerine sahip nitelikli bir iş gücü olmadan bilim ve teknolojiye dayalı inovasyonun dolayısıyla güçlü bir ekonominin mümkün olmaması (Atkinson ve Mayo, 2010; Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD], 2017).
- STEM alanlarına olan ilginin son yıllarda azalması, dolayısıyla genç bireylerin STEM alanlarında kariyer seçmemeleri (National Research Council [NRC], 2011).
- TIMMS ve PISA sınavlarında elde edilen sonuçlar (TÜSİAD, 2017).

STEM eğitiminin hedefleri ise NRC (2011) tarafından uzun vadede STEM alanlarında kariyer seçen öğrenci sayısını arttırmak, STEM alanlarındaki nitelikli iş gücünü geliştirmek ve STEM alanlarında bir kariyer sahibi olmasalar bile, tüm öğrencileri STEM okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek şeklinde belirtilmiştir. Bahsedilen tüm öğrencileri STEM okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek hedefini Bybee (2013), STEM okuryazarı bir bireyin niteliklerini açıklayarak tanımlamıştır. Bybee (2013) STEM okuryazarı bir bireyi;

- Problemleri ve gerçek yaşamdaki sorunları tanımlamak için bilgi, tutum ve becerilere sahip, doğal ve tasarlanmış dünyayı açıklayabilen ve STEM ile ilgili konular hakkında kanıta dayalı sonuçlara varabilen,

- STEM disiplinlerinin karakteristik özelliklerinin, insan üretimi bilgi, sorgulama ve tasarım formları olduğu anlayışına sahip,
- STEM disiplinlerinin maddesel, düşünsel ve kültürel çevremizi nasıl şekillendirdiğine dair farkındalığa sahip,
- STEM ile ilgili konularda ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik fikirleri ile yapıcı, ilgili ve yansıtıcı vatandaş olmaya istekli olan birey olarak tanımlanmaktadır.

STEM eğitiminin bu hedefleri pedagojik alt yapısı ile ilişkilidir. STEM eğitiminin pedagojik alt yapısını anlayabilmek için öncelikle, STEM ve STEM disiplinleri/alanları ve STEM eğitimi kavramlarını birbirinden ayırabilmek gerekmektedir. STEM veya STEM disiplinleri/alanları fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğe bir disiplin olarak vurgu yapmaktadır. STEM eğitimi bakış açısı ile fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının tanımları NAE ve NRC (2009) tarafından şu şekilde yapılmıştır:

Fen: Fizik, kimya ve biyoloji ile ilgili yasaları da içeren doğanın araştırılmasıdır. Bu disiplinlerle ilgili olguların, ilkelerin ve kavramların uygulamalarını içerir. Fen yalnızca zamanla oluşan bilgi bütünlüklerini içermez. Aynı zamanda yeni bilgiler üreten bilimsel sorgulamaya dayanan bir süreçtir. Fen ile elde edilen bilgiler mühendislik tasarım süreçlerine ışık tutar.

Teknoloji: Tam anlamıyla bir disiplin olarak kabul görmese de insanlardan, organizasyonlardan, bilimsel bilgidен, süreçlerden ve aygıtlardan oluşan bütün bir sistemi içerir. Bu sayede yeni teknolojik ürünler ortaya çıkarılır. Tarih boyunca insanlar kendi ihtiyaç ve isteklerini karşılamak amacıyla teknolojiyi ortaya çıkarmışlardır. Modern teknolojinin çoğu fen ve mühendisliğin kullanımı ile gelişmiştir. Aynı zamanda bu buluşlar, mühendislik ve fen disiplinlerinde de kullanılır.

Mühendislik: İnsan yapımı ürünlerin tasarım ve üretimi ile ilgili olarak, hem bir bilgi bütünü hem de problem çözme sürecidir. Mühendisliğin üretim süreci ise bazı kısıtlamalara tabidir. Mühendislik tasarımlarındaki bu kısıtlamalar doğa veya fen yasalarıdır. Ayrıca zaman, bütçe, kullanılabilir malzemeler, ergonomi, çevresel düzenlemeler, üretilebilirlik ve tamir edilebilirlik diğer kısıtlamaları oluşturur. Mühendislik, teknolojinin de araçlarını kullanarak fen ve matematikten yararlanır.

Matematik: Miktar, sayı ve uzay arasındaki desen ve ilişkileri inceleyen bir bilim dalıdır. Fen deneysel kanıtlara dayalı olarak ortaya atılan savların doğruluğunu kanıtlamaya ya da yanlışlamaya dayanırken, matematik ortaya atılan savları temel

varsayımlara dayalı mantıksal argümanlar aracılığıyla kanıtlamayı amaçlar. Mantıksal argümanların kendileri savlar ile birlikte matematiğin bir parçasıdır. Fende olduğu gibi matematikte de bilgi artmaya devam eder. Ancak fenden farklı olarak matematikte bilgiler temel varsayımlara dönüşmediği sürece terk edilmez. Matematiksel bilgiler diğer bilim alanlarında kullanılır.

STEM eğitimi kavramı için ise alanyazında farklı tanımlar ile karşılaşmak mümkündür. Bu tanımlardan bazıları Tablo 2.1’de sunulmuştur.

Tablo 2.1

STEM Eğitime Yönelik Bazı Tanımlar

Tanım	Referans
STEM eğitimi, tasarım süreci için gerekli becerilerin geliştirilmesi amacıyla dört ayrı disiplinden her birinin yaratıcılık, teknoloji geliştirme ve ihtiyaç temelli pratik çözümleri keşfetme yoluyla entegre edilmesidir.	Sharma ve Yarlagadda (2018)
STEM eğitimi, birden fazla STEM konu alanının kesişimi ile ortaklaşa yapılandırılan bilgi, beceri ve inançları içerir.	Çorlu ve diğerleri (2014)
STEM eğitimi temelde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir arada kullanılmasından öte, gerçek dünya ve probleme dayalı öğrenmenin birleştirildiği uygulamalı bir yaklaşımdır.	Californians Dedicated to Education Foundation (2014)
STEM eğitimi, okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar tüm eğitim sürecini kapsayan disiplinler arası bir yaklaşımdır.	MEB (2016a)*
STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında öğretimi ve öğrenimi ifade eder. Genel olarak, okul öncesinden post doktora kadar hem formal hem de informal ortamlarda gerçekleştirilen eğitsel etkinlikleri içerir.	Gonzalez ve Kuenzi (2012)*
STEM eğitimi gerçek dünyada karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılan, çeşitli disiplinlerin amaç temelinde entegrasyonudur.	Sanders (2009)
STEM eğitimi bağlantılı ancak farklı alanlar olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili bilgi ve becerileri öğrencilere kazandırmayı ve öğrencilerin bu bilgi ve becerileri genellikle gerçek dünyada karşılaşılan yeni problemleri çözmek için uygulamalarını amaçlayan entegre bir yaklaşımdır.	Clark (2012) Roberts (2012)

* MEB, (2016a) STEM eğitimini, Gonzalez ve Kuenzi, (2012)’ye atıf yaparak tanımlamıştır.

Tablo 2.1 incelendiğinde tanımlarda ortak olarak yer alan niteliğin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının entegrasyonu olduğu görülmektedir. Bu durum, STEM eğitiminin en önemli kavramlarından birisinin entegrasyon kavramı olduğunu ortaya koymaktadır. Bybee (2013), STEM disiplinlerinin entegrasyonu ile ilgili dokuz farklı STEM eğitimi perspektifi bulunduğunu belirtmiş ve bu perspektifleri şu şekilde sınıflandırmıştır:

- STEM, fen (veya matematik) ile eşdeğerdir: Sadece bir disipline vurgu yapılır ve bu durum çelişkilere neden olur.
- STEM, hem fen hem de matematik anlamına gelir: Bu iki disipline ayrı ayrı vurgu yapılır.
- STEM, fen anlamına gelir, teknoloji, mühendislik veya matematiği kapsar: Feni merkeze almayı ve ihtiyaç duyulduğunda bir disiplini daha entegrasyona dahil etmeyi içerir. STEM disiplinlerinin entegrasyonuna ilk adım gibi değerlendirilebilir.
- STEM, ayrı disiplinler dörtlüsüne eşittir: Tek bir derste veya dört farklı derste (teknoloji ve fenin dahil edilmesinin tartışmalı olduğu) dört disiplininin de bulunmasıdır.
- STEM, fen ve matematiğin bir teknoloji veya mühendislik programına ilintili olduğu anlamına gelir: Fen ve matematik derslerinde teknoloji ya da mühendislik görevlerinin entegrasyonunu ifade eder.
- STEM, disiplinlerin karşılıklı koordinasyonu anlamına gelir: Dört disiplin içinde çiftler arası bağlantıları ifade eder.
- STEM, iki veya üç disiplinin kombine edilmesi anlamına gelir: Birden fazla disiplinin aynı önemde entegrasyonunu ifade eder. Ancak dört disiplinin aynı anda entegrasyonu söz konusu değildir.
- STEM, disiplinlerin bütünleyici bir şekilde örtüşmesi anlamına gelir: Bu, dört disiplini tek bir derste ayrı ayrı öğretmeyi ifade eder.
- STEM, transdisipliner bir ders veya program anlamına gelir: Aynı anda dört disiplin bilgisinin tümünü gerektiren problemlerinin çözülebilmesidir.

Bybee (2013)'ün belirttiği üzere mevcut uygulamalarda çok farklı türde entegrasyon bakış açısı vardır. Ancak entegre STEM eğitim perspektifi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini tek ve bütün olarak ele almayı ve bu bütünleşmiş formu tek bir yapı olarak öğretmeyi içerir. Aslında STEM alanlarında uzman olarak çalışan bireyler, bu entegrasyonu doğal olarak kullanmaktadır. Çünkü gerçek yaşamda, kimya, fizik veya matematik gibi tipik okul derslerinde olduğu gibi disiplinleri birbirinden ayırma olasılıkları daha azdır. Örneğin, mühendislikte fizik, matematik ve teknolojiye yönelik bilgi ve becerilerin kullanımı, tasarım problemlerinin çözümü için bir zorunluluktur (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012).

Bu bağlamda entegre STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir arada kullanılmasından öte bu disiplinlerin aktif öğrenme ve öğretme yaklaşımları ile bütünleştirilmesi ile gerçekleştirilir. Bu yaklaşımın temelini ise söz konusu disiplinlerin, okullarda birbirinden bağımsız olarak öğretilmelerine karşın gerçek dünyada iç içe olmaları oluşturur (Californians Dedicated to Education Foundation, 2014). STEM eğitimi uygulamalarında gerçekleştirilen entegrasyon, kullanılan bilgi ve becerilerin ilişkilerine göre şekillenir. English (2016) ile Vasquez, Sneider ve Comer (2013) tarafından belirtilen entegrasyon düzeyi ve düzeyin göstergesi olan nitelikler Tablo 2.2’de sunulmuştur.

Tablo 2.2

Entegrasyon Düzeyi ve Düzeyin Göstergesi Olan Nitelikler

Entegrasyon Düzeyi	Nitelikler
Disipliner	Kavramlar ve beceriler her disiplinde ayrı ayrı öğrenilir.
Multidisipliner	Kavramlar ve beceriler, her bir disiplinde ayrı olarak, ancak ortak bir tema içerisinde öğrenilir.
İnterdisipliner	Bilgi ve becerilerin derinleştirilmesi amacıyla, birbiriyle yakından bağlantılı kavram ve beceriler, iki veya daha fazla disiplinden öğrenilir.
Transdisipliner	İki ya da daha fazla disiplinden öğrenilen bilgi ve beceriler, gerçek dünya problemlerine ve projelerine uygulanır. Bu durum, öğrenme deneyimini şekillendirmeye yardımcı olur.

Tablo 2.2’de belirtilen disiplinler düzeyden, transdisipliner düzeye doğru geçildikçe, disiplinler arasındaki keskin sınırlar ortadan kaybolur ve konu alınan disiplinlerin bütünleşmesi durumu ortaya çıkar. Ancak STEM eğitiminde istenilen transdisipliner düzeye ulaşmak kolay olmayan bir süreçtir (Delen ve Uzun, 2018; Sanders, 2009). Disiplinlerin birbirine nasıl entegre edileceğine dair farklı anlayışlar bulunmaktadır (Blackley ve Howell, 2015; Çorlu ve diğerleri, 2014; Sanders, 2009; West, Vasquez-Mireles ve Coker, 2006). Ancak alanyazında özellikle mühendisliğin diğer disiplinler ile entegrasyonu vurgulanmaktadır (Moore ve Smith, 2014; National Research Council [NRC], 2012). Moore ve Smith (2014), mühendisliğin STEM eğitimine entegrasyonu için içerik entegrasyonu ve bağlam entegrasyonu olmak üzere iki farklı bakış açısı sunmuştur. İçerik entegrasyonu mühendislik becerilerine vurgu yaparak fen ve/veya matematik içeriği ile mühendislik düşüncesinin bütünleştirilmesine dayanır. Bu süreçte fen, matematik ve mühendisliğin kendine özgü kazanımları bulunmaktadır. Bağlam

entegrasyonu ise mühendislik tasarım sürecini diğer alanlardaki ilke, teori veya yasaların öğretimi için bir araç olarak kullanmaya dayanmaktadır. Çorlu ve diğerleri (2014) ise tüm STEM disiplinlerinin entegrasyonunu aynı anda sağlamaya çalışmak yerine matematik ve fen bilimlerinin bir araya getirilmesi ve bunlara teknoloji ve mühendislik eklenmesi ile öğrenmenin daha etkili şekilde sağlanabileceğini vurgulamaktadırlar. West ve diğerleri (2006) ise fen ve matematik entegrasyonu için ilgili öğretim programlarının benzer hedefleri içerecek şekilde hazırlanmasının disiplinlerin entegrasyonu için önemli bir adım olacağını ifade etmektedir. Entegrasyon sürecine sorgulamayı dahil eden bir başka bakış açısı da mevcuttur (Kelley ve Knowles, 2016; Kennedy ve Odell, 2014.) Bu bakış açısına göre bilimsel sorgulama, bilimsel araştırma yolu ile çözülebilecek bir problemi içerirken, mühendislik tasarımı, ürün oluşturma ve bu ürünü değerlendirme ile çözülebilecek bir sorunu içerir. STEM eğitimi, bu iki kavramı STEM disiplinleri aracılığı ile bir araya getirir (Kennedy ve Odell, 2014). Kelley ve Knowles (2016) ise STEM eğitimi entegrasyonu için bilimsel sorgulama, mühendislik tasarımı, teknoloji okuryazarlığı ve matematiksel düşünme ve uygulama grubu boyutları içeren bir model önermiştir. Harlen (2015) ise STEM disiplinlerinin entegrasyonu için şu ifadelerle yer vermiştir:

Eğitim programlarına STEM entegrasyonu, öğretim uygulamalarının iş hayatı ve bilimsel araştırma ortamlarındaki uygulamalarla uyumlu olması için fırsatlar sunacaktır. Öğrencilerin bu alanlara ilgisini çekme ve bu alanlarda katılımını arttırma olasılığı da oldukça yüksektir. Farklı düzeylerde entegrasyonu içeren araştırmalarda sunulan başka bir argüman ise ilişki kurulan bilgilerin yeni durumlara ayrı bilgi parçalarından daha kolay uygulanabileceğidir. Yine de, üniversite öncesi dönemde fenin diğer disiplinlerle entegrasyonunun etkisini konu alan az sayıda araştırma, entegre edilen alanlarda fikirlerin anlamlı bir şekilde öğrenilmemiş olması durumunda zarar verici sonuçlar ortaya çıkarabileceğini öne sürmektedir. STEM konularını entegre olarak öğretmeyi denemek yerine, ilgili temaları ve konuları koordine eden bir öğretim programı aracılığı ile STEM konularını bir araya getirmenin faydalarından yararlanmak daha sağlıklı olacaktır (Harlen, 2015, s.13).

Harlen (2015) STEM entegrasyonunda özellikle alan bilgisinin önemine dikkat çekmiş ve eksik alan bilgisi üzerine kurulan bir entegre STEM eğitiminin yararlı olmak yerine olumsuz çıktılar üretebileceğini belirtmiştir. Bu bağlamda, farklı entegrasyon modellerinin geliştirilmesi, STEM eğitimi pedagojik anlamda çeşitlendirecektir. Ancak

asıl önemli nokta, bu modellerin öğrenme üzerine işlevselliğini ortaya koymak adına gerçekleştirilecek araştırmalardır (Kelley ve Knowles, 2016).

Yukarıda sunulan araştırmaların çok büyük bir çoğunluğu mühendislik disiplininin STEM eğitime entegrasyonuna odaklanmaktadır (Blackley ve Howell, 2015; Kelley ve Knowles, 2016; Kennedy ve Odell, 2014; NRC, 2012). Bu bağlamda, mühendislik disiplinini anlamak STEM eğitiminin kuramsal yapısını daha iyi anlamaya katkı sağlayacaktır. Bybee (2010) gerçek doğasına uygun bir STEM eğitiminin, bireylerin teknolojik ürünlerin nasıl çalıştığına yönelik bilgilerini arttırması ve teknolojik ürünlerin kullanımını desteklemesi gerektiğini belirtmiştir. Buna ek olarak, mühendisliğin problem çözme becerisi ve inovasyon ile doğrudan ilişkili yapısından dolayı mühendisliğe ilişkin süreçlere STEM eğitiminde vurgu yapılmasının önemini ifade etmiştir. Bu durum, STEM eğitiminde öğrencilerin mühendislik ile ilgili bilgi ve becerilerin geliştirmesinin oldukça önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Doğrudan problem çözme ile ilgili olan mühendisliğin, mühendislik tasarım süreçleri ile STEM eğitime entegre edilmesi en uygun yollardan birisi olarak kabul görmektedir (Becker ve Park, 2011; NRC, 2012). Mühendislik tasarımı, ihtiyaçlar veya problem temelinde çözümlerin elde edildiği bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Eide ve diğerleri, 2017). Haik ve Shahin (2011) mühendislik tasarım süreci ile üç farklı düzeyde tasarım gerçekleştirildiğini ifade etmişlerdir. Bu tasarım düzeylerinin tanımları sıralı ile sunulmuştur.

Uyarlanabilir tasarım: Tasarım süreçlerinin çok büyük bir çoğunluğu uyarlanabilir tasarımlara odaklanmıştır. Bu düzeydeki tasarımlar, mevcut tasarımların farklılaştırılması ile gerçekleştirilir. Tasarım sürecinin pratikte sona erdiği alanlarda, genellikle ürün boyutlarında küçük değişiklikler yapılarak tasarım süreci ilerler. Bu tür tasarım etkinlikleri, spesifik bir bilgi veya beceri gerektirmez. Sunulan problemler, sıradan teknik eğitime sahip bir tasarımcı tarafından kolayca çözülebilir. Örneğin, asansörler çok uzun süredir kavramsal ve teknik olarak bu tip tasarım süreçlerine tabi tutulmaktadır.

Geliştirme tasarımı: Bu düzeydeki tasarımlar için dikkate değer ölçüde daha fazla bilimsel bilgi ve tasarım becerisi gerekmektedir. Tasarımcı, mevcut bir tasarım ile sürece başlar. Ancak nihai sonuç ilk üründen belirgin bir şekilde farklılık gösterir. Geliştirme tasarımlarına örnek olarak, bir arabadaki manuel vites kutusundan otomatik

vites kutusu tasarımı veya katot ışın tüplü televizyondan plazma televizyon tasarımı verilebilir.

Yeni tasarım: Sadece az sayıda tasarım yeni tasarım düzeyindedir. Bu tip tasarımlar, yaratıcılığa, hayal gücüne, öngörüye ve önceki bilgi ve becerilere hakim olunmasını gerektiren en zor tasarımlar olarak kabul edilir. Bu tip tasarımlara ilk otomobil, ilk uçak veya tekerleğin icadı örnek olarak verilebilir.

Tanımlardan da anlaşılacağı üzere üç düzey tasarımda bilimsel bilgi ve becerilerin kullanımı temel almaktadır. STEM eğitiminde mühendislik tasarım süreci kullanılarak oluşturulan ürünlerin diğer ürünlerden (örneğin, bir torna tezgahında üretilen ürün) temel farklı budur. Fen ve matematik, bilgi ve becerilerinin teknoloji ile ilişkilendirilerek mühendislik tasarım süreçlerine aktarılması STEM disiplinlerinin entegrasyonu adına oldukça önemlidir (Bybee, 2010). Mühendislik tasarımının STEM etkinliklerine uyarlanması aşamalı ve döngüsel süreçleri içeren modellerle gerçekleştirilmektedir (Corbett ve Coriell, 2014; Kampe ve Oppliger, 2012). Örneğin Corbett ve Coriell (2014), problemi tanımlama, araştırma problemini belirleme, problemin çözümüne yönelik beyin fırtınası yapma, önerilen çözümlerden birisini seçme, bir prototip oluşturma veya geliştirme, prototipi test etme ve değerlendirme ve prototipi geliştirme ve yeniden tasarım yapma aşamalarını içeren bir modelin STEM eğitiminde kullanılmasını önermiştir. National Aeronautics and Space Administration [NASA] (2011) ve Tayal (2013) ise soru sorma, hayal etme, planlama, oluşturma ve geliştirme aşamalarını içeren bir mühendislik tasarım döngüsüne vurgu yapmışlardır. Bahsedilen bu tasarım süreçlerinin aşamaları birbirinden farklı olarak görünmesine karşın temelde işletilen aşamalar birbirine çok benzerdir. Problemi tanımlama ve araştırma problemi oluşturma, problemin çözümlerine yönelik fikir üretme, sınırlılıkları ve kısıtlamaları göz önünde bulundurularak prototip tasarlama ve test etme ve prototipi geliştirme ve yeniden test etme aşamaları mühendislik tasarım sürecinin temelini oluşturmaktadır (Haik ve Shahin, 2011). Farklı mühendislik tasarım süreçlerinin STEM eğitiminde kullanılması problemin zorluk derecesine, katılımcı grubunun bilişsel düzeyine ve etkinlik süresine göre değişebilmektedir (Corbett ve Coriell, 2014; Haik ve Shahin, 2011).

STEM disiplinlerinin entegrasyonunun başarılı şekilde sağlandığı bir STEM eğitimi öğrenme çıktıları açısından da oldukça faydalıdır (Sanders, 2009). Bu bağlamda, STEM eğitiminin öğrencilere sağladığı katkılar şu şekilde sıralanabilir.

- Özellikle okullarda birbirinden bağımsız olarak öğretilen fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konuları STEM eğitimi ile bütünleştirildiğinde öğrenciler bilime bütünsel bir bakış açısı gelişir ve öğrencilerin okul dersleri ile gerçek yaşam arasında ilişki kurmaları desteklenir (Californians Dedicated to Education Foundation, 2014).
- Mühendislik entegrasyonu içeren STEM eğitimi öğrencilerin fen, matematik ve teknoloji ile ilgili bilimsel bilgi ve becerileri bir araya getirmesini sağlayarak problem çözme becerilerini geliştirir (Capraro ve Slough, 2008; Morrison, 2006). Bu durum, daha derin ve anlamlı öğrenmeyi destekler (Wai, Lubinski, Benbow ve Steiger, 2010). Mühendisliğin entegre edildiği bir STEM eğitimi, mühendisliğe yönelik farkındalığı, anlayışı ve mühendislik tasarım süreci uygulama becerisini geliştirir (NAE ve NRC, 2009). Ayrıca STEM eğitiminde mühendislik entegrasyonu öğrencileri bir mühendis olarak yetiştirmek için bir düşünce biçimi yaratmayı amaçlar. Mühendislik eğitimi, yaparak öğrenmeyi gerektirdiğinden öğrencilerin mühendislik alanına yönelik ilgileri gelişir. Böylece, öğrencilerin kariyer olarak mühendisliği seçme olasılıkları artar (Honey ve diğerleri, 2014).
- Thomasian (2011)'e göre STEM eğitiminde öğrenciler, STEM alanlarındaki olgu, ilke ve tekniklerini kullanarak öğrenirler. Bu süreçte edinilen beceriler, hem okul hayatında hem de okul dışı hayatta birçok disipline transfer edilebilen ve öğrenci başarısını arttıran becerilerdir. Daha öğrenci merkezli bir yaklaşım sunan STEM eğitimi üst düzey düşünme becerilerini geliştirir ve bilginin kalıcılığını sağlar (King ve Wiseman, 2001; Smith ve Karr-Kidwell, 2000). Öğrencilerin matematik ve fen alanında (NAE ve NRC, 2009) ve genel düzeyde akademik başarısını artırır (Hurley, 2001).
- STEM eğitimi, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine olan ilgilerini destekler ve sürdürür (Becker ve Park, 2011; Kuenzi, 2008). Bu durumda öğrencilerin kariyer seçimlerinin STEM alanlarına yönelmesine katkı sağlamaktadır (Dabney ve diğerleri, 2012; Maltese ve Tai, 2011). Özellikle matematik ve fen entegrasyonu, öğrencilerin okula karşı tutumları ve ilgileri üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir (Bragow, Gragow ve Smith, 1995).
- Disiplinlerin bütünleştirildiği bir öğretim programı, öğrenenler için daha amaca uygun, daha bütünsel ve daha teşvik edici deneyimler sunar (Furner ve Kumar,

2007). Bu durum, öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırır (Gutherie, Wigfield ve VonSecker, 2000).

- Üst düzeyde entegrasyon sağlanmış bir STEM eğitimi, öğrencileri yenilikçi, kendine güvenen, mantıksal düşünen ve teknoloji okuryazarı bireyler olmaları konusunda destekler (Morrison, 2006).

STEM eğitiminin bahsedilen bu yararları hem duyuşsal hem de bilişsel olarak öğrencilere katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Ancak, STEM eğitiminin duyuşsal ve bilişsel alanlarda öğrencilere katkı sağlayabilmesi nitelikli bir STEM eğitimi ile gerçekleştirilebilir. Kennedy ve Odell (2014)'e göre nitelikli bir STEM eğitimi, fen ve matematik programlarında teknoloji ve mühendislik entegrasyonunu en asgari düzeyde de olsa içermeye, nitelikli matematik ve fen öğretimi de dahil olmak üzere bilimsel sorgulamayı ve mühendislik tasarımını bünyesinde bulundurma, işbirlikli öğrenme yaklaşımlarına ve eğitimcileri ve öğrencileri STEM alan uzmanları ile bir araya getirmeye yer verme, küresel ve çoklu bakış açıları sağlama, proje tabanlı öğretim gibi yaklaşımları öğrenme süreçlerine dahil etme, formal ve informal öğrenme deneyimlerini destekleme ve öğrenmeyi arttırmak için uygun teknolojileri kullanma özelliklerine sahip olmalıdır. STEM eğitimi disiplinlerin entegrasyonu ile yalnızca STEM alan bilgisine odaklanmakla kalmamalı, aynı zamanda sorgulamaya dayalı öğretimi de içermelidir (Wang ve diğerleri, 2011).

2.1.2. STEM Eğitimi ve Bilimsel Sorgulama

Bilim, görünüşte kendiyi çelişen bir tutum karışımı içerir: Bir taraftan, ne kadar acayip ve tuhaf olursa olsun, merak etme eğilimine bakılmaksızın, tüm fikirlere neredeyse tam bir açıklık gerektirir. Yürüdüğümde, benim için zaman yavaşlar ve hareket yönünde küçülürüm. Çok küçük ölçekte, bir molekül iki farklı pozisyonda olabilir. Ama herhangi bir ara pozisyonda olması yasaktır. Bu birincisi özel göreliliğin bir ifadesi, ikincisi de kuantum mekaniğinin bir sonucudur. Hoşunuza gitsin veya gitmesin, Dünya bu şekildedir. Eğer bunun anlamsız olduğunda ısrar ederseniz, bilimin büyük keşiflerine sonsuza dek kapalı kalırsınız. Ama aynı zamanda, bilim güçlü ve inatçı bir şüphecilik gerektirir. Çünkü fikirlerin büyük çoğunluğu basitçe yanlıştır ve doğruyu yanlıştan ayırabilmenin tek yolu titiz deney ve analizdir. Gereğinden fazla açık olursanız her görüşü, fikri ve hipotezi -hiç bir şey bilmemek ile eşdeğer- kabul edersiniz. Gereğinden fazla şüpheli olursanız -özellikle de yeni fikirlerin yeterince test edilmeden önce reddedilmesi- yalnızca sinir bozucu olmakla kalmaz aynı zamanda bilimin gelişimine de kapalı olursunuz. Bu ikisinin akla uygun bir karışımı ihtiyacımız olan şeydir (Sagan, 1995, s.30).

Sagan (1995)'e göre çevremizdeki dünya bizden bağımsızdır ve onu anlayabilmek bize eşsiz güzelliklerin kapılarını aralar. Bu süreçte, bu güzelliği keşfetmenin ve gerçek ve gerçek dışını birbirinden ayırmanın temel yolu makul bir çerçevede şüpheciliğin ve açık fikirli olmanın dengeli bir formudur. Bu dengeli form bilimsel sorgulamanın temelini oluşturur. Bu durum iki farklı soru üzerinden daha net bir şekilde anlaşılabilir: Uzaylılar var mı ve yıldızlar karakterimizi etkiler mi? Bilimsel sorgulamayı temel alarak bu soruya verilebilecek cevaplar sırasıyla şu şekildedir: 5 Eylül 1977 yılında uzaya fırlatılan ve güneş sistemimizden çıkan ilk insan yapımı nesne olan Voyager 1 probunun üzerinde bulunan altın plaklar Dünya'daki yaşam formlarının fotoğrafları gibi pek çok bilgiyi içermektedir. Bu plakların amacı akıllı bir yaşam tarafından bulunması durumunda Dünya ile iletişime geçilebilmesidir. Akıllı yaşama dair ipuçlarının araştırıldığı ikinci bir girişim ise SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) projesidir. Bu proje radyo teleskoplar ile Güneş sistemi dışından gönderilen bir sinyalin varlığını tespit etmeye çalışır (SETI Institute, 2018). İkinci soruya cevap bulmak amacıyla ise McGrew ve Mcfal (1990), astroloji konusunda 6 uzman astroloğun, 23 kişinin yıldız haritalarına göre karakterlerini ön görmelerine dayanan bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda astrologların kişilerin karakter özelliklerini belirleme konusunda geçersiz ve birbirlerinin tahminleri arasında da tutarsız bilgiler ortaya koydukları belirlenmiştir. Bu iki durum bizi tek bir sonuca götürür. Soru ne olursa olsun sorunun yanıtı bilimsel kanıt gerektirir.

Bilimsel sorgulama, belirtilen örneklerde olduğu gibi bilim insanlarının doğal dünyayı nasıl incelediklerine yönelik anlayışlarına ve öğrencilerin bilgi ve bilimsel fikirlerle ilgili kavrayışlarını geliştiren etkinliklere vurgu yapmaktadır (NAE ve NRC, 2009). Bir başka deyişle sorgulama bilim insanlarının nasıl çalıştıklarını ve çocukların bilimi, dolayısıyla doğayı nasıl keşfettiklerini ortaya koymaktadır (NSTA, 2018). Bilimin ve bilim öğrenmenin kalbi sorgulamadır. Bu bağlamda, bilimsel sorgulama kavramının bilim ve bilim öğretimi için iki farklı anlam ifade ettiği anlaşılmaktadır. Bilimsel sorgulama, bilim insanlarının doğal dünyayı araştırdıkları ve araştırmalarından elde edilen kanıtlara dayanan açıklamaları öne sürdükleri yollarla ilgilidir (NAE ve NRC, 2009). Bilim için sorgulama, doğada var olan gerçekleri keşfetmek ve araştırmak için bilim insanlarına rehberlik eder (Chemical Educational Foundation [CEF], 2018). Bu anlamda sorgulama doğayı anlamak için bireyin düşünmesini tetikleyen bir araçtır. Galileo Galilei'nin Jüpiter'in etrafında dolanan uyduları gözlemlendiğinde evrenin

merkezinin Dünya olduğu düşüncesini sorgulaması gibi bilimsel sorgulama yetisine sahip bir bireyde zihnini rahatsız eden sorularla meşgul olur; bu sorulara yönelik kanıtlar arar; elde ettiği kanıtlara yönelik açıklamalar oluşturur; açıklamalarını mevcut bilimsel bilgiler ile ilişkilendirir ve savunur (NRC, 2000a).

Bilim eğitimi için sorgulamanın ne anlam ifade ettiğini anlamak için ise gelişim sürecine odaklanmak gerekmektedir. 18. yüzyılın sonlarında bilim eğitimi alanında genel kabul bilimin bilgi birikimi olduğu ve bunların öğretilmesi gerektiği şeklindedir (Rudolph, 2005). John Dewey'in bilimin bir düşünme yöntemi olduğu ve bu yöntemin alan bilgisi ile eşit derecede önemli olduğu vurgusu bu bakış açısını önemli ölçüde değiştirmiştir (NRC, 2000a). 20. yüzyılın başlarında bir bilim insanı gibi düşünmeyi temel alan uygulamalar daha çok laboratuvarlarda uygulanan birbirini takip eden adımlar ve prosedürler olarak yorumlanmıştır (Barrow, 2006). 1990'lı yıllarda ise bilim eğitiminde bilimsel sorgulama, bir dizi adımdan daha fazlasına ihtiyaç duyan, bir akıl yürütme yaklaşımı olarak anlaşılmış ve "zihin alışkanlığı" olarak vurgulanmıştır (Barrow, 2006; Minstrell, 2000). Sonrasında ise bilimsel sorgulama anlayışı gelişerek hem bilgi hem de beceriyi kapsayacak şekilde değiştirmiştir (NRC, 2000a; NSTA, 2018). Lederman, Lederman ve Antink (2013)'e göre ise sorgulama, bilim eğitimi için modern görüşte beceriler bütünü, öğrenme çıktısı ve bir öğrenme pedagojisi olarak üç farklı şekilde anlamlandırılmaktadır:

- Öğrenciler tarafından öğrenilen ve bilimsel bir araştırmanın gerçekleştirilmesi ile bütünleştirilen bir dizi beceridir (Lederman ve diğerleri, 2013). Harlen (2014) bu becerileri araştırmayı kurgulamak ile ilgili; sorular sorma, tahmin etme ve araştırmayı planlama, veri toplama ile ilgili; gözlemleyerek ve bilgi kaynaklarını kullanarak kanıt toplama, sonuca varma ile ilgili, analiz, yorumlama ve açıklama ve raporlama, yansıtma ve uygulama ile ilgili iletişim kurma, tartışma, yansıtma ve değerlendirme olarak sıralamıştır.
- Sorgulama, öğrencilerin edinmesi beklenen bilişsel bir çıktıdır. Bu noktada öne çıkan sorgulama yapmak ve sorgulama bilmek arasındaki farkın ortaya koyulmasıdır. Örneğin, bir deney tasarımında kontrol grubuna yer vermek sorgulama yapmak ile ilgili, kontrol grubunun bilimsel bir araştırmada neden gerekli olduğunu bilmek ise sorgulama bilmek ile ilgilidir (Lederman ve diğerleri, 2013).

- Öğrencilerin bilim insanlarına benzer bir yolla öğrendiği sorgulamayı temel alan pedagojileri ifade eder (Lederman ve diğerleri, 2013).

Bir pedagoji olarak sorgulamayı temel alan sorgulama temelli bilim eğitimi ise öğrenmenin sosyal yapılandırmacı bakış açısını temsil eder (Harlen, 2015). NRC (1996)'ya göre sorgulama temelli bilim eğitimi öğrencilerin soru sorma, araştırma tasarlama ve gerçekleştirme, araştırma sonuçlarından elde edilen verilerin analizine dayalı sonuçlar çıkarma ve bu sonuçları paylaşma aracılığı ile bilimsel bilgilere yönelik bir anlayış geliştirmelerine olanak tanıyan araştırmacı bir öğretim yaklaşımıdır. Sorgulama temelli bilim eğitimi, öğrencilerin bilim insanlarına benzer şekillerde çalışmasını içerir. Böylece öğrenciler bilimsel faaliyetlerin doğasına dair bir anlayış geliştirirler (Harlen, 2015). Bu bağlamda NRC (2000a) bilgi ve becerilerin sorgulama süreçlerine entegrasyonunu daha iyi sağlamak amacıyla;

- Öğrenciler bilimsel yönelimli sorularla meşgul olurlar,
- Öğrenciler, bilimsel yönelimli soruları ele alan açıklamaları geliştirmelerine ve değerlendirmelerine olanak tanıyan kanıtlara öncelik verirler,
- Öğrenciler bilimsel yönelimli soruları ele almak için kanıtlardan açıklamaları formülize ederler,
- Öğrenciler açıklamalarını, özellikle bilimsel anlayışı yansıtan alternatif açıklamalar ışığında değerlendirirler,
- Öğrenciler önerdikleri açıklamaları paylaşırlar ve savunurlar olmak üzere beş temel esas ortaya koymuştur.

Sorgulama ile öğrenme, öğrencilerin mevcut fikirlerinden yola çıkarak fiziksel (hands-on) ve/veya zihinsel (minds-on) etkinlikler aracılığıyla kanıt toplama, analiz etme ve yorumlama gibi süreçler ile yeni olayları anlamak veya olayları açıklamak için daha güçlü ve bilimsel fikirler geliştirmelerini temel alır (Harlen, 2015). Öğrenciler, basitçe hipotez ve çıkarım gibi kelimeleri öğrenerek ya da bilimsel yöntemin adımları gibi prosedürleri ezberleyerek bilimsel sorgulamayı anlayamazlar. Öğrencilerin bilimsel sorgulamayı anlamlandırabilmeleri için doğrudan sorgulama yapmaları gerekir. Bu süreçte sadece deneyim kendi başına yeterli değildir. Deneyim ve kavrayış bir araya gelmelidir (NRC, 2000a). Sorgulama bazen uygulamalı çalışma veya hands-on etkinlikler ile aynı şey olarak görülür. Ancak bu sorgulamanın çok sınırlı bir düzeyde anlaşılmasıdır. Nitelikli bir sorgulama süreci, bazı değişkenler değiştiğinde neler olduğuna dair kanıt bulmak için materyal ve malzemelerle çalışmayı ve bir durumu test

etmeyi içerir. Doğrudan deneyim, öğrencilerin fikirlerinin ve açıklamalarının işe yarayıp yaramadığını görmelerini sağlar. Ancak, gözlem, ölçme ve veri kaydetme gibi pek çok hands-on etkinliğin bulunduğu, doğal dünyadaki olgu veya olayları anlamlandırmada öğrencilerin ilgisiz kaldığı durumlarda sözde-sorgulama (pseudo-inquiry) gerçekleşir. Bu da sorgulamanın doğasına aykırı bir durumun ortaya çıkmasına neden olur (Harlen, 2015). Bilimsel sorgulama, öğrencileri gerçek bilim insanları gibi düşünme ve davranmaya hazırlar. Öğrencilere içerik ile ilgili kendi sorularını oluşturma fırsatı verildiğinde ise öğrenciler kendi öğrenmelerini şekillendirirler (Kelley ve Knowles, 2016). Bilimsel sorgulama sürecine katılım, öğrencilerin bilime ve fikirlerin bilimsel etkinlikler aracılığı ile nasıl geliştiğine ilişkin düşüncelerini geliştirmelerine olanak tanır. Bu tür bir aktivitenin temel özelliği, öğrencilerin cevabını bilmedikleri bir soruya cevap verme veya anlamadıkları bir şeyi açıklama çabasıdır (Harlen, 2015). Sorgulama, öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim ve yaratıcılık gibi becerileri geliştirirken alan bilgisini öğrenmelerine de yardımcı olur (Sadık, 2018). Bu düşünceyi temel alan mevcut araştırmada, STEM eğitimi ve sorgulama ilişkisini vurgulayan görsel Şekil 2.1’de sunulmuştur.



Şekil 2.1 STEM eğitimi ve sorgulama ilişkisi

Şekil 2.1 genel anlamda değerlendirildiğinde STEM eğitimi için itici güç olan bilimsel sorgulama, tıpkı insanda kalbin tüm vücudu beslemesi gibi STEM’e karşı ilgi, tutum ve beceri gibi nitelikleri besler. Etkili bir STEM eğitiminin en önemli unsurlarından birisi bilimsel sorgulamadır (Kelley ve Knowles, 2016; Kennedy ve Odell, 2014; NSTA, 2018). NSTA (2018), sorgulamayı doğayı ve bizlerin tasarladığı dünyayı tam olarak anlayabilmenin bir yolu olarak tanımlamış ve STEM temelli programlarda bilimsel temelli soru sorma ve araştırma yapma gibi süreçleri içeren bilimsel sorgulamanın yer

alması gerektiğini belirtmiştir. Surr, Loney, Goldston, Rasmussen ve Anderson (2016) bilimsel sorgulamanın son şeklinin NRC (2012)'nin belirttiği STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen;

- Sorular sorma ve problemleri tanımlama,
- Modelleri geliştirme ve kullanma,
- Araştırmayı planlama ve gerçekleştirme,
- Verilerin analizi ve yorumlanması,
- Matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma,
- Açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama,
- Kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma,
- Bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi olmak üzere sekiz fen ve mühendislik uygulamasının içerisinde yer aldığı belirtilmiştir.

Uygulama boyutunda etkin bir STEM eğitimi, öğrencilerin ilgi ve tecrübelerinden faydalanma, mevcut bilgilerini tanımlama, bu ilgi, deneyim ve bilgileri etkinliklere dahil ederek öğrencilere deneyimleme olanağı sağlama, böylelikle ilgilerini sürdürme niteliklerini taşımalıdır. Bu sayede, öğrenciler bilim insanlarının araştırdığı maddesel ve doğal dünyayla ilgili sorularla meşgul olarak deneyim kazanırlar (NRC, 2011). Sorgulamayı temel alan bir öğretim, bilimsel sorgulama becerilerinin kullanımı için öğrencileri cesaretlendirir ve biliminin içeriğinde yer alan merak, yeni fikirlere açık olma ve şüphecilik gibi çok önemli bileşenlere vurgu yapar (NRC, 1996). STEM eğitimi sürecinde özellikle bilimsel sorgulama destekli bir mühendislik tasarımının kullanımı öğrencilerin problem çözme becerilerini destekler. Bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarım becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin 21. yüzyılın iş gücüne nitelikli şekilde hazırlanmasına katkıda bulunur (Bybee, 2013).

2.1.3. Sputnik 1'den STEM Eğitime

STEM eğitiminin doğasını tam olarak anlayabilmek için hangi gereksinimler ile ortaya çıktığını ve nasıl geliştiğini bilmek oldukça önemlidir. Çünkü bu durum, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitiminin STEM eğitimine nasıl dönüştüğü ile ilgilidir. Bu bölümde, STEM eğitiminin 19. yüzyılın ortalarından günümüze kadar Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ülkeleri ve Türkiye bağlamında nasıl geliştiği üzerine odaklanılmıştır.

STEM alanlarının özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrasında önem kazanmaya başladığı söylenebilir. Bu durum, Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere birçok devletin askeri harcamalarını azaltmaları ve toplumun refah düzeyini artırıcı düzenlemelere gitmelerinden kaynaklanmaktadır (Banks ve Barlex, 2014; Raizen, 1991). Avrupa’da ise Amerika Birleşik Devletleri’ne göre göreceli olarak daha yavaş bir yeniden canlanma dönemi yaşanmasına rağmen fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili alanlar desteklenmeye başlanmıştır. Örneğin, Dünya’nın ilk tam kapasite ile çalışan nükleer santrali 1956 yılında İngiltere’de kurulmuştur (Banks ve Barlex, 2014). Bu dönemden sonra ise STEM eğitimi dünyada, özellikle STEM eğitiminin ortaya çıktığı Amerika Birleşik Devletleri’nde, farklı olaylar ile gelişerek günümüzdeki şeklini almıştır. İkinci dünya savaşı sonrası dönemden günümüze kadar Amerika Birleşik Devletlerinde STEM eğitimi alanında gerçekleşen bazı önemli olaylar Tablo 2.3’de sunulmuştur.

Tablo 2.3

İkinci Dünya Savaşı Sonrası Dönemden Günümüze Kadar Amerika Birleşik Devletlerinde STEM Eğitimi Alanında Gerçekleşen Bazı Önemli Olaylar

Dönem	Yıl	Olay
1957-1969*	1957	Sputnik 1’in Sovyetler Birliği tarafından uzaya fırlatılması
	1958	National Defense Education Act, NASA’nın kuruluşu ve JPL’in NASA’ya bağlanması
	1960-1970	PSSC, CHEM ve ESCP gibi projelerde geliştirilen materyallerin okullarda uygulamaya başlanması
	1969	Ay’a iniş
1970-1979**	-	-
	1982	National Science Foundation’ın bütçesinin %70 oranında azaltılması
	1983	A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform
	1985	Project 2061
1980-1989	1987	Science Education for Public Understanding
	1989	Science for All Americans
	1990	National Science Foundation tarafından STEM (başlangıçta SMET) eğitimi kavramının sunulması
	1993	Benchmarks for Science Literacy
	1996	National Science Education Standards
	2000	Before It’s Too Late: A Report to the Nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century report
2000-2018	2001	No Child Left Behind act
	2007	Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future
	2012	Next Generation Science Standards

* Uzay yarışı dönemi

** 1969 yılından sonraki on yılda petrol fiyatlarındaki yükselişin yarattığı enflasyon (özellikle 1973 ve ardından 1979 petrol krizleri) Amerika Birleşik Devletlerinin eğitim bütçesinde çok ciddi kesintilere yol açmıştır (Roeder, 2005).

4 Ekim 1957 tarihinde Sovyetler Birliği tarafından tasarlanan Sputnik 1'in Dünya'nın sınırlarını aşarak uzaya ulaşması uzay yarışının başlangıç noktası olarak kabul edilir (Raizen, 1991). Batı devletleri için şok etkisi yaratan bu olay Sovyetler Birliği'nin bilim ve teknoloji alanında liderliği ele geçirmesi anlamına gelmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde odaklanılan temel soru "Geri kalmış bilim ve teknoloji eğitimi ile ilgili neler yapılmalıdır?" sorusu olmuştur (Banks ve Barlex, 2014). Bu bağlamda ilk somut adımlar 1958 yılında atılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri, fen, matematik ve yabancı dil eğitimini desteklemek amacıyla 887 milyon dolarlık bir bütçe ile *National Defense Education Act* yürürlüğe sokmuştur. (Wissehr, Concannon ve Barrow, 2011). Aynı yıl NASA (National Aeronautics and Space Administration) kurularak JPL (Jet Propulsion Laboratory) bu daireye bağlanmıştır (Rosholt, 1966). 1960'lı yıllara gelindiğinde ise temeli uzay yarışının öncesine dayanan ancak *National Defense Education Act* ile fon sağlanan programlarda üretilen materyaller okullarda kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmalardan ön plana çıkanlar, PSSC (Physical Sciences Study Committee), CHEM (Chemical Education Material Study) ve ESCP (Earth Sciences Curriculum Project) gibi projeler olarak sıralanabilir (Wissehr ve diğerleri, 2011). 20 Temmuz 1969 yılına gelindiğindeyse NASA ve JPL'in ortak ürünü olan Apollo 11 uzay aracı Ay'a iniş görevini başarılı şekilde tamamlamıştır (Rosholt, 1966). STEM alanlarına ve STEM eğitime yapılan yatırımların doruk noktası olarak kabul edilebilecek bu olay o dönem için insanlığın sınırsız evrende ulaşabildiği en uzak noktaya ulaşmasını sağlamıştır (Compton, 1988). Apollo 11'in Ay'a inişi uzay yarışının sona ermesi olarak kabul edilir. Ancak, bu başarı birçok genç bireyin STEM alanlarında kariyer seçmelerine ilham oluşturmuştur (Banks ve Barlex, 2014). 1969 yılından sonraki on yılda petrol fiyatlarındaki yükselişin yarattığı enflasyon 1973 ve 1979 petrol krizlerini oluşturmuş ve bu durum, Amerika Birleşik Devletleri'nin eğitim bütçesinde çok ciddi kesintilere neden olmuştur (Roeder, 2005). 1983 yılında *A Nation at Risk report* yayınlanmıştır. Bu rapor, Amerika Birleşik Devletleri'nde azalan öğrenci performansını vurgulayarak içerik, standartlar ve beklentiler, zaman, öğretim ve liderlik ve mali destek başlıklarında beş önemli alanda önerileri ortaya koymuştur (National Commission on Excellence in Education, 1983). 1985 yılında ise AAAS American (Association for the Advancement of Science-Amerikan Bilimsel Gelişme Birliği) tarafından Amerikalıların fen, matematik ve teknoloji okuryazarlıklarını teşvik etmeyi hedefleyen *Project 2061* başlatılmıştır. Bu projenin ilk çıktıları 1989 yılında *Science for All Americans* kitabıyla yayınlanmıştır (Rutherford ve Ahlgren, 1991). Bilim okuryazarlığını temel alan bu

kitap, bilim ve teknolojinin evrimi ile şekillenen dünyada tüm Amerikan vatandaşları için hangi anlayışların ve düşünme biçimlerinin gerekli olduğunu ortaya koymayı amaçlamıştır (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1989). Aynı projenin bir diğer önemli ürünü ise 1993 yılında yayınlanan *Benchmarks for Science Literacy* olarak ifade edilebilir. Bu rapor ise, bilim okuryazarlığı için bireylerin fen, matematik ve teknoloji alanında neler yapmaları gerektiğini ve genel anlamda yapılabilecekleri ortaya koymayı amaçlamıştır (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993). Bu iki önemli gelişmenin arasında NSF tarafından SMET eğitiminin (sonradan STEM eğitimi) kapsamı oluşturulmaya başlanmıştır (Bybee, 2013). 1996 yılında ise yayınlanan National Science Education Standards birçok eyalette karşılık bulmuş ve ülke çapına yayılmıştır (Aydeniz ve diğerleri, 2015). 2000 yılında ise Amerika Birleşik Devletleri Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan *Before It's Too Late: A Report to the Nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century* raporunda öğrencilerin başarılı olabilmeleri için matematik ve fen alanındaki performanslarının geliştirilmesi gerektiği ve ülkenin ancak bu şekilde küresel ekonomide rekabet gücünü koruyabileceği ifade edilmiştir (Department of Education, 2000). 2001 yılında *No Child Left Behind Act* ile her öğrencinin kaliteli bir eğitim alması ve eğitimde başarının sistematik bir şekilde ölçülmesi hedeflenmiştir (Bush, 2001). 2007 yılına gelindiğinde ise STEM eğitiminin dönüm noktalarından birisi *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future* raporunun yayınlanması ile gerçekleşmiştir. Bu raporda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında eğitimin ne kadar kritik olduğu vurgulanmış ve ülke çapında bu alanlarda kötü gidişe işaret edilmiştir (NAS ve diğerleri, 2007). 2012 yılında ise yayınlanan *Next Generation Science Standards* ile K-12 düzeyinde mühendislik ile ilgili süreçlere vurgu yapılmış ve ilgili standartlar, bilim ve mühendislik uygulamalarını, bütünleştirici kavramları ve temel kavramaları içerecek şekilde organize edilmiştir (NRC, 2012).

Sputnik 1'in uzaya fırlatılması Avrupa ülkelerinde de Amerika Birleşik Devletlerine benzer tepkilere yol açmıştır. Ancak İngiltere dışında bu duruma verilen tepkiler çok yoğun olmamıştır (Harlen ve Lena, 2013). İngiltere'de 1962 yılında SMP (School Mathematic Project) ve 1969 yılında *Nuffield Science Teaching Project* uzay yarışı döneminde gerçekleştirilen çalışmalar Amerika Birleşik Devletleri'ndeki program güncelleme çalışmalarına benzer örneklerdir (Banks ve Barlex, 2014). 1980'li yıllarda

ise fen eğitiminin kötü gidişini ortaya koyan raporlar özellikle İngiltere’de yayınlanmıştır (Harlen ve Lena, 2013). Avrupa için asıl gelişim süreci 1992 yılında Avrupa Birliği’nin kurulmasından sonra başlamıştır. Bu süreçte fen ve matematik eğitimi adına ortaya çıkan en önemli adımlardan birisi 1996 yılında Fransa Eğitim Bakanlığı’nın desteğiyle ve Fransız Nobel fizik ödüllü Georges Charpak’ın aktif görev alması ile gerçekleştirilen sorgulama temelli bilim eğitime dayanan *La main à la pâte* (Eller Hamurda) projesidir (Kanpolat, 2006). İsveç Kraliyet Akademisinin yürüttüğü NTA (Natural Science and Technology for All) projesi başta olmak üzere Avrupa’daki diğer bilim akademileri de benzer çalışmalar ile bu akımı takip etmiştir (Harlen ve Lena, 2013). 1997 yılında ise Avrupa’daki eğitim bakanlıklarını, okulları, öğretmenleri ve ilgili eğitim paydaşlarını destekleme misyonu ile *European Schoolnet* kurulmuştur (Scimeca ve diğerleri, 2009). 2007 yılında *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (Rocard Report) ve 2008 yılında yayınlanan *Science Education in Europe: Critical reflections* raporları fen eğitiminde köklü değişiklikler yapılması gerektiğini vurgulamıştır. İki raporun da önem verdiği ortak noktalar, fen eğitiminin kalitesini yükseltmek ve öğrencilerin özellikle de kızların bilime olan ilgisini arttırmaktır. Rocard raporunun 6. Çerçeve programında desteklenen POLLEN (Seed cities for science, a community approach for a sustainable growth of science education in Europe) ve SINUS (Increasing the efficiency of mathematics and science instruction) projelerine atıfta bulunması ve bu projelerin etkililiklerini ortaya koyması 6. Çerçeve programında (2002-2006) bu tip projelere verilen desteğin artmasına olanak sağlamıştır (Harlen ve Lena, 2013). Yedinci Çerçeve programında (2007-2013) ise Fibonacci ve Pri-Sci-Net gibi birçok proje desteklenmiştir (Disseminating Inquiry-Based Science and Mathematics Education in Europe [Fibonacci], 2013; Networking Primary Science Educators as a means to provide Training and Professional Development in Inquiry Based Learning [Pri-Sci-Net], 2014). Bu gelişmeler ışığında, STEM öğretmenleri, eğitim araştırmacıları, politika belirleyiciler ve diğer STEM eğitimi uzmanları arasında Avrupa çapında bir işbirliği oluşturmak amacıyla 2009 yılında *Scientix* projesi başta olmak üzere birçok önemli proje *European Schoolnet* tarafından gerçekleştirilmiş ve gerçekleştirilmeye devam etmektedir (Hristova, 2015). Horizon 2020 (2014-2020) programında da bu tip projelerin desteklenmesine devam edilmektedir. Son yıllarda Avrupa’da STEM eğitiminin önemi vurgulansa da asıl girişimler sorgulama temelli bilim eğitimi geliştirmek üzerine kuruludur (Kearney, 2016).

Türkiye’de ise STEM alanlarındaki eğitimin iyileştirilmesine yönelik ilk adımlar 1962 yılında gerçekleştirilen VII. Millî Eğitim Şurası ile atılmıştır. Bu şurada alınan kararlar doğrultusunda fenle ilgili radyo eğitim programlarının başlatılması, ilk fen lisesinin Ankara’da kurulması ve Fen Öğretimini Geliştirme Bilimsel Komisyonun kurulması olayları gerçekleşmiştir. Amerika Birleşik Devletleri’ndeki program geliştirme çalışmaları Türkiye’de de başlamış, PSSC ve CHEM gibi programlar eğitim sistemine entegre edilerek özellikle fen liselerinde uygulanmaya başlamıştır (Ünal, Çoştu ve Karataş, 2004). 1963 yılında ise Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) kurulmuştur. Başlangıçta Türkiye Bilim Teknik ve Araştırma Kurumu olarak isimlendirilen kurum, Türkiye’nin rekabet gücünü ve refahını artırmak ve sürekli kılmak için; toplumun her kesimi ve ilgili kurumlarla iş birliği içinde, ulusal öncelikler doğrultusunda bilim ve teknoloji politikaları geliştirmek, bunları gerçekleştirecek alt yapının ve araçların oluşturulmasına katkı sağlamak, araştırma ve geliştirme faaliyetlerini özendirmek, desteklemek, koordine etmek, yürütmek; bilim ve teknoloji kültürünün geliştirilmesinde öncülük yapmayı amaçlamaktadır (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK], 2012). 1967 yılında ise Millî Eğitim Bakanlığı ve TÜBİTAK işbirliği ve Ford vakfının desteği ile BAYG-E-7 projesi ve sonraki yıllarda BAYG-E-14, BAYG-E-24 ve BAYG-E-33 projeleri ile fen programlarının geliştirilmesi ve ulusal düzeyde yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. 1993’te Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) kurularak tüm bilim alanlarındaki araştırmaları, bilimci kişiliğini ve araştırmacılığı özendirmek ve bu alanlarda emeği geçenleri onurlandırmak; gençleri bilim ve araştırma alanına yönlendirmek; Türkiye’deki bilimcilerin ve araştırmacıların toplumsal statülerinin yükseltilmesi ve korunmasına çalışmak; bilim ve araştırma standartlarının uluslararası düzeye çıkarılmasına yardım etmek misyonlarını üstlenmiştir (Türkiye Bilimler Akademisi [TÜBA], 2018). 2013 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programında Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) öğrenme alanı ile fen ve teknoloji vurgusu ortaya çıkmıştır (Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2013). Bu yıllarda STEM eğitimi FeTeMM eğitimi olarak tanıtılmış ve alan eğitimcilerin dikkatini çekmiştir. 2016 yılında yayınlanan *STEM eğitimi raporu* ile STEM eğitimi Türk eğitim sisteminde resmi olarak kabul görmüştür (MEB, 2016a). 2017 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programında fen ve mühendislik uygulamaları başlığı ile mühendislik disiplinine yer verilmiştir. Bu başlık altında vurgulanan kazanımlar ise şu şekildedir:

- 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 (Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2017).

Ancak bu kazanımların fen bilimleri öğretim programına dahil edilmesi programın STEM eğitimine uygun olarak hazırlandığı şeklinde yorumlanmamalıdır. Bu durumu fen programına mühendislik ile ilgili konuların dahil edildiği şeklinde değerlendirmek daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Türkiye'nin *European Schoolnet* platformuna dahil olması ile günümüzde ülke çapında *Scientix projesi* kapsamında öğretmenlerin STEM eğitimi farkındalığı ve bilgilerinin artırılması için çalıştay ve konferanslar düzenlenmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Ayrıca, TÜBİTAK Bilim ve Toplum Destek programı kapsamında bilim kampları, öğretmen eğitimleri, bilim şenlikleri ve bilim fuarları ile STEM eğitiminin yaygınlaştırılmasına büyük oranda destek vermektedir. Örneğin, TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları 2018/2 Çağrı dönemi kapsamında desteklenmesine karar verilen 85 projeden 5 adedi STEM terimine, 17 adedi ise STEM disiplinlerinin entegrasyonuna proje başlıklarında yer vermiştir (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK], 2018).

STEM eğitiminin tarihsel gelişimi Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Devletleri ve Türkiye açısından genel olarak incelendiğinde şu değerlendirmeler yapılabilir:

- Amerika Birleşik Devletleri'nde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi Sputnik krizi ile özellikle matematik ve fen eğitiminin desteklenmesi olarak kabul görmüş ve bir politika olarak ortaya çıkmıştır. Süreç içerisinde bilim okuryazarlığı, bilimin toplumda yaygınlaştırılması ve bilimsel sorgulamayı temeline alan girişimler ile şekillenmiş ve STEM eğitimi olarak günümüze ulaşmıştır.
- Avrupa ülkeleri için Sputnik krizine İngiltere dışında ciddi tepkiler oluşmamış ancak, 1990'lı yıllarda ortaya çıkan toplumun bilime karşı ilgisizliği sorunu sorgulama temelli bilim eğitimi ile karşılık görmüştür. Avrupa Birliği ülkelerinde STEM eğitimi son yıllarda önem kazanmasına karşın asıl odak noktası sorgulama temelli bilim eğitiminin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasıdır.

- Türkiye içinse fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi süreçleri genel anlamda Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleştirilen reformlarla ilişkilidir. 1960'lı yıllarda öğretim programı güncelleme çabaları bunun en net örneklerindedir. STEM eğitimi, fen öğretim programlarında sırası ile 2013 yılında teknoloji ve 2017 yılında mühendislik boyutlarının eklenmesi ile kendisine yer bulmuştur (TTKB, 2013, 2017). 2016 yılında yayınlanan *STEM Eğitimi raporu* ile STEM eğitimi Milli Eğitim Bakanlığı düzeyinde önem kazanmıştır (MEB, 2016a). Türkiye için bu örnekler STEM eğitime geçiş sürecinin temellerini oluşturmaktadır.

2.1.4. STEM Eğitiminde Özel Yeteneklilerin ve Öğretmen Yetiştiriminin Yeri

STEM eğitiminin inovasyona dayalı ekonomilerde nitelikli iş gücünü oluşturma ve bu süreci sürdürülebilir olarak yürütme temel hedefleri birçok ülke tarafından paylaşılmaktadır (Bybee, 2013). STEM alanlarında inovasyon becerisine sahip iş gücünün öncülerinin özel yetenekli bireyler olduğu kabul görmektedir (Jolly, 2009). STEM eğitiminin etkili şekilde sürdürülebilmesi ise nitelikli öğretmenlerle ilişkilidir (Bybee, 2013). Bu bağlamda, STEM eğitiminde özel yeteneklilerin ve öğretmen yetiştiriminin yeri konuları sırası ile sunulmuştur.

2.1.4.1. STEM eğitiminde özel yeteneklilerin yeri

Özel yetenekli bireylerin tanımlanması genel olarak kabul edilmiş kriterlere bağlı değildir (Robinson ve Clinkbead, 2008). Bu nedenle özel yetenekliliği ifade etmek için üstün yetenekli, üstün zekalı ve özel yeteneğe sahip gibi kavramlar kullanılabilir (Maltby, 1984). United States Department of Education [USDE] (1993) özel yetenekli bireyleri, entelektüel, yaratıcı veya sanatsal alanlarda yüksek performans sergileyen sıra dışı bir liderlik kapasitesine sahip olan ve belirli bir akademik alanda üstünlük gösteren çocuklar ve gençler olarak tanımlamaktadır. National Association for Gifted Children [NAGC] (2010) ise matematik, müzik ve spor gibi alan veya alanlarda olağanın üstünde yetenek gösteren bireyleri özel yetenekli olarak tanımlamaktadır. Renzulli (1978) ise özel yetenekli bireyi tanımlamak için ortalamanın üzerinde genel ve özel yetenek, motivasyon ve yaratıcılık alanlarından oluşan daha bütüncül bir yapı önermiştir. Renzulli (1978)'e göre bu alanların içerikleri şu şekildedir:

- Ortalamanın üzerinde genel ve özel yetenek: Genel yetenek, sayısal ve sözel akıl yürütme, uzamsal ilişkiler ve hafıza gibi özellikleri ve özel yetenek fen, sanat ve spor gibi alanlarda yeteneği ifade eder.
- Motivasyon: Kararlılık, çalışkanlık, özveri ve kendine güven gibi özellikleri içerir.
- Yaratıcılık: Sıra dışı düşünme ve bu düşünme biçimini problemlerin çözümünde kullanabilmeyi belirtir.

Bu üç alanın birleşimi ile özel yetenekli birey tanımlanabilir (Renzulli, 1978). Türkiye’de ise özel yetenekli bireylerin eğitiminden sorumlu kurumlardan birisi olan Bilim ve Sanat Merkezlerinin (BİLSEM) yönetmeliğinde üstün yetenekliliği tanımlamak için özel yetenekli birey kavramı kullanılmış ve “Yaşlıtlarına göre daha hızlı öğrenen; yaratıcılık, sanat, liderliğe ilişkin kapasitede önde olan, özel akademik yeteneğe sahip, soyut fikirleri anlayabilen, ilgi alanlarında bağımsız hareket etmeyi seven ve yüksek düzeyde performans gösteren bireydir” ifadesine yer verilmiştir (MEB, 2016b, s.2). Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere özel yeteneklilik kavramı yaratıcılık, liderlik özelliği gösterme ve özel alanlarda olağanın üstünde performans sergileme gibi özellikler ile ilişkilendirilmektedir. Özel yetenekli bireyler, genellikle akranlarına göre zihinsel beceriler ve öğrenme potansiyelleri açısından farklılık gösterirler. Problem çözme ve analiz-sentez gibi konularda üst seviyelerde düşünürler. Hızlı öğrenir, yaşlıtlarının ötesinde merak duygusu ile derinlemesine araştırmayı severler (Metin, 1999; Saranlı ve Metin, 2012). Bu bağlamda özel yetenekli bireyler, STEM eğitiminin hedefleri arasında yer alan nitelikli iş gücünü oluşturarak küresel ekonomik rekabette avantaj elde etmek adına çok büyük bir potansiyele sahiptir (Jolly, 2009). TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı tarafından 2011-2016 Bilim ve Teknoloji İnsan Kaynağı Stratejisi ve Eylem Planında belirtildiği üzere bilim ve teknoloji insan kaynağı, dünya çapında dinamik bilgi toplumun temel unsurlarındandır. Türkiye için araştırma ve geliştirme alanında çalışan insan gücü, Türkiye nüfusu ve gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında 4-5 kat daha azdır. Gençlerin araştırma ve geliştirme alanlarına erken yaşlarda yönlendirilmesi Türkiye’ye sürdürülebilir kalkınma bağlamında çok önemli katkılar sağlayacaktır (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK], 2010). Ekonomik rekabetin en önemli değişkenlerinden birisi inovasyondur. İnovasyon, hızlı bilimsel gelişmeler ve teknolojik keşiflerin yanı sıra rekabet ortamının da oluşması ile yeni bir ürün veya sistemin ortaya çıkmasıdır. Bu süreçte kullanılan en önemli beceriler yaratıcılık ve analitik düşünme

yeteneğidir (Haik ve Shahin, 2011). Bu nitelikler, özel yetenekli bireylerin özellikleri arasında yer almaktadır. Bunun yanında, STEM eğitiminin sürdürülebilir ekonomik kalkınma için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında öncü bireyler yetiştirme hedefi, özel yetenekli bireylerin özellikleri arasında yer alan problem çözme becerisi ve liderlik gibi özelliklerle de oldukça uyumludur (Ananiadou ve Claro, 2009). Ancak özel yetenekli bireylerin belirtilen bu tür yeteneklere sahip olması her zaman için bir avantaj olmayabilir. Akranlarından farklı olmaları sosyal deneyimlerinin ve duygularının da farklı olması anlamına gelebilir (Saranlı ve Metin, 2012). Özel yeteneklilerin farklı alanlarda yaşatlarından daha başarılı olmaları akran ve arkadaş gruplarından veya sosyal ortamlardan soyutlanmalarına sebep olabilir (Helt, 2008). Buna ek olarak, özel yetenekli bireylerde genel olarak görülen mükemmeliyetçilik, bireyin davranışlarının merkezine yansırsa kontrol edilmesi zor sorunlara yol açabilmektedir (Klein, 2006; Strip ve Hirsch, 2000). Mükemmeliyetçiliğin aile veya öğretmenler tarafından sıklıkla takdir edilmesi ve pekiştirilmesi, özel yetenekli bireyi bu tip işler ortaya koymak için yoğun çaba göstermeye itebilmekte ve birey üzerinde yoğun bir baskı oluşturabilmektedir (Saranlı ve Metin, 2012). Bu bağlamda, Amerikan Ulusal Üstün Yetenekli Birliği, özel yetenekli çocukların sosyal ve duygusal ihtiyaçlarındaki farklılığı göz önünde bulundurarak öğrenme süreçlerinde yer alması gereken nitelikleri şu şekilde sıralamıştır:

- Benzer ilgi ve yeteneklere sahip bireylerin aynı ortamda bulunması,
- Birey için özel çalışma fırsatı sağlanması,
- Bireyin içinde bulunduğu normal sınıf koşullarında uygun seviyede zorlanması,
- Bireyin esnek bir öğretim programı ile çalışabilmesi (Neihart, 2006).

Bu durum, özel yetenekli bireylerin eğitiminde farklılaştırma kavramını ortaya çıkarmaktadır. Farklılaştırılmış eğitim, bireyin öğrenmeye ilişkin özelliklerinin göz önünde bulundurularak, öğrenme sürecinde desteklenmesi anlamına gelmektedir (Sternberg, 2003). Farklılaştırılmış eğitim, özel yetenekli öğrencilerin nitelikleri göz önünde bulundurularak öğretim programının içerik, süreç ve çıktı bileşenlerinin birisinde veya birkaçında değişiklik gerçekleştirilmesine dayanır (Akkaş ve Tortop, 2015; Clark, 2002). Özel yetenekli öğrencilerin öğrenme, problem çözme ve düşünme becerileri gibi niteliklerine uygun şekilde öğretim programının yeniden düzenlenmesi farklılaştırılmış eğitim kapsamındadır. Farklılaştırılmış eğitim temelde hızlandırma ve zenginleştirme stratejilerine dayalı olarak gerçekleştirilir (Akkaş ve Tortop, 2015).

- Hızlandırma: Özel yetenekli öğrencinin sınıf düzeyi olarak eğitim programında normalden daha hızlı ilerlemesi veya beklenen yaş düzeyinden önce bir eğitim programına katılmasıdır (Schiever ve Maker, 2003). Sınıf yükseltme, okula erken başlama ve üst sınıftan ders alma gibi birçok farklı türde hızlandırma özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde kullanılmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013).
- Zenginleştirme: Özel yetenekli öğrenciye belirli bir konuda akranlarına göre daha zengin ve çeşitli öğrenme deneyimlerinin sağlanmasıdır. Bu değişiklikler öğretim içeriğinde, öğretim sürecinde veya öğrenme çıktısındaki değişimler ile gerçekleştirilebilir (Schiever ve Maker, 2003).

Özellikle Amerika Birleşik Devletlerinde STEM alanlarında özel yeteneğe sahip bireylerin belirlenmesi ve onlara özgü hızlandırma ve zenginleştirme stratejilerine dayalı STEM eğitimi fırsatlarının sunulması ulusal hedefler arasında yer almaktadır (NAS ve diğerleri, 2007; Subotnik, Edminston ve Rayhack, 2007). Bu bağlamda özel yetenekli öğrencilerin STEM eğitimi süreçlerinin desteklenmesi amacıyla özgün programlarının oluşturulması önem kazanmıştır (The National Research Center on the Gifted and Talented [NRC/GT], 2013). STEM eğitimine yönelik özel okullar, tam zamanlı ayrı sınıflar, uzaktan eğitim ve yaz okulu gibi programlar özel yeteneklilerin eğitimi için kullanılmaktadır (Olszewski-Kubilius, 2010). Bu programların genel özelliği, STEM eğitimini temel alan zenginleştirilerek farklılaştırılmış öğrenme deneyimlerinin, özel yetenekli öğrencilerin ihtiyaçları çerçevesinde şekillendirilmesidir (Ülger ve Çepni, 2018). MacFarlane (2016) ise STEM eğitimi çerçevesinde bu tip bir programın şu nitelikleri içermesi gerektiğini vurgulamıştır:

- Öğrencilerin STEM becerilerinin gelişmesi için net hedefler belirlenmelidir.
- Beceri gelişimi için, benzer özellikler gösteren öğrenciler gruplanmalı ve hızlandırılmış programlar ile desteklenmelidir.
- Öğrenciler gerçek araştırmalar yürütmeleri için desteklenmelidir.
- Akademik yarışmalar program içerisinde yer almalıdır.
- Öğrenciler için öğrenme sınırları ortadan kaldırılmalı ve özgür öğrenme süreçleri desteklenmelidir.
- Öğretmenler, üst düzeyde mesleki gelişim ile desteklenmelidir.

Roberts (2011) ise özel yeteneklilere yönelik STEM eğitiminin öğrenme deneyimleri ile

- Matematik, fen ve teknoloji alanında güçlü alan bilgisi oluşturma,

- Sanat ve sosyal bilimlerdeki alan bilgisi dahil olmak üzere içeriği entegre bir yaklaşım ile ele alma,
- Araştırma ve araştırmacı düşünme konularını ele alma ve problemlere yönelik bakış açılarında yaratıcılığı destekleme,
- Problemleri çözerken ve/veya araştırma yürütürken birlikte çalışma becerisini destekleme,
- Hayal kırıklığına rağmen kararlı olma ve başarısızlıktan öğrenebilme niteliklerini destekleme özelliklerine sahip olması gerektiğini belirtmektedir.

Bu tip programların, özel yetenekli öğrencileri benzer ilgi ve yeteneğe sahip akranları ile bir araya getiren, esnek program yapısı ile bireysel farklılıkları göz önünde bulunduran, farklı disiplinleri bütünleştirici bir yapı ile ele alan, bireylerin merak duygularını destekleyen ve sürdüren, yeterli düzeyde zorlayıcı, liderlik özelliklerini destekleyici nitelikleri içeren bir yapıda olması gerektiği anlaşılmaktadır (Robinson, Shore ve Enersen, 2007).

Türkiye’de ise özel yetenekli bireylerin eğitiminde en önemli rollerden birini Araştırma Geliştirme Eğitim ve Uygulama Merkezleri ile fen liselerinin yanında Bilim ve Sanat Merkezleri üstlenmektedir. Bilim ve Sanat Merkezleri çok aşamalı bir değerlendirme süreci sonrasında öğrenci kabul etmektedir. Bu süreçte, öncelikle öğrenciler öğretmenleri tarafından Bilim ve Sanat Merkezlerinde öğrenim görebilmeleri için aday gösterilirler. Öğretmenler, aday belirleme süreci öncesinde özel yetenekli öğrencilerin nasıl tespit edileceğine dair bir bilgilendirme toplantısına katılırlar. Öğrencilerin yetenek alanlarına göre öğretmenleri tarafından doldurulmuş gözlem formu ile öğrencinin adaylık süreci başlamış olur. Aday gösterilen öğrencilerin hepsi genel tarama sınavına girerek sıralanırlar. Belirli bir baraj puanını geçen öğrenciler, bireysel değerlendirme sürecine tabi tutularak Bilim ve Sanat Merkezlerine kayıt yaptırma hakkı kazanırlar. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri, uyum programı, destek eğitimi programı, bireysel yetenekleri fark ettirme programı, özel yetenekleri geliştirme programı ve proje üretimi/yönetimi programı olmak üzere beş aşamalı eğitim programına tabi tutulurlar (MEB, 2016b; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017). Bilim ve Sanat Merkezleri özel yetenekli bireyleri, üretken, sorun çözen, bilimsel düşünme gücüne, yaratıcı düşünme ve inovasyon becerisine sahip ve ülke kalkınmasına katkıda bulunan, yetenekleri doğrultusunda disiplinler arası düşünme ve belirlenen ihtiyaçları karşılamaya yönelik projeler gerçekleştiren bireyler olarak yetiştirmeyi hedeflemektedir (MEB, 2016b).

Bilim ve Sanat Merkezlerinin bu hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için STEM eğitimi, bilime bütünsel bir bakış açısı oluşturma, problem çözme becerisini geliştirme, inovasyon becerisini destekleme ve mantıksal düşünmeye katkı sağlama gibi birçok öğrenme çıktısını içermesi açısından önemli fırsatlar sunabilecek niteliktedir (Californians Dedicated to Education Foundation, 2014; Capraro ve Slough, 2008; Morrison, 2006). Bu durum, Milli Eğitim Bakanlığının STEM Eğitimi Raporunda yer alan STEM eğitime geçiş için öneri niteliğinde atılması gereken adımlar ve yapılması gereken çalışmalar bölümünde, özel yetenekli öğrencilerin belirlenmesi ve özel yetenekli öğrencilere ileri düzey STEM eğitimi verilmesi için çalışmalar yapılması vurgusu ile desteklenmektedir (MEB, 2016a). Bu ihtiyaçlar temelinde Bilim ve Sanat Merkezlerinin STEM eğitime yönelik program çeşitliğini arttırmak, Bilim ve Sanat Merkezleri'nin hedeflerine ulaşmasında destekleyici bir misyon üstlenecektir (Kanlı ve Özyaprak, 2015).

2.1.4.2. STEM eğitiminde öğretmen yetiştirmenin yeri

Öğretmen kalitesi, öğrenci başarısında ve öğrenmesinde en önemli etmenlerden birisidir (Wayne ve Youngs, 2003). Öğretmen kalitesinin en önemli göstergesi ise öğretmen yeterlikleridir. Öğretim süreçlerinde yeterlik kavramı öğretmen yeterliği ve öz yeterlik bağlamlarında değerlendirilebilir (Kelly, 2015). Öz yeterlik öğretmenin kendisi için beklenen çıktıları ifade ederken (Bandura, 1997), öğretmen yeterliği, öğrenciler için beklenen sonuçlara odaklanır (Tschannen-Moran, Hoy ve Hoy, 1998). European Commission (2013) öğretmen yeterliklerini bilgi ve anlayış, beceriler ve eğilimler (inançlar, tutumlar, değerler ve adanmışlık) olmak üzere üç alanda değerlendirmiştir. Bilgi ve anlayış alanı, alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi, pedagojik bilgi ve öğretim programı bilgisi gibi nitelikleri içermektedir. Beceri alanında ise öğretimi planlama, yönetme ve koordine etme, öğretim materyallerini ve teknolojileri kullanma gibi nitelikler bulunmaktadır. Eğilimler alanı ise aktarılabilir yetenekler, değişim ve esneklik işbirliğine açık olma duygusu gibi nitelikleri kapsamaktadır (European Commission, 2013). Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2016c) ise tüm öğretmenlik alanları için meslek bilgi, meslek beceri ve tutum ve değerler olmak üzere üç yeterlik alanı belirlemiştir. Etkili bir eğitim ve öğretim süreci açısından değerlendirildiğinde meslek bilgi alanı, sorgulama bakış açısı ile alanında ileri düzey teorik, metodolojik alan ve olgusal bilgiye sahip olma ve alanda öğretim programı ve pedagojik alan bilgisine sahip olma alt

alanlarını kapsamaktadır. Mesleki beceri alanında ise eğitim öğretim süreçlerini etkin şekilde planlama, öğrenmenin gerçekleştirilebileceği uygun öğrenme ortamlarını hazırlama, öğrenme ve öğretme süreçlerini etkili şekilde yürütebilme ve öğrenmeyi değerlendirme süreçlerini etkili şekilde gerçekleştirebilme alt alanlarını içermektedir. Tutum ve değerler alt alanı öğrenciyi destekleyici tutum sergileme, öğretim süreci paydaşları ile iletişim ve işbirliği gerçekleştirme, kişisel ve mesleki gelişim için istekli olma alt alanlarından oluşmaktadır (MEB, 2016c). Belirtilen öğretmen yeterlikleri öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi ve uluslararası ölçekte rekabet gücünün desteklenmesi ortak hedeflerine hizmet etmektedir (European Commission, 2013; MEB, 2016c). Bu ortak hedefler, STEM eğitiminin 21. yüzyıl becerileri temelinde ekonomik sürdürülebilirliği sağlama amacı ile aynıdır (Joyce ve Dzoga, 2011; Marginson, Tytler, Freeman ve Roberts, 2013). Bu durumu, Bybee (2013) STEM eğitiminin öncülerinin STEM eğitimcileri ve öğretmenleri olduğunu, STEM girişiminin gerçek etkisini oluşturmasında öğretmen eğitiminin yer aldığını vurgulayarak ifade etmiştir. Bu anlamda, STEM eğitimi alanında öğretmenlerin mesleki gelişimi, öğrencilerin STEM eğitimi ihtiyaçlarını etkili bir şekilde karşılamaya hazır olmaları için kritik öneme sahiptir (Nadelson ve diğerleri, 2013). Amerika Birleşik Devletleri'nde 2007 yılında yayınlanan *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future* raporu ülkenin STEM iş gücünün desteklenebilmesi için STEM alanı öğretmenlerinin sayılarının artırılması ve mesleki gelişimlerinin desteklenmesi gerektiğini önemle vurgulamıştır (NAS ve diğerleri, 2007). Benzer bir duruma Türkiye'de Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan *STEM eğitimi raporu* içerisinde de yer verilmiş ve STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesine yönelik adımların atılması gerektiği belirtilmiştir (MEB, 2016a). Ulusal Bilim Kurulu (National Science Board-NSB) ise kalite vurgusu yaparak STEM eğitiminin son derece nitelikli ve etkili öğretmenler tarafından verilmesi gerektiğini ifade etmiştir (National Science Board [NSB], 2008). Bu bağlamda ortaya çıkan iki durum STEM eğitimi verecek öğretmenlerin nitelikleri ve bu öğretmenlerin nasıl yetiştirileceğidir.

STEM eğitiminin öğrenciler için olumlu sonuçlar yaratacak şekilde yapıp yapılamayacağını belirlemede, sınıflarda ve okul içi ve okul dışı ortamlarda çalışan öğretmenlerin yeterliği önemli bir faktördür (Honey ve diğerleri, 2014). Öğretmen yeterliği bağlamında öne çıkan iki temel değişken öğretmenin STEM alan bilgisi ve STEM öğretimine hazır oluşudur (Nadelson ve diğerleri, 2013). Öğretmenlerin özellikle fen ve matematik alanında derin alan bilgisine sahip olmaları,

böylelikle öğrencilerin STEM eğitimi uygulamalarının derinleştirilmesi önem taşımaktadır (Californians Dedicated to Education Foundation, 2014). Bell, Morrison-Love, Wooff ve McLain (2017) öğretmenlerin STEM alan bilgisinin ve STEM uygulamalarının direkt olarak STEM eğitiminin etkililiğiyle bağlantılı olduğunu ve öğretmenlerdeki eksikliğin öğrencilerde de eksikliğe neden olacağını belirtmektedir. Schoon ve Boone (1998) ise STEM alan bilgisi ve STEM eğitimi bilgisi düzeyi beklenenin altında olan bir öğretmenin öğrencilerinde en temel STEM kavramları için bile kavram yanılgısı oluşturabileceğini vurgulamıştır. Öğretmenlerin STEM eğitiminde özellikle alan bilgi anlamında kendilerine güven duymaları bir başka önemli değişkendir (Nadelson ve diğerleri, 2013). Öğretmenin alan bilgisi ile doğrudan ilişkili olan güven duygusunun düşük seviyede olması öğrencilerin öğrenmeleri üzerine olumsuz etkiye sahiptir (Harlen ve Holroyd, 1997). STEM disiplinlerinin üst düzey entegrasyonu için öğretmenlerin çoklu alan bilgisine ve entegrasyonun nasıl yapılacağına dair bilgi ve becerilere sahip olmaları gerekmektedir. Bu durumda en etkili araç öğretmenlerin bu tip uygulamalara yönelik deneyimleridir (Kelley ve Knowles, 2016). STEM alan eğitimi bilgisi bağlamında karşılaşılan en temel sorun öğretmenlerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini nasıl entegre edileceğine dair net bir fikirlerinin olmayışıdır (Brown ve diğerleri, 2011). Özellikle fen eğitiminde yapılan araştırmalar, bilimsel kavramların derinlemesine anlaşılmasına ve geleneksel anlayış yerine araştırma odaklı öğretim süreçlerine dayanan sorgulamaya dayalı, probleme dayalı ve projeye dayalı öğretim yaklaşımlarının, öğrencilerin gerçek dünyada bilimi ve bilimsel düşünmeyi uygulayabilmeleri için motivasyonlarını arttırdığını ve yeteneklerini çok etkili şekilde geliştirdiğini ortaya koymuştur (Robinson ve diğerleri, 2007). Bu bağlamda, STEM eğitimi verecek öğretmenlerin bu tür yaklaşımlara dayalı olarak sınıflarında gerçek STEM eğitimi etkinliklerini uygulamaları ve öğrencilerin STEM kazanımlarına erişmelerini sağlayacak alan eğitimi bilgisine sahip olmaları kritik önem taşımaktadır (Kara, 2018). STEM alanlarına yönelik olumsuz tutumları olan öğretmenler ise, STEM uygulamaları içeren etkinliklerinden kaçınma eğilimindedirler (Appleton, 2003). Özellikle, mühendisliğe yönelik olumsuz tutuma sahip öğretmenler STEM uygulamalarında mühendisliğe yer verme konusuna uzaktırlar (Nadelson ve diğerleri, 2013). STEM alanlarına yönelik olumsuz tutuma sahip ve entegre STEM eğitimi uygulamaları gerçekleştiren öğretmenler ise öğretim etkinliklerinde oldukça düşük seviyede başarı göstermektedirler (Henderson ve Dancy, 2007; Stains ve Vickrey, 2017). Bu bağlamda nitelikli bir STEM öğretmeni, STEM alan bilgisi ve alan eğitimi

bilgisine sahip, STEM eğitimini uygulayabilme konusunda kendine güvenen ve STEM alanlarına yönelik olumlu tutuma sahip öğretmen olarak tanımlanabilir (Nadelson ve diğerleri, 2013).

Nitelikli STEM öğretmenlerini yetiştirebilmek için girişimler hizmet içi ve hizmet öncesi öğretmen yetiştirme konularına odaklanmaktadır. Bu bağlamda, STEM eğitiminin amaçları çerçevesinde öğretmenleri ve öğretmen adaylarını, öğretim hedeflerini, öğretim süreçlerini ve öğretim çıktılarını değerlendirebilecek şekilde bilgi, beceri ve tutuma sahip olarak yetiştirmek temel esastır (Beeth ve McNeal, 1999; Çorlu ve diğerleri, 2014; Furner ve Kumar, 2007; Frykholm ve Glasson, 2005). International Technology Education Association (ITEA)'ın öğretmenlerin STEM eğitiminde kendilerine daha fazla güven duymalarını hedeflediği programın içeriği;

- Entegre STEM eğitiminin rolü ve amacı,
- Öğretim programı düzenlemek için STEM'in nasıl kullanılacağı,
- Alan bilgisinin disiplinler arası bir öğretim yaklaşımıyla nasıl geliştirilebileceği,
- Proje veya problem temelli öğrenme sürecinde buluşa dayalı yaklaşımın bir araç olarak nasıl kullanılacağı,
- Entegre STEM derslerinin nasıl geliştirilip uygulanacağı,
- Hikayeleştirilmenin STEM öğretimi için nasıl kullanılacağı,
- STEM öğretim programı ile sağlanan öğrenme deneyimlerinin öğrenme kazanımları ile nasıl bütünleştirileceği şeklindedir (Havice, Havice, Waugaman ve Walker, 2018).

Pinnell ve diğerleri (2013) ise öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının eğitimi için eğitim fakültesi, mühendislik fakültesi ve STEM merkezi işbirliği ile gerçekleştirilen *STEM eğitimi kalite çerçevesi* programının amaçlarını;

- Çerçeve program kapsamında grupların gerçekleştirdikleri tasarım ve inovasyon etkinliklerini sınıf içi uygulamalara aktarma,
- Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının modern mühendislik araçları ve teknolojileri ile etkileşimini sağlayarak STEM alanlarına yönelik ilgilerini destekleme,
- Mühendislik alanının paydaşları ile işbirliği sağlama olanaklarını teşvik etme,
- Öğretmen ve öğretmen adaylarının mühendisliğin sosyal yaşam ile ilişkisini anlamalarını sağlama,
- Öğretmenlerin bir kariyer olarak mühendisliği daha iyi anlamalarını sağlama,

- Sorgulamaya dayalı öğretim başta olmak üzere diğer yenilikçi pedagojileri ve yeni mühendislik bilgilerini geliştirme ve bunları sınıflara aktarma,
- Grup üyeleri arasında bilgi, fikir ve kavram alışverişini kolaylaştırma,
- STEM öğretmenleri için lider STEM öğretmeni olma fırsatlarını geliştirme,
- STEM öğretmenleri ve program paydaşları arasında uzun vadeli işbirliğini teşvik etme şeklinde belirtmişlerdir.

Havice ve diğerleri (2018)'in ve Pinnell ve diğerleri (2013)'ün öğretmen eğitiminde vurguladığı ortak noktalar, STEM disiplinlerinin entegrasyonun nasıl gerçekleştirileceğine yönelik bilgi ve becerilerin geliştirilmesi, sorgulamaya dayalı öğretim ve proje tabanlı öğretim gibi pedagojilerin desteklenmesi öğrenme deneyimlerinin artırılmasıdır.

Özetle STEM eğitiminin sürdürülebilir şekilde okullarda uygulanabilmesinde en önemli görev öğretmenlere düşmektedir. Öğretmenlerin bu görevi etkin şekilde gerçekleştirebilmeleri edindikleri bilgi ve beceriler ve geliştirdikleri tutum ile ilgilidir (Nadelson ve diğerleri, 2013; Schoon ve Boone, 1998). Öğretmenlerin bilgi boyutunda alan bilgisi ve alan eğitimi bilgisinin yanı sıra STEM disiplinlerinin nasıl entegre edilebileceğine yönelik entegrasyon bilgisine de sahip olmaları gerekmektedir (Brown ve diğerleri, 2011; Honey ve diğerleri, 2014; Kelley ve Knowles, 2016; NRC, 2011). Beceri boyutunda ise STEM eğitimi etkinliklerini etkili şekilde uygulayabilmek için öğretim sürecini planlama, öğrenme ortamlarını oluşturma, öğrenme sürecini yönetme ve şekillendirme ve ölçme ve değerlendirme becerileri bulunmalıdır (Çorlu ve Çallı, 2017; Harlen, 2015; Kara, 2018; MEB, 2016c). Tutum boyutunda ise STEM alanlarına yönelik olumlu tutuma sahip olarak öğrencilerin STEM disiplinlerine ilişkin ilgi ve tutumlarını destekleyebilmelidirler (Nadelson ve diğerleri, 2013). Ancak STEM eğitimi alanında yetkin bir öğretmen yetiştirmek için hizmet öncesi eğitim gibi uzun süreli ve kapsamlı bir öğretim süreci gerekmektedir (Frykholm ve Glasson, 2005; Furner ve Kumar, 2007). Harlen (2015), öğretmenlerin hizmet öncesi eğitimde nitelikli eğitim alabilmeleri için bilimsel etkinlikleri deneyimlemeye ihtiyaç duyan bireyler olarak kabul edilmesi gerektiğini vurgulamış, etkinliklerin ise hem bilimsel olgu ve olaylara odaklanması hem de bilimin nasıl işlediğini anlamaya yönelik gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Honey ve diğerleri (2014) ise STEM eğitimi uygulamalarında özellikle fen bilimleri öğretmenlerinin fen ve mühendislik disiplinlerini entegre ederek öğretim süreçlerini planlaması gerektirdiği vurgulanmıştır. Geleceğin nitelikli STEM iş

gücünün ve STEM okuryazarı bireylerin yetiştirilmesinde fen bilimleri öğretmenlerinin, STEM eğitimini doğasına uygun olarak deneyimleyip, etkili şekilde uygulayabilme becerisi ile lisans öğrenimlerini tamamlamaları beklenmektedir. Bu bağlamda nitelikli STEM öğretmenlerinin yetiştirilebilmesinde anahtar rol, hizmet öncesi dönemde uygulamayı ve deneyim kazandırmayı temel alan etkinliklerdir (Kara, 2018).

2.1.5. STEM Eğitimi ve Astronomi

Astronomi, Dünya atmosferinin sınırlarının ötesinde yer alan her şeyin incelenmesini konu alan bir bilim dalıdır (Mitton, 2008). Astronomi terimi ise, eski Yunancada astron (ἄστρον) ve nomos (νόμος) sözcüklerinden türetilmiştir ve yıldız yasası anlamına gelmektedir (Shu, 1982). Astronominin kökenleri insanoğlunun doğa olaylarını anlama ve kontrol etme isteğine dayanmaktadır. Çünkü tarih öncesi dönem insanı için hava ve gök olaylarının tahmin edilmesi, tarım ve ticaret gibi ihtiyaçlar temelinde yaşamın devamı için bir zorunluluktur (Kırbıyık, 2001). Bu bağlamda, astronominin temel kullanım alanı zamanın ölçülmesi olmuştur. Gök cisimlerinin gök küre üzerindeki hareketleri, konumları ve şekilleri belirli döngülere dayanır. Örneğin gökyüzü kuzey yarımküreden birkaç ay boyunca gözlemlenecek olursa, gökyüzünün doğusundan yeni takımyıldızların yükseldiği gözlemlenebilir. Temmuz ayının ilk günlerinde, gökyüzünün güney yarısında akrep takımyıldızı görünür hale gelir. Aralık ayı içindeyse akrep takımyıldızı gökyüzünden kaybolur ve parlak yıldızları içeren avcı takımyıldızı görülür. Takımyıldızlarının gök küre üzerindeki bu hareketleri yıl kavramının oluşmasına referans teşkil etmiştir. Benzer şekilde ay kavramının oluşumu Ay'ın evrelerinin değişimine dayanır (Arny, 1998). 17. ve 18. yüzyıllarda ise astronominin temel uğraşı, denizciliğin hızla gelişmesi sebebiyle konum belirleme için pratik çözümler üretmeye yönelmiştir. Çünkü ticaretin gelişmesini ve yeni bölgelerin keşfedilmesini amaçlayan deniz yolculukları, açık denizlere kadar uzanmış ve denizciler için hangi yöne gittiklerini belirlemek en büyük sorun haline gelmiştir. Bu sorunu çözme çabası Copernicus, Tycho Brahe, Kepler, Galilei ve Newton gibi bilim insanlarının gezegen hareketlerine yönelik ilke, teori ve yasaları ortaya koymalarına olanak sağlamış ve böylelikle astronomi, bilimin kırılma noktalarından birisinin oluşumuna neden olmuştur (Karttunen, Kröger, Oja, Poutanen ve Donner, 2017). Bu dönemlere kadar astronomi ile ilgili yapılan gözlemlerin odak noktası gök küre üzerinde gözlemlenebilen yıldızlar ile sınırlıdır ve bu yıldızlar yalnızca Samanyolu galaksisinde bulunan yıldızlardır. Bu

sınırın ötesindeki ilk önemli gözlemler, 1922-1923 yıllarında Edwin Hubble tarafından yapılmıştır. Hubble'ın bu gözlemleri, bilim ve evren kavrayışımızı köklü olarak değiştirmiştir (Siegel, 2015).

Neredeyse insanlığın başlangıcı kadar eski zamanlara dayanan astronomi araştırmalarını farklı bir bakış açısı ile de değerlendirmek gerekir. Astronomi araştırmaları, insanın evrene bakış açısını, Dünya ve insan merkezli bir anlayıştan Güneş merkezli anlayışa, Güneş merkezli anlayıştan da evrenin bir merkezi olmadığı anlayışına götürmüştür. Evrenin merkezinin olmadığı anlayışı, insan ve Dünya'nın evrende ne kadar küçük ve sıradan bir rol oynadığını ortaya koymuştur (Karttunen ve diğerleri, 2017).

Astronomi, tarihsel süreç içerisinde insan yaşamını kolaylaştırma, insan ihtiyaçlarını karşılama ve evren anlayışımızı değiştirme gibi birçok önemli rol üstlenmiştir. Ancak bunun dışında astronomi, STEM eğitimi destekleme bağlamında farklı bir anlam da ifade etmektedir. Astronomi ve STEM eğitimi arasındaki ilişki şu şekilde ifade edilebilir:

- Astronomi, fen, matematik ve teknolojinin gelişmesine destek veren kendi başına dinamik bir bilim dalıdır. Günümüzün en heyecan verici bilim haberleri çoğunlukla astronomi ile ilgilidir (Percy, 2006).
- Astronomi merak, hayal gücü ve keşfetme duygularını beslemektedir. Gökyüzü ve evren özellikle genç yaştaki bireylerin hayal güçlerini geliştirmelerine olanak sağlar (Percy, 2006). Astronomi ile ilgili ilham verici konularla ilgilenmek, genç bireylerin düşünce dünyalarını genişletmelerine ve buna bağlı olarak bütünsel bir dünya görüşü geliştirmelerine yardımcı olur (International Astronomical Union [IUA], 2012).
- Astronomi kozmik kökenimiz, zaman ve uzaydaki yerimiz ile ilgilidir. Güneş'in ve Dünya'nın kökeni ve evrimi, başka yıldızların ve Güneş sistemi dışındaki gezegenlerin kökeni ve evrimi inceleyerek anlaşılabilir. İnsan vücudundaki elementlerin çoğu diğer yıldızlardan gelmektedir. Güneş, Samanyolu galaksisindeki yüz milyarlarca yıldızdan ve Samanyolu galaksisi de evrendeki milyarlarca galaksiden birisidir. Dünya, evrende yaşamı barındıran tek gezegen midir?, "*Astronomi faydalıdır... Çünkü bizlere bedenlerimizin ne kadar küçük, zihinlerimizin ise ne kadar büyük olduğunu gösterir.*"-Henri Poincaré- (Percy, 2006).
- Astronomi, öğrencileri fen ve teknolojiye karşı ilgi duymaya teşvik etmek için muazzam bir araçtır. Uzay yolculuğu ve Dünya dışında yaşam kendi başlarına

büyüleyici konulardır. Bu konular, fen ve matematik öğretimi ile entegre edilebilir ve mühendislik ve teknoloji çalışmaları ile aralarında ilişki kurulabilir. Bu entegrasyon öğrencilerin heyecan verici bilimsel araştırmalarla tanışmalarına olanak sağlar (IAU, 2012). Bu bağlamda astronomi, 21. yüzyıl gereksinimleri çerçevesinde nitelikli insan gücü oluşturulmasına önemli ölçüde katkıda bulunabilir (National Research Council [NRC], 2001).

- Astronomi, karanlık gökyüzünün güzelliği, bir kuyruklu yıldız ya da Güneş tutulmasının görünümü, bir bulutsu ya da galaksinin renkli görüntüsü gibi muazzam ve çok güzel bir evreni ortaya çıkarmaktadır. Bunların hepsi estetik bir çekiciliğe sahiptir (Percy, 2006).
- Astronomi bilimsel yöntemler, özellikle de gözlem için uygulama olanağı oluşturur (NRC, 2001; Percy, 2006). Ayrıca, bilimde simülasyon ve modellemenin kullanımına dair birçok örnek sunar. Astronomlar, gözlemlerini teorilerin veya modellerin tahminleriyle karşılaştırarak evreni anlamaya çalışmaktadırlar (Percy, 2006). Genç yaştaki bireyler için astronomi konuları, doğanın akılcı ve mantığa dayalı yöntemlerle araştırılması için mükemmel ve heyecan verici bir başlangıçtır (IAU, 2012).
- Astronomi, disiplinler arasında bütünleştirici bir yaklaşım sunmaktadır. Bu sayede farklı öğretim programları arasındaki ilişkilendirmeleri ve öğrenmeyi destekler. Örneğin, astronomi çalışmalarında birçok matematik kavramı kullanılır. Gök küre üzerindeki temel hareketleri incelemek, öğrencilerin matematik temelli konumlandırma sistemlerini ve zaman ölçme araçlarını kullanmalarına olanak sağlar. Matematik ve astronomi tarihi ayrılmaz bir şekilde birbirine bağlıdır (Percy, 2006; Shu, 1982). Astronominin bu tip temel ve pratik uygulamaları, sorgulayarak öğrenmeyi kolaylaştırmasının yanı sıra öğrenmenin de kalıcı olmasını sağlamaktadır (Göğüş, 2010).

Bu bağlamda astronomi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin gelişmesine destek veren dinamik bir yapıya sahip olma, merak, hayal gücü ve keşfetme duygularını destekleyen niteliği, kozmik kökenimiz, zaman ve uzaydaki yerimiz ile ilgili konuları içerme, fen, teknoloji, mühendisliğe ve matematiğe ilgi duymaya teşvik etme ve buna bağlı olarak 21. yüzyıl gereksinimleri çerçevesinde nitelikli insan gücünü oluşturmaya katkı sağlama, doğası gereği estetik bir çekiciliğe sahip olma, bilimsel yöntemlerin kullanımı ve doğanın akılcı ve mantığa dayalı yöntemlerle araştırılmasına olanak sağlama ve disiplinler arasında bütünleştirici bir yaklaşım sunma özelliklerini

bünyesinde barındırmaktadır. Bu nedenle, astronomi STEM disiplinlerinden birisi olmanın dışında, STEM eğitimi için etkili bir araç niteliğindedir. Özetle, astronomi içerdiği konuların doğası gereği STEM alanlarına ilgi uyandırma, bilim tarihi, bilimin doğası ve bilimsel yöntemler temelinde fen, teknoloji, matematik ve mühendislik entegrasyonunu içeren uygulamalara olanak sağlama ve genç bireylerin STEM alanlarında kariyer seçimlerini destekleme niteliklerine sahip olduğundan dolayı STEM eğitimi süreçleri için etkin bir araç olarak kullanılabilir.

2.2. İlgili Araştırmalar

Araştırmanın kuramsal çerçevesi kapsamında araştırma literatürü STEM eğitiminde kullanılan pedagojik yaklaşımlara ilişkin araştırmalar, STEM eğitime ilişkin farklı öğrenim düzeylerinde durum tespitine ve STEM eğitiminin etkilerine yönelik araştırmalar ve STEM eğitiminde astronomi ile ilgili konuları içeren araştırmalar alt bölümlerinden oluşmaktadır. İlgili araştırmalar belirtilen alt başlıklar bağlamında sırası ile sunulmuştur.

2.2.1. STEM Eğitiminde Kullanılan Pedagojik Yaklaşımlara İlişkin Araştırmalar

STEM eğitimi uygulama sürecinde birçok pedagojik yaklaşıma yer verilebilmesine olanak tanımaktadır (Bender, 2016). Bu bağlamda, alanyazında STEM eğitiminin farklı öğrenme yaklaşımları ile gerçekleştirilmesine odaklanan ve ilgili öğrenme yaklaşımlarının katılımcı grupları üzerine etkilerini inceleyen araştırmalar incelenmiştir. Alanyazında sorgulama temelli bilim eğitimi (Condon ve Wichowsky, 2018; Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013; Keçeci, Alan ve Kırbağ Zengin, 2017; Knezek, Christensen, Tyler-Wood ve Periathiruvadi, 2013; Lai, 2018; Toma ve Greca, 2018), proje temelli öğrenme (Bicer, Boedeker, Capraro ve Capraro, 2015; Çevik, 2018; Çorlu ve Aydın, 2016; Han, Capraro ve Capraro, 2014; Mohr Schroeder ve diğerleri, 2014; Olivarez, 2012; Tseng, Chang, Lou ve Chen, 2013), tasarım temelli öğrenme (Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya, 2016; Ercan, 2014; Schnittka ve Bell, 2011), işbirlikli öğrenme (Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen, 2017) ve tam öğrenme (Yıldırım, 2016) yaklaşımlarına dayanan araştırmalara ulaşılmıştır.

STEM eğitiminde sorgulama temelli bilim eğitimi yaklaşımına dayanan ve uzun süreli bir uygulamaya yer veren bir araştırmada, Knezek ve diğerleri (2013) hands-on etkinliklerinin yer aldığı ve üç yıl süren *MSOSW* projesinin ortaokul öğrencilerinin STEM alan bilgisi ve algısına etkilerini incelemişlerdir. Yarı deneysel desene göre tasarlanan araştırmanın katılımcı grubunu 6., 7. ve 8. sınıfta devam eden 246 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada katılımcıların projeye katılmadan önce ve sonra STEM bilgileri ve eğilimleri değerlendirilmiştir. Araştırmanın veri toplama araçlarını ise etkinliklerin gerçekleştirilmesinden önce ve sonra uygulanan demografik bilgi formu ve öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kariyerlerine ilgilerini ölçen STEM semantik ölçeği oluşturmaktadır. STEM alan bilgisinin değerlendirilmesi için ise uygulama öncesinde ve sonrasında ulusal düzeyde öğrencilerin alan bilgisini ölçen bir testten elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. Araştırmada, sorgulama temelli bilim eğitime dayalı projelerin katılımcıların STEM alan bilgilerini, yaratıcılık eğilimlerini, STEM alanlarına yönelik ilgilerini ve kariyer algılarını geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, araştırmacılar kız öğrencilerin STEM algılarındaki gelişiminin erkek öğrencilere göre daha belirgin olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmanın sonuçları, iyi tasarlanmış sorgulama temelli etkinliklerinin ortaokul düzeyinde oldukça etkili olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, araştırmacılar tarafından sorgulamaya dayalı etkinliklerin STEM eğitimi bağlamında ortaokul düzeyinde çok etkili şekilde kullanılabileceği şeklinde değerlendirilmiştir.

Sorgulama temelli bilim eğitime dayalı ve uzun süreli müdahaleyi içeren bir diğer araştırma ise Cotabish ve diğerleri (2013) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, STEM eğitimi etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, alan bilgilerine ve kavram bilgilerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Uygulamalar 2 yıllık bir süreci kapsamış ve uygulamalar *The Blueprints for Biography-STEM Series Curriculum Units* isimli özel bir öğretim programı kullanılmıştır. Bu program nükleer enerji konularından jeoloji ile ilgili konulara kadar pek çok disiplini kapsamaktadır. Deney ve kontrol grupları içeren deneysel desene göre tasarlanan araştırmanın katılımcılarını 284 özel yetenekli ortaokul öğrencisi ($N = 154$ deney grubu ve $N = 130$ kontrol grubu) oluşturmaktadır. Deney grubuna *The Blueprints for Biography-STEM Series Curriculum Units* öğretim programı, kontrol grubuna ise mevcut öğretim programı uygulanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak ise bilimsel süreç becerileri testi, kavram testi ve içerik testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, katılımcı

gruplarının bilimsel süreç becerileri, fen alan bilgisi ve fen kavram bilgisi testi puanları arasında deney grubu öğrencileri lehine anlamlı düzeyde bir artışın gerçekleştiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, öğrencilerin STEM becerilerinin geliştirilmesinde sorgulamaya dayalı ve problem çözme içeren bir yaklaşımın oldukça etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Toma ve Greca (2018) ise sorgulama temelli bilim eğitiminin STEM eğitimi ile entegre edilmesine yönelik bir model önermişler ve bu modelin etkililiğini öğrenci ve öğretmen boyutlarında değerlendirmişlerdir. Araştırmanın amacını, öğrenci boyutunda basit makineler konusu ile ilgili sorgulamaya dayalı entegre bir STEM eğitimi yaklaşımının ilkökul öğrencilerinin fene karşı tutum ve başarı düzeylerine etkinliklerin incelenmesi ve öğretmen boyutunda uygulamayı gerçekleştiren öğretmenlerin uygulamalar ile ilgili görüşlerini değerlendirilmesi olarak belirtmişlerdir. Araştırmada kullanılan *ilkokul eğitimi için bütüncül STEM çerçevesi*, öğretmenin bir mühendislik problemi belirlemesi ve bunu öğrencilere sunması, rehberli sorgulama ile fen, matematik ve teknolojinin uygulama sürecine entegre edilmesi, açık sorgulama ile önceki adımda entegre edilen disiplinlere mühendisliğin bir tasarım çözümü aracılığıyla ilişkilendirilmesi ve sorgulama çözümü ile etkinliğin sonlandırılarak değerlendirilmesi adımlarından oluşmaktadır. Araştırma deney ve kontrol gruplarını içeren yarı deneysel desen modeline göre tasarlanmıştır. Deney grubunda bulunan 41 ve kontrol grubunda bulunan 55 öğrenciye uygulama öncesinde ve sonrasında fene yönelik tutum ölçeği ve başarı testi uygulanmıştır. Deney grubunda etkinlikleri gerçekleştiren öğretmenlerle de uygulama sonrasında yapılandırılmış formlara dayalı görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, sorgulama temelli öğrenme ile ilkökul eğitimi için bütüncül STEM çerçevesinin uygulanmasının, fen ve öğrenmeye yönelik tutumu ve fen başarısını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenler ise STEM uygulamaları için isteksiz olduklarını, ancak daha yapılandırılmış ve hazır STEM eğitimi etkinlikleri uygulayabileceklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçlara dayanarak sorgulama temelli bilim eğitiminin STEM eğitimi ile birleştirilerek uygulanmasının tutum ve başarı bağlamında oldukça önemli olduğunu ve öğretmenlerin bu tür uygulamaları gerçekleştirmeleri için desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Bir başka araştırmada ise Condon ve Wichowsky (2018) sorgulamaya dayalı olarak geliştirilen STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen başarısı ve yurttaşlık bilinci üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, su tasarrufu konusunda

teknoloji tabanlı araçları da içeren fen ve yurttaşlık eğitimi için *STEMhero* programı geliştirmişlerdir. Ön test ve son testleri içeren tek gruplu deneysel deseninin kullanıldığı araştırmanın çalışma grubunu 6., 7. ve 8. sınıfa devam eden 551 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak ise kontrol listesi, tutum ölçeği ve genç bireyler ve çevre anketi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, *STEMhero* programının katılımcıların fen başarısı ve yurttaşlık bilinci üzerinde oldukça etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacılar, STEM eğitimi bağlamında fen ve yurttaşlık eğitiminin sorgulamaya dayalı bir öğretim programı ile başarılı bir şekilde entegre edilebileceğini, bu tür disiplinleri bütünleştiren yeni bakış açılarının, matematik ve fen bilimlerine yönelik öğrenci ilgisizliğine karşı etkili olabileceğini belirtilmiştir.

Keçeci ve diğerleri (2017) ise gerçekleştirdikleri araştırmada rehberli sorgulamaya dayalı bilim eğitimini temel alan STEM eğitimin ortaokul öğrencilerin kodlama öğrenimine olan tutumlarına etkisini belirlemeyi ve öğrencilerin uygulamalar ile ilgili düşüncelerini incelemeyi amaçlamışlardır. Bu bağlamda geliştirdikleri uygulamalar, fen etkinlikleri, kodlama eğitimi ve eğitsel oyun destekli kodlama eğitimlerini içermektedir. Karma yöntem kullanılan araştırmanın katılımcıları ise 5. sınıfta öğrenim gören 30 öğrencidir. Araştırmanın veri toplama araçları ise eğitsel oyun destekli kodlama öğrenimine yönelik tutum ölçeği ve öğrenci günlükleridir. Araştırma sonucunda, katılımcıların eğitsel bilgisayar oyunları destekli kodlama öğrenimine yönelik tutumlarında anlamlı düzeyde bir artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrenciler, uygulama öncesinde kodlama ile ilgili zorlanacaklarını ifade ederken ve uygulama sonrasında kodlama yapmayı çok zevkli ve kolay bulduklarını ifade etmişlerdir.

Araştırma literatüründe STEM eğitiminde sorgulama temelli bilim eğitiminin uygulamasına yönelik katılımcı gruplarının düşünlerine odaklanan çalışmalara da rastlanmaktadır. Örneğin, Lai (2018) STEM eğitiminde sorgulama temelli bilim eğitiminin öğrenci memnuniyet bağlamında etkili olup olmadığını araştırmıştır. Karma desene göre tasarlanan araştırmaya 73 bilgi teknolojileri lisans öğrencisi katılmıştır. Araştırma verileri, ders memnuniyet ölçeği ve öğrenci ve öğretmen dönütleri ile toplanmıştır. Araştırma sonuçları ise, öğrencilerin ve öğretmenlerin sorgulama temelli bilim eğitimine dayalı STEM eğitiminden oldukça memnun olduklarını, öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenmeyi onayladıklarını ve öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğretimi bir öğretim yöntemi olarak tercih ettiklerini göstermiştir. Araştırmacılar bu

sonuçları, sorgulama temelli bilim eğitiminin STEM eğitiminde kullanılmasının öğrenmeyi teşvik etmede oldukça etkili olduğu şeklinde değerlendirmişlerdir.

Araştırma literatürü incelendiğinde STEM eğitiminde kullanılan yaklaşımlardan bir diğerinin de proje temelli öğrenme yaklaşımı olduğu görülmektedir. Örneğin, Tseng ve diğerleri (2013) proje temelli öğrenmeye dayalı etkinliklerin lisans öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumlarına etkisini incelemişlerdir. Karma yönetime dayalı araştırmanın katılımcılarını mühendislik alt yapısı bulunan 30 üniversite birinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri ise anket ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Uygulama sürecinde katılımcılara grup olarak çok fonksiyonlu bir araç tasarımı gerçekleştirmeleri için beş haftalık bir süre verilmiştir. Araştırma sonuçları uygulama sonrasında katılımcıların mühendisliğe karşı tutumlarının anlamlı düzeyde değiştiğini ve öğrencilerin problem çözme ve bilgi entegrasyon yeteneklerinin geliştiğini ortaya koymuştur. Görüşme sonuçları katılımcıların fen ve mühendislik disiplinlerinde STEM'in önemini kavradıklarını ve fenin mesleki gelişimleri ve kariyerleri için çok önemli olduğunu ifade ettiklerini göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar, uygulama sonrasında proje tabanlı öğrenmenin STEM alanları üzerindeki etkililiğini karşılaştırmışlar ve etkililik sırasına göre en çok mühendislik ve en az matematik konularının öğretiminde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bir başka öne çıkan sonuç ise uygulama başlangıcında düşük başarı gösteren öğrencilerin, program süresince yüksek başarı gösteren öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla gelişim gösterdiklerini ortaya koymuştur. Araştırmacılar proje temelli öğrenme yaklaşımına dayalı STEM eğitiminin okullarda düşük başarılı ve yüksek başarılı öğrenciler arasındaki farkın kapatılması için kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Bicer ve diğerleri (2015) ise proje temelli öğrenmeye dayalı gerçekleştirilen bir STEM yaz kampının ortaokul öğrencilerin bilimsel fen ve matematik kavramlarını kullanmaları üzerine etkisini araştırmışlardır. Ön test ve son test içeren tek gruplu deneysel desene göre tasarlanan araştırmaya 53 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Veri toplama aracı olarak ise 24 maddeden oluşan kelime testi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları proje temelli öğrenmeye dayalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen ve matematik kavramlarını bilimsel anlamları ile kullanmalarında etkili olduğunu göstermiştir.

STEM eğitiminde proje temelli öğrenmenin etkilerini inceleyen bir diğer araştırma ise Han ve diğerleri (2014) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, STEM eğitimi kapsamında proje temelli öğrenmenin uzun vadeli dönemde öğrencilerin performans

düzyini nasıl etkilediğini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın katılımcıları 836 lise öğrencisidir. Uygulamalar Southwestern Üniversitesi STEM merkezinde 3 yıl boyunca 6 haftada bir kez gerçekleştirilmiştir. Araştırma verileri Teksas bilgi ve beceri değerlendirme testi ile toplanmıştır. Araştırma bulguları, uygulamaların başlangıcında düşük başarı gösteren öğrencilerin yüksek başarı gösteren öğrencilere göre uygulama süresince istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla gelişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar, özellikle matematik alanında STEM eğitimini temel alan proje temelli öğrenmeye dayalı uygulamaların düşük başarı gösteren öğrencilerin akademik başarıları üzerinde oldukça etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Çevik (2018) ise gerçekleştirdiği araştırmada proje tabanlı öğrenme yaklaşımına dayalı STEM eğitiminin, meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarıları ve mesleki ilgileri üzerine etkisini tespit etmeyi hedeflemiştir. Ön test ve son test içeren tek grup deneysel desene göre tasarlanan araştırmaya meslek lisesinde öğrenim gören 18 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları ise STEM başarı testi ve mesleki ilgi testidir. Araştırma sonuçları proje tabanlı öğrenme yaklaşımına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısını anlamlı düzeyde artırdığını ve mesleki ilgilerini desteklediğini göstermiştir.

Mohr Schroeder ve diğerleri (2014) hands-on etkinliklerini içeren proje temelli öğretim yaklaşımına dayalı STEM eğitimlerinin gerçekleştirildiği *See Blue STEM* kampının ortaokul öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutum, ilgi ve ilgilerindeki değişime etkilerini araştırmışlardır. Kamp içeriğinde nörobiyoloji, astronomi ve LEGO robotikler gibi alanlarda mühendislik tasarımını içeren etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın veri toplama araçlarını ise STEM kamp anketi, her bir etkinlikten sonra uygulanan geri bildirim formları ve katılımcı ailelerine uygulanan ebeveyn geri bildirim formları oluşturmaktadır. Araştırmacılar, katılımcıların uygulama sonrasında STEM ilgi ve motivasyonlarında gelişim görüldüğü ve STEM kariyerlerine yönelik ilgilerinin kamp öncesine göre % 3'lük bir artış gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda katılımcıların büyük bir çoğunluğu STEM eğitimi içeriklerini eğlenceli ve ilgi çekici bulduklarını belirtmişlerdir.

Olivarez (2012) araştırmasında hands-on aktiviteleri ve grup çalışmalarını içeren proje tabanlı öğretim yaklaşımına dayanan STEM eğitiminin, ortaokul öğrencilerinin fen, matematik ve okuma başarılarına etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol içeren deneysel desene göre tasarlanan araştırma 176 ($N = 73$ deney grubu ve $N = 103$ kontrol grubu)

sekizinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna hands-on aktiviteler ve grup çalışmasını içeren proje tabanlı öğretime dayanan STEM eğitimi etkinlikleri ve kontrol grubuna mevcut öğretim programı uygulanmıştır. Araştırma bulguları, hands-on aktiviteleri ve grup çalışmalarını içeren proje tabanlı öğretim yaklaşımına dayanan STEM eğitiminin matematik, fen ve okuma alanlarında akademik başarıyı mevcut öğretim programına göre daha fazla geliştirdiğini göstermiştir.

Proje temelli öğretim yaklaşımına dayalı bir diğer araştırma Çorlu ve Aydın (2016) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmada üniversite öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen proje temelli öğretim yaklaşımına dayalı STEM eğitiminin çıktılarını değerlendirmek amaçlanmıştır. İlgili eğitim, öğrencilerin araştırma projelerine ve ders notlarına göre kendilerini ve akranlarını değerlendirmelerine dayanmaktadır. Araştırmada nicel yaklaşımın ağırlıklı olarak yer aldığı çoklu-metot yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırma katılımcıları ise matematik mühendisliği, bilgisayar mühendisliği ve endüstri mühendisliği bölümlerinde öğrenim gören 125 üniversite öğrencisidir. Araştırma verileri bilimsel araştırma becerileri ve öğrenme kazanımları değerlendirme formu, öğrenci proje raporlarının değerlendirilmesi ve Writing a Scientific Research Paper (WSRP) formu ile elde edilmiştir. Araştırma sonuçları, proje temelli öğretim yaklaşımına dayalı STEM eğitiminin öğrenci becerileri anlamında düşük ile orta düzeyde bir iyileşme sağladığını göstermiştir. Buna ek olarak, araştırmacılar STEM eğitiminin değerlendirilmesinde akran değerlendirmelerinin öz değerlendirmelerden daha geçerli ve güvenilir kanıtlar sunduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırma literatüründe STEM eğitiminin tasarım temelli öğrenme yaklaşımına dayalı olarak gerçekleştirilmesine dayanan araştırmalara da rastlanmaktadır. Örneğin, Bozkurt Altan ve diğerleri (2016) tasarım temelli öğrenme yaklaşımına dayalı olarak düzenlenen STEM eğitiminin hizmet öncesi fen bilgisi öğretmen eğitiminde nasıl kullanılabileceğini incelemişlerdir. Durum çalışması olarak tasarlanan araştırmanın çalışma grubunu amaçlı örneklem seçme tekniği ile belirlenen 6 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri uygulamalarının ortasında ve sonunda olmak üzere iki kez gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış formlara dayalı görüşmeler ile elde edilmiştir. Araştırma sonunda, öğretmen adayları tasarım temelli öğrenme yaklaşımına dayalı olarak düzenlenen STEM eğitiminin yaparak öğrenmeyi, motivasyonu, kalıcı öğrenmeyi ve sorgulamayı desteklediğini düşündüklerini

belirtmişlerdir. Araştırma sonuçları, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini genel olarak olumlu şekilde değerlendirdiklerini ortaya koymuştur.

Ercan (2014) ise gerçekleştirdiği araştırmada tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, karar verme becerilerine, mühendislik disiplinine yönelik görüş ve yeterliklerine etkisini incelemeyi hedeflemiştir. İç içe gömülü desene göre tasarlanan araştırmanın katılımcıları, 30 ortaokul öğrencisidir. Yedi hafta süren uygulama süreci, 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi kazanımlarını kapsayacak şekilde üç tasarım temelli fen eğitimi modülü ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın veri toplama araçları başarı testi, karar verme becerisi testi ve mühendislik disiplini bilgi formu, uygulama sürecinde öğrencilerin kullandıkları tasarım kılavuzu dokümanları, serbest öğrenci günlükleri, görüşme formları, saha notları ve mühendisliğe yönelik düşünceler soru formlarıdır. Araştırma sonuçları, kuvvet ve hareket ünitesine ilişkin hazırlanan tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını, karar verme becerilerini ve mühendisliğe yönelik bilgilerini desteklediğini göstermiştir. Ayrıca öğrenciler, uygulanan modüller ile mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerini geliştirmişler ve mühendisliğe yönelik bakış açılarını olumlu yönde değiştirmişlerdir.

Bir başka tasarım temelli öğretim yaklaşımına dayalı araştırmada Schnittka ve Bell (2011), fen ve mühendislik etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin ısı transferi ve termal enerji kavramlarını öğrenmeleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Karma yöntemle göre tasarlanan araştırmaya toplam 71 öğrenci katılmıştır. Bu öğrenciler, 3 gruba ayrılmış ve gruplara sırası ile ısı transferi ve termal enerji ile ilgili alternatif kavramlara vurgu yapan mühendislik tasarım süreci içeren etkinlikler, geleneksel sınıf etkinlikleri ve termal enerji ile ilgili alternatif kavramlara vurgu yapmayan mühendislik tasarım süreci içeren etkinlikler uygulanmıştır. Veri toplama araçları olan ısı transferi ve termal enerji kavramsal anlayış testi ve görüşme formu, uygulama öncesinde ve sonrasında katılımcı gruplarına uygulanmıştır. Ayrıca uygulama sürecinde gözlemler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları, ilgili alternatif kavramlara vurgu yapan mühendislik tasarım süreci içeren etkinliklerin uygulandığı grupların, diğer gruplara göre ısı transferi ve termal enerjiye yönelik kavramsal anlayışlarının önemli düzeyde geliştiğini göstermiştir.

STEM eğitimlerinin etkilerini sorgulama temelli, proje temelli ve tasarım temelli öğrenme yaklaşımlarına dayalı olarak inceleyen araştırmalara ek olarak alanyazında işbirlikli öğrenme ve tam öğrenme yaklaşımlarını vurgulayan araştırmalara da

rastlanmaktadır. Örneğin, Aslan-Tutak ve diğerleri (2017) işbirlikli öğrenme yaklaşımına dayalı STEM eğitimi modülünün (*İFEM*) öğretmen adaylarının STEM eğitimi farkındalıklarına ve algılarına olan etkisini araştırmışlardır. Ön test ve son test içeren tek gruplu deneysel desene göre tasarlanan araştırmanın çalışma grubunu bir üniversitenin son sınıfında öğrenim gören 48 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın veri toplama aracı ise uygulama öncesinde ve sonrasında katılımcılara uygulanan STEM eğitimi ile ilgili açık uçlu sorulardan oluşan FeTeMM farkındalığı anketidir. Araştırmada, uygulama sonrasında öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tanımlamalarının STEM eğitiminin bütünleşik yapısını yansıtacak şekilde değiştiği ve STEM eğitimi etkinliklerini projeler ile ilişkilendirerek açıkladıkları sonuçlarına ulaşılmıştır.

Yıldırım (2016) ise araştırmasında tam öğrenme yaklaşımına dayalı olarak fen bilimleri dersine entegre edilmiş STEM eğitimi uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına, motivasyonlarına, STEM alanlarına yönelik tutumlarına ve bilginin kalıcılığına olan etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Karma araştırma yöntemi desenlerinden yakınsayan paralel desene göre tasarlanan araştırmanın katılımcı grubunu 79 ortaokul yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma grubu iki deney ve bir kontrol grubuna ayrılmıştır. Birinci ve ikinci deney gruplarına tam öğrenmeye dayalı STEM uygulamaları ve kontrol grubuna mevcut öğretim programı uygulanmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları ise iki farklı akademik başarı testi, fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algı ölçeği, fene yönelik motivasyon ölçeği ve STEM tutum ölçeği, doküman incelemesi formu ve yarı yapılandırılmış görüşme formudur. Araştırmada tam öğrenmeye dayalı STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve bilginin kalıcılığı değişkenleri açısından mevcut programın uygulamasına göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Deney grupları ve kontrol grupları arasında sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları, motivasyon ve STEM alanlarına yönelik tutum değişkenleri açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Ayrıca, uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde deney grubu öğrencileri fen, teknoloji ve matematiğin günlük yaşamda kullanımına ve bu disiplinlerin önemine vurgu yapmışlardır.

Farklı öğrenme yaklaşımları ile STEM eğitimin gerçekleştirilmesine dayanan araştırma literatürüne genel olarak bakıldığında, araştırmaların özellikle bilişsel ve duyuşsal

değişkenlerin incelenmesine odaklandığı anlaşılmaktadır. İlgili öğrenme yaklaşımları ve odaklanılan değişkenler şu şekilde sıralanabilir:

- Sorgulama temelli bilim eğitimi temel alan araştırmalar, alan bilgisi, kavram bilgisi, akademik başarı, yaratıcılık, tutum, STEM alanlarına yönelik ilgi, kariyer seçimi, bilimsel süreç becerileri, kendine güven ve öğrenmeyi teşvik etme değişkenlerini içerecek şekilde gerçekleştirilmiştir.
- STEM eğitiminde proje temelli öğrenmeye dayalı araştırmalar ise akademik başarı, tutum, problem çözme, bilgi entegrasyonu, STEM alanlarına yönelik ilgi, kariyer seçimi, motivasyon, bilimsel kavram kullanımı ve araştırma becerisi değişkenlerini içermektedir.
- Tasarım temelli öğrenme yaklaşımına dayalı araştırmalar ise mühendisliğe ve mühendislik tasarım sürecine bakış açısı, mühendisliğe yönelik bilgi, akademik başarı, karar verme becerisi ve kavramsal anlayış gibi değişkenlere odaklanmıştır.
- İşbirlikli öğrenmeye ve tam öğrenmeye dayalı STEM eğitimi araştırmaları ise sırası ile STEM eğitime bakış açısı ve akademik başarı, sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı, motivasyon, tutum ve bilginin kalıcılığı değişkenlerini içermektedir.

Ulaşılan literatürde özellikle sorgulama temelli, proje temelli ve tasarım temelli yaklaşımlara dayalı STEM eğitimi araştırmalarının vurgulandığı ve öğrenme çıktıları açısından da etkili oldukları değerlendirilebilir. Bu üç yaklaşım da temeline bilimsel sorgulamayı alarak öğrencilerin içerik ile aktif şekilde etkileşimine olanak tanımakta ve kendi deneyimleri ile öğrenmelerini sağlamaktadır (Carnevale ve diğerleri, 2011; NAE ve NRC, 2009). Bu bağlamda, temeline bilimsel sorgulamayı alan bu tür öğrenci merkezli yaklaşımlarının STEM eğitiminin uygulama sürecinde etkili olabileceği düşünülebilir.

2.2.2. STEM Eğitime İlişkin Farklı Öğrenim Düzeylerinde Durum Tespitine ve STEM Eğitiminin Etkilerine Yönelik Araştırmalar

STEM eğitimi okul öncesinden üniversite öğrenimine kadar hem formal hem de informal ortamlarda gerçekleştirilen eğitsel etkinlikleri kapsamaktadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Bu bağlamda bu alt bölümde, STEM eğitime ilişkin durum tespitine ve

STEM eğitiminin etkilerine yönelik araştırmalar farklı öğrenim düzeylerine göre sunulmuştur.

STEM eğitiminin okul öncesi dönemde uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla Tippett ve Milford (2017) karma desene göre modellenmiş bir araştırma gerçekeştirmişlerdir. Araştırma iki okulda uygulanan STEM eğitimi etkinliklerinin ve bu etkinliklerin yaş düzeyine uygunluğunun değerlendirildiği sınıf içi gözlemlere dayanmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunu 374 öğrenci oluşturmaktadır. Ayrıca araştırmada öğretmen, öğrenci ve aileler ile görüşmeler gerçekeştirilerek STEM eğitiminin etkileri daha geniş çerçevede değerlendirilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçları şu şekilde sıralanabilir: STEM eğitimi etkinlikleri öğrencilerin STEM kavramları ile etkileşimlerini desteklemektedir. Öğretmenlere göre STEM eğitimi öğrencilerinin çevreleri ile daha iyi ilişki kurmalarını sağlamaktadır. Aileler STEM eğitiminin çocukların fen ile ilgili alanlarda başarılı olmasını sağlayacağını düşünmektedir. Çocuklar, STEM eğitimi ilgi çekici olarak değerlendirmektedir. Bu sonuçlara göre araştırmacılar STEM eğitiminin okul öncesi dönemde etkili şekilde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Torres-Crespo, Kraatz ve Pallansch (2014) ise araştırmalarında gerçekeştirdikleri STEM yaz kampının okul öncesi öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki temel kavramları öğrenmeleri ve beceri gelişimleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Mühendislik ile ilgili STEM etkinliği yaparken oyun oyna düşüncesini temel alan kamp, öğrencilerin oyun aracılığıyla materyallerle deney ve araştırma yapmasına dayanmaktadır. Uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilere yöneltilen sorular ile toplanan verilerden elde edilen bulgular, çocukların oyun yoluyla STEM ile ilgili bazı temel kavramları ve karmaşık becerileri daha kolay öğrendiklerini göstermiştir.

STEM eğitiminin okul öncesi dönemden ilkokula geçişte uzun süreli olarak uygulanmasının etkilerini araştıran çalışmalar da literatürde mevcuttur. Örneğin, Lamb, Akmal ve Petrie (2015) geliştirdikleri STEM eğitimi programının okul öncesi ve ilkokul öğrencileri üzerine uzun vadeli etkilerini değerlendirmişlerdir. Araştırmada odaklandıkları değerşkenler ise STEM eğitimi programının bilişsel, duyuşsal ve içerik anlamında çıktılarıdır. Deney ve kontrol gruplarını içeren araştırmaya farklı sınıf düzeylerinde 254 okul öncesi ve ilkokul öğrencisi ($N = 111$ deney grubu ve $N = 143$ kontrol grubu) katılmıştır. Deney grubuna STEM eğitimi programı ve kontrol grubuna

mevcut öğretim programı uygulanmıştır. Araştırma verileri, 3 yıllık bir süreçte öz yeterlik ve fene yönelik ilgi ölçeği, uzamsal görüntüleme ve zihinsel döndürme ve fen alan bilgisi testi ile toplanmıştır. Okul öncesi öğrencileri öğretmenlerinin yardımı ile ilgili ölçme araçlarını bireysel olarak doldurmuşlardır. Araştırma bulguları kontrol ve deney grupları arasında içerik, bilişsel ve duyuşsal olarak deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, STEM eğitimi programının okul öncesi ve ilkökul öğrencilerinin öz yeterliklerini geliştirmede, fene yönelik ilgilerinin artmasında ve fen alan bilgilerinin desteklenmesinde etkili olduğunu vurgulamışlardır.

Yalnızca ilkökul öğrencileri ile gerçekleştirilen bir çalışmada ise Girgin (2018) STEM eğitimi derslerinde otantik öğrenme deneyimlerinin öğrenciler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Durum çalışmasına göre tasarladığı araştırmada *erken STEM eğitimi programı* yürütülen bir okulda 1 öğretmen ve 13 dördüncü sınıf öğrencini 8 haftalık bir süre boyunca gözlemlemiştir. Araştırma verileri bu gözlemlerin yanı sıra öğretmen ve öğrenciler ile yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Araştırma bulgularına göre erken STEM eğitiminde otantik bir yapı bulunması, bu otantik ortamda erken STEM eğitimi etkinliklerinin etkili şekilde gerçekleştirilebileceği ve öğrencilerin otantik öğrenme deneyimlerinin önemli olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

İlkökul düzeyinde mühendislik süreçlerine odaklanan STEM eğitimi araştırmaları da literatürde yer almaktadır. Örneğin Wendell ve Rogers (2013), mühendislik uygulamalarını içeren öğretim programının ilkökul öğrencilerinin fen tutumlarına ve fen alan bilgilerine etkisini incelemiştir. Bu bağlamda iki yıllık bir dönemi kapsayan bir araştırma tasarlamışlardır. Araştırmanın ilk yılında 12 öğretmenin görev yaptığı 3. ve 4. sınıf düzeyindeki sınıflarda mevcut öğretim programı uygulamasından önce ve sonra öğrencilere fen tutum ölçeği ($N = 191$) ve fen alan bilgisi testi ($N = 261$) uygulanmıştır. İkinci yılın başında ise bu 12 öğretmene LEGO engineering kitlerinin kullanımına yönelik eğitimler verilmiş ve öğretmenler bu kitleri sınıflarında uygulamışlardır. Bu uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilere fen tutum ölçeği ($N = 251$) ve fen alan bilgisi testi ($N = 331$) uygulanmıştır. İki çalışma grubundan elde edilen veriler karşılaştırılmalı olarak analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları LEGO engineering kitlerinin kullanımının öğrencilerin fen alan bilgilerini geliştirmede etkili olduğunu, ancak birinci yıl ve ikinci yıl uygulamaları karşılaştırıldığında öğrencilerin fen tutum puanları arasında düşük düzeyde bir fark bulunduğunu ortaya koymuştur.

Acar, Tertemiz ve Taşdemir (2018) ise STEM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin akademik başarılarına ve STEM eğitimi hakkındaki görüşlerine etkisini araştırmışlardır. Deney ve kontrol gruplarını içeren karma desene göre tasarlanan araştırmanın çalışma grubunu 4. sınıfa devam eden 68 öğrenci ($N = 21$ birinci deney grubu, $N = 25$ ikinci deney grubu ve $N = 22$ kontrol grubu) oluşturmaktadır. Veriler fen başarı testi, matematik başarı testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Araştırma sonuçları, STEM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin fen ve matematik başarısını olumlu yönde etkilediğini, öğrencilerin STEM eğitimi hakkındaki görüşlerinin olumlu olduğu ve gelecekteki derslerde STEM eğitimi almak istediklerini ortaya koymuştur.

İlkökul öğrencileri ile gerçekleştirilen bir başka araştırmada Tolliver (2016) STEM okulunda verilen eğitimin ilkökul öğrencilerinin matematik ve okuma başarısı üzerine etkisini incelemiştir. Deney ve kontrol gruplarını içeren deneysel desene göre tasarlanan araştırmanın çalışma grubunu ilkökul düzeyinde iki farklı okulda öğrenim gören 121 öğrenci ($N = 68$ deney grubu ve $N = 53$ kontrol grubu) oluşturmaktadır. Deney grubuna STEM okulunda uygulanan öğretim programı kontrol grubuna ise mevcut öğretim programı uygulanmıştır. Araştırma verileri her iki grubun da katıldığı bir ulusal değerlendirme sınavından elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarında okuma başarısı anlamında STEM okulunda uygulanan öğretim programına katılan öğrenciler lehine anlamlı bir fark tespit edilmiş, ancak matematik başarısı anlamında iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen STEM eğitimi araştırmalardan birisinde Pekbay (2017) STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerinin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerine, STEM alanlarına yönelik ilgilerine, STEM alanlarına ve STEM eğitime ilişkin düşüncelerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada nitel ve nicel desenlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem desenlerinden gömülü desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 7. sınıfa devam eden 35 deney grubunda ve 36 kontrol grubunda olmak üzere toplam 71 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma verileri ise günlük yaşama dayalı problem çözme becerileri testi, FeTeMM alanları ilgi ölçeği, etkinlik çalışma kağıtları, etkinlik ile FeTeMM alanları ilişki kağıdı, öğrenci günlükleri, uygulamalar süresince gerçekleştirilen gözlemler ile elde edilmiştir. Araştırma sonuçları, STEM etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve STEM'e yönelik ilgilerini desteklediğini göstermiştir. Ayrıca uygulanan etkinliklerin öğrencilerin STEM'e yönelik görüşlerinde

olumlu bir etki oluşturduğu ve öğrencilerin STEM alanları ile STEM etkinliklerini ilişkilendirdikleri sonuçlarına da ulaşılmıştır.

Gökbayrak ve Karışan (2017) ise çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin STEM eğitimi uygulamaları hakkındaki görüşlerini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Özel durum çalışması yönteminin kullanıldığı araştırmanın katılımcıları 20 ortaokul öğrencisidir. Veri toplama aracı olarak ise görüşme formundan yararlanılmıştır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin STEM eğitimi etkinliklerini birçok açıdan yararlı bulduklarını ve kendilerini STEM alanlarında geliştirmek istediklerini ortaya koymuştur. Ayrıca öğrenciler derslerin STEM eğitimi ile işlenmesi gerektiğini de ifade etmişlerdir.

Gülhan ve Şahin (2016) çalışmalarında, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik entegrasyonunun ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik algı ve tutumlarına etkisini incelemişlerdir. Araştırmada ön test ve son test içeren kontrol grublu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Kontrol grubunda 27 ve deney grubunda ise 28 öğrenci yer almıştır. Kontrol grubuna fen bilimleri ders kitabında yer alan sorgulamaya dayalı etkinlikler, deney grubuna ise bu etkinliklere ek olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen STEM eğitimi etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları ise STEM algı testi ve STEM tutum testidir. Araştırma sonuçları, STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili algılarını ve tutumlarını geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Yamak, Bulut ve Dünder (2014) ise STEM eğitime dayalı olarak gerçekleştirdikleri araştırmada uygulanan etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada kullanılan etkinlikler ise Güneş'ten faydalanalım: solar robot yapımı, kaleydoskop yapımı ve hareket dedektörü ile grafik oluşturalım etkinlikleridir. Nicel araştırma yaklaşımlarından tek grublu ön test ve son test deneysel desenine göre tasarlanan araştırmanın katılımcı grubunu 20 ortaokul 5. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak ise bilimsel süreç becerileri testi ve bilim ve fen hakkında gerçekten ne düşünüyorum? ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ürün oluşturma odaklı STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve fene karşı tutumlarını pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

King ve English (2016) STEM eğitiminde STEM kavramlarının öğrenci çizimlerinde ve ürünlerinde nasıl yansıtıldığını araştırmışlardır. 24 ortaokul 5. sınıf öğrencisi ile

gerçekleştirilen araştırma durum çalışması olarak tasarlanmış ve veri toplama aracı olarak öğrenci çizimleri kullanılmıştır. Uygulama sürecinde öğrenciler mühendislik tasarım sürecine dayalı olarak kullanım amacı verilen bir optik araç tasarlamışlardır. Araştırma sonucunda çizimlerin uygulama sürecine katkıları şu şekilde sıralanmıştır: Optik araç modelini oluştururken öğrenciler temel STEM kavramlarını uygulamak için çizimlerden yararlanmışlardır. Prototipin oluşturulması aşamasında çizimler gerçekleştirilen deneylerle birlikte prototipin çalışmasına rehberlik etmiştir. Yeniden tasarım aşamasında çizimler, öğrencilerin model üzerinde yapısal değişiklikler yapabilmelerine olanak sağlamıştır. Bu sonuçlara göre araştırmacılar, daha az yapılandırılmış bir tasarım sürecinin öğrenme hedeflerine ulaşılabilmesi için daha etkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Damar, Durmaz ve Önder (2017) ise araştırmalarında STEM eğitimi uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik tutumlarına etkisini ve öğrencilerin bu uygulamalara yönelik görüşlerini incelemişlerdir. Karma araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmanın katılımcıları 33 ortaokul öğrencisidir. Veri toplama aracı olarak ise fen, teknoloji, mühendislik ve matematik tutum ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, uygulama sonrasında öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik tutumlarının desteklendiğini ortaya koymuştur. Ayrıca öğrenciler, etkinlikleri ilgi çekici bulmuşlar ve bilimsel araştırma yaptıkları ve proje ürettiklerinden dolayı kendilerini iyi hissettiklerini ifade etmişlerdir.

Douglas, Moore, Johnston ve Merzdorf (2018) ise araştırmalarında tasarım temelli STEM eğitimi modüllerinin uygulanması sırasında ortaokul öğrencilerinin mühendisliğe ilişkin süreçleri nasıl yansıttıklarını incelemişlerdir. Nitel araştırma türündeki çalışmanın katılımcıları 5. ve 7. sınıfa devam eden 47 ortaokul öğrencisidir. Araştırma verileri öğrencilerin uygulama sürecinde oluşturdukları notlardan elde edilmiştir. Araştırma sonuçları, öğrencilerin problemi yapılandırma, farklı fikirleri değerlendirme ve kriterleri belirleme gibi birçok mühendislik tasarım süreci niteliğini uygulamalarına yansıttıklarını göstermiştir.

Burrows, Lockwood, Borowczak, Janak ve Barber (2018) ise gerçekleştirdikleri araştırmada ortaokula devam eden kız öğrencilerden oluşan katılımcı grubunun su kirliliği araştırma projesinde STEM eğitiminin temel nitelikleri arasında yer alan fen ve mühendislik uygulamalarına ne kadar yer verdiklerini araştırmışlardır. Araştırmanın

katılımcıları 10 ortaokul öğrencisidir. Eylem araştırması yönteminin kullanıldığı çalışmada, veriler gözlem notları, odak grup görüşmeleri ve öğrenci ürünlerinin değerlendirilmesi ile toplanmıştır. Araştırmada ortaokul öğrencilerinin tüm fen ve mühendislik uygulamalarını proje süresince tekrarlı olarak kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen bir diğer araştırmada ise Ball, Huang, Cotton ve Rikard (2017) teknoloji temelli uygulamaların öğrencilerin STEM tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırmanın katılımcıları ise 1155 dördüncü ve beşinci sınıf öğrencisidir. Araştırmada STEM tutum ölçeği ön test ve son test olarak katılımcılara uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, uygulamanın ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarını desteklediğini ortaya koymuştur.

Bunun yanında ortaokul düzeyinde okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen STEM eğitimlerini konu alan araştırmalar da yer almaktadır. Bu araştırmalardan birisinde Baran, Canbazoğlu Bilici, Mesutoğlu ve Ocak (2016) gerçekleştirilen okul dışı STEM eğitimi programında uygulanan etkinliklere ilişkin ortaokul öğrencilerinin algılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Kırk ortaokul 6. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen araştırmada veri toplama aracı olarak her bir etkinlikten sonra öğrenciler tarafından doldurulan etkinlik değerlendirme formları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ise etkinliklerin katılımcıların bilgi ve becerilerini desteklediği sonucuna ulaşılmıştır.

Benzer şekilde Wyss, Heulskamp ve Siebert (2012) ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemek amacıyla uzmanlarla video görüşmelerine dayalı okul dışı bir etkinlik gerçekleştirmişlerdir. Araştırmaya 537 ortaokul öğrencisi katılmış ve mühendislik, mikrobiyoloji ve adli tıp bilimi gibi alanlarda uzman araştırmacılarla gerçekleştirilen görüşmelerin video kayıtları öğrencilere izlettirilmiştir. Öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgileri video gösterimlerinden önce, video gösterimlerine verilen aralarda ve video gösterimi sonunda anket yardımı ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçları, uygulamanın öğrencilerin STEM alanlarındaki kariyerlere yönelik ilgilerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

Ricks (2006) ise gerçekleştirilen bilim kamplarının ortaokul öğrencilerinin fen alan bilgilerine, fene yönelik tutumlarına, lisede STEM alanları ile ilgili ders seçme ve STEM alanlarında kariyer tercihlerine etkisini araştırmıştır. Bu bağlamda araştırmada iki boyutta veri toplanmıştır. Birinci boyut son yıllarda gerçekleştirilen bilim kampına

katılan öğrencilerin ön test ve son testlere dayalı olarak fen alan bilgilerinin ve fene yönelik tutumlarının ölçülmesidir. İkinci boyut ise geçmiş yıllarda (1993-1999 yılları arasında) kampa katılan öğrencilere uygulanan anketler, görüşmeler ve kamp değerlendirme formlarından elde edilen verilerdir. Araştırma sonuçları ilk boyut için bilim kampının ortaokul öğrencilerinin fen alan bilgilerini ve fene yönelik tutumlarını attırdığını göstermiştir. İkinci boyutta ise bilim kampının ortaokul öğrencilerinin sonraki eğitim düzeylerinde STEM alanlarına yönelik ders seçimlerini ve kariyer tercihlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Lise düzeyinde de STEM eğitime yönelik gerçekleştirilen araştırmalar alanyazında yer almaktadır. Örneğin, Duran ve Şendağ (2012) gerçekleştirdikleri araştırmada bilgi teknolojileri ve STEM eğitime dayalı bir programın lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisini incelemişlerdir. Yarı deneysel zaman serisi desenine göre tasarlanan araştırmanın çalışma grubunu 47 lise öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak ise eleştirel düşünme testi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, bilgi teknolojileri ve STEM eğitime dayalı programının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Benzer şekilde, Barrett, Moran ve Woods (2014) ise meteoroloji konusuna yönelik mühendislik tasarımını içeren bir modül oluşturmuşlar ve bu modülün lise öğrencilerinin meteoroloji ve mühendislik ile ilgili bilgilerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma tek gruplu ön test ve son test içeren deneysel desene göre tasarlanmıştır. İki haftalık bir süreçte farklı zamanlarda araştırmaya katılan 160 öğrenciye modülün öncesinde ve sonrasında meteoroloji ve mühendislik ile ilgili 4 soru içeren kısa sınav uygulanmıştır. Araştırma sonuçları ilgili modülün öğrencilerinin meteoroloji ve mühendislik ile ilgili bilgilerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Hathcock, Dickerson, Eckhoff ve Katsioloudis (2015) ise STEM eğitimi etkinliklerinin lise öğrencilerin tasarladıkları ürünlere etkilerini incelemişlerdir. Durum çalışmasına dayalı araştırmanın katılımcıları 9. sınıfa devam eden 8 lise öğrencisidir. Araştırma verileri, gözlem ve yarı yapılandırılmış görüşme formları ile toplanmıştır. Araştırma sonuçları sorgulama temelli bilim eğitime dayalı etkinlikler sonucunda oluşturulan ürünlerin yaratıcılık özelliği bağlamında daha nitelikli olduğunu ortaya koymuştur.

Erdoğan, Çorlu ve Capraro (2013) ise gerçekleştirdikleri araştırmada düzenlenen robotik yaz kampının düşük sosyoekonomik seviyeye sahip lise öğrencilerinin

inovasyon okuryazarlığı becerilerine etkisini incelemişlerdir. İlgili yaz kampı iki haftalık bir süreci kapsayan ve LEGO Mindstorms kitleri ile robotik etkinliklerin gerçekleştirildiği bir kamptır. Ön test ve son test içeren tek gruplu deneysel desene göre tasarlanan araştırmanın katılımcılarını 11. sınıfa giden 31 lise öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak okuma, matematik ve fen okuryazarlığı testleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda robotik yaz kampı katılımcıların en çok fen okuryazarlığı alanında gelişme gösterdikleri ve matematik ve okuma okuryazarlıklarının da desteklendiği ortaya konmuştur.

Wiebe, Unfried ve Faber (2018) ise araştırmalarında ilkokul ve lise arasındaki dönemde öğrencilerin STEM tutumları ve STEM alanlarında kariyer seçmeye yönelik ilgileri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Tarama modelindeki araştırmaya yaklaşık 15000 öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak ise STEM tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, temel demografik faktörlere bağlı olarak öğrencilerin STEM tutumları ve kariyer tercihleri arasında ilişki bulunduğunu ve kariyer tercihlerinin biyolojik/klinik ve doğa bilimleri kariyer alanlarında gruplandığını ortaya koymuştur. Ayrıca araştırmacılar, sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin STEM tutumlarının daha istikrarlı bir hale geldiğini ifade etmişlerdir.

Üniversite düzeyinde gerçekleştirilen bir araştırmada ise Kitchen, Sonnert ve Saddler (2018) yüksekokul ve üniversite düzeyindeki STEM yaz programlarının öğrencilerin STEM kariyer hedeflerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma verileri STEM beceri geliştirme programına katılan 27 yüksekokul ve üniversiteden elde edilmiştir. Bu bağlamda toplamda 845 program katılımcısı ve 15.002 kişiden oluşan gruptan elde edilen verilere lojistik regresyon modellemesi uygulanmıştır. Sonuçlar, STEM beceri geliştirme programına katılan öğrencilerin STEM alanlarında bir kariyer isteme olasılığının programa katılmayan öğrencilerin 1.4 katı olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar STEM yaz programlarının sayısının artırılması ve bu tip programların STEM'in gerçek yaşamdaki değerini vurgulayacak şekilde tasarlanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Freeman, Alston ve Winborne (2008) ise araştırmalarında STEM eğitime dayalı bir programın üniversite öğrencilerin STEM ilgilerine, tutumlarına, öğrenme stratejilerine ve motivasyonlarına etkilerini incelemişlerdir. Karma yöntem kullanılarak gerçekleştirilen araştırmanın çalışma grubu 30 üniversite öğrencisinden oluşmaktadır. Araştırmanın veri toplama araçları ise açık uçlu sorularında yer aldığı tutum anketi ve

motivasyon ve öğrenme stratejileri anketidir. Araştırma sonuçları, STEM eğitimine dayalı programın üniversite öğrencilerinin STEM tutumlarını, öğrenme deneyimlerini ve içsel motivasyonlarını desteklemede olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur.

Bunun yanında üniversite düzeyinde öğretmen adaylarının STEM eğitimi niteliklerini inceleyen araştırmalara da alanyazında rastlanmaktadır. Örneğin, Şatgeldi (2017) araştırmasında fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimindeki hazır bulunuşlukları ile ilgili bir ölçme aracı geliştirmeyi hedeflemiştir. Araştırma sonunda 7 faktörden ve 30 maddeden oluşan bir test geliştirmiştir. İlgili faktörler, mühendislik ve tasarım, bağlantı kurma, 21. yüzyıl becerileri, yerel/küresel problemler, performans değerlendirme, STEM alanlarına yönelik ilgi ve teknoloji kullanımı olarak sıralanmaktadır. Araştırmacı bu ölçme aracının öğretmenlerin bilgi ve becerilerine dair algılarının incelenerek STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulayıp uygulayamayacaklarının belirlenmesi ve hizmet içi eğitim gereksinimlerinin ortaya çıkarılmasında kullanılabileceğini belirtmiştir.

Bir başka araştırmada Delen ve Uzun (2018) hizmet öncesi dönemde öğretmen adaylarının STEM eğitimini nasıl uyguladıklarını incelemiştir. Bu amaçla, öğretmen adaylarına STEM eğitimleri verilmiş, konu ile ilgili makaleler ve örnekler incelenmiş, üniversite bünyesindeki mühendislik laboratuvarlarına geziler düzenlenmiş ve öğretmen adaylarından ders planları oluşturup STEM eğitime dayalı öğrenme ortamları tasarımları istenmiştir. Durum çalışmasına dayalı araştırmanın katılımcılarını ise 50 matematik öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırma verileri ise katılımcıların STEM eğitimi kapsamında tasarladıkları öğrenme ortamlarına yönelik hazırladıkları ders planları ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilmiştir. Araştırma sonucunda katılımcıların öğrenme ortamlarına matematik ve feni entegre edebildikleri ancak bu entegrasyonu tasarımlara yansıtma ve teknolojiyi ilişkilendirme konularında zorlandıkları belirlenmiştir.

Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen bir çalışmada ise Yıldırım ve Altun (2015) mühendislik uygulamalarını içeren STEM eğitiminin katılımcıların akademik başarısına etkisini araştırmışlardır. Bu bağlamda deney grubunda 41 ve kontrol grubunda 42 öğrenci yer alan bir deneysel desen kullanarak araştırmalarını gerçekleştirmişlerdir. Deney grubuna mühendislik uygulamalarını içeren STEM eğitimi ve kontrol grubuna mevcut öğretim programı uygulanmıştır. Araştırma verileri öğrenme düzeyi testi ile toplanmıştır. Çalışmada, mühendislik uygulamalarını içeren STEM

eğitiminin uygulandığı deney grubunun başarı düzeyinin mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır.

Benzer şekilde Marulcu ve Sungur (2012) gerçekleştirdikleri araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarını ve yöntem olarak mühendislik tasarımına bakış açılarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Kırk dört öğretmen adayı ile tarama modelinde gerçekleştirilen araştırmada veriler anket aracılığı ile toplanmıştır. Araştırma sonuçları, öğretmen adaylarının mühendisliği fen öğretiminde yararlı olarak değerlendirdiklerini ancak mühendislik tasarımını öğretim ortamına nasıl yansıtacaklarını bilmediklerini ortaya koymuştur.

Aydın-Günbatır, Tarkin-Celikkiran, Kutucu ve Ekiz-Kiran (2018) ise gerçekleştirdikleri araştırmada tasarım odaklı STEM eğitiminin öğretmen adaylarının alan bilgilerine, STEM kavramsallaştırmalarına ve mühendislik ve mühendislik tasarım sürecine ilişkin görüşlerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma, nicel boyutun ağırlıklı olarak yer aldığı karma desene göre modellenmiştir. Araştırma katılımcıları ise 8 kimya öğretmen adayıdır. Veri toplama aracı olarak ise kimya başarı testi, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve yansıtıcı formlar kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, etkinliklerin öğretmen adaylarının alan bilgilerini, STEM kavramsallaştırmaları desteklediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, araştırmada etkinliklerin öğretmen adaylarının mühendislik kavram bilgilerini geliştirdiği sonucuna da ulaşılmıştır. Araştırmacılar, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde mühendisliği bir meslek olarak tanımladıkları, uygulamadan sonra ise mühendisliği mühendislik tasarım problemi, tasarım süreçleri ve ürün odaklı bir anlayışla açıkladıklarını ifade etmişlerdir.

STEM eğitiminin öğretmen adaylarının STEM kavramsallaştırmasını konu alan bir başka çalışma ise Akaygün ve Aslan-Tutak (2016) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın katılımcıları 38 kimya ve matematik öğretmen adayıdır. Çalışmada STEM eğitimi modülün uygulanmasından önce ve sonra öğretmen adaylarının grup olarak hazırladıkları posterler analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları, uygulamadan sonra öğretmen adaylarının STEM kavramsallaştırmasının geliştiğini ve STEM alanlarına yönelik daha bütünsel bir bakış açısı geliştirdiklerini göstermiştir.

Bunun yanında öğretmenlerin hizmet içi eğitimde STEM eğitiminin desteklenmesini amaçlayan araştırmalara da literatürde rastlanmaktadır. Örneğin, Pinnell ve diğerleri (2013) okullarda STEM eğitiminin niteliğini ve uygulanabilirliğini arttırmak amacıyla

geliştirilen *STEM eğitimi kalite çerçevesi* programının etkilerini değerlendirmişlerdir. Bu bağlamda, öğretmenlerin mühendislik ve tasarım bilgilerini desteklemeye odaklanan altı haftalık programa 10 öğretmen ve 5 öğretmen adayı katılmıştır. Program içeriği ise sorgulama temelli öğrenme, STEM eğitiminin kavramsal çerçevesi ve öğretmenlerin becerilerini geliştirmeyi hedefleyen atölye çalışmaları ve etkinliklerdir. Katılımcı grubu program sonrasında mühendislik alanında çalışan uzmanlarla bir araya gelmiş ve etkinlikler geliştirmişlerdir. Program çıktılarını değerlendiren araştırmacılar, katılımcıların STEM becerilerini geliştirdiklerini ve okullarında STEM eğitiminin uygulamasında öncü olma potansiyeline sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Wang ve diğerleri (2011) ise gerçekleştirdikleri araştırmada STEM eğitime yönelik bir yıllık süreyle hizmet içi eğitim alan öğretmenlerin STEM entegrasyonu ile ilgili inançlarını ve algılarını incelemişlerdir. Durum çalışması olarak tasarlanan araştırmanın katılımcı grubunu 3 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırmaya ilişkin verilerin toplanmasında ise doküman analizi, sınıf gözlemleri ve görüşmelerden yararlanılmıştır. Araştırmada, öğretmenlerin problem çözme becerisinin mühendisliği, fen ve matematiğe entegre etmede önemli bir rol oynadığına inandıkları ve sınıf uygulamalarında farklı form ve düzeylerde mühendislik entegrasyonu gerçekleştirdikleri sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca araştırmacılar, mühendislik entegrasyonu için öğretmenlerin daha çok alan bilgisine ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir.

Knezek, Christensen ve Tyler-Wood (2011) ise araştırmalarında öğretmen ve öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına ve STEM kariyerlerine yönelik ilgilerini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Tarama modeli kullanılan araştırmanın katılımcıları, 60 ortaokul öğrencisi, 11 öğretmen ve 58 öğretmen adaydır. Veri toplama aracı olarak ise STEM semantik ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, ortaokul öğrencilerinin fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve STEM alanlarında kariyer ilgilerinin öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Mevcut literatürde sınırlı düzeyde de olsa özel yetenekli öğrenciler ile gerçekleştirilmiş STEM eğitime yönelik araştırmalar bulunmaktadır. Örneğin Mullet, Kettler ve Sabadini (2018) özel yetenekli öğrencilerin STEM eğitime yönelik fikirlerini incelemişlerdir. Durum çalışması olarak tasarlanan araştırmanın katılımcıları liseyi bitirerek üniversiteye yerleşmiş özel yetenekli birinci sınıf öğrencileridir. Araştırma verileri öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilmiştir. Araştırma

sonucunda öğrencilerin STEM algılarının STEM öğrenme ortamı, kurumsal destekler, sosyal destekler, öğretmen nitelikleri, öğrenmeye aktif katılım ve öğrencilerin yeteneklerine ilişkin özalgı olmak üzere altı kategoride toplandığı görülmüştür.

Benzer bir araştırmada Ayverdi (2018) ise fen eğitiminde mühendislik, matematik ve teknolojinin kullanımını içeren STEM eğitimi etkinliklerinin 5E modeline entegre edilmesi ile oluşturulan öğretim tasarımının, özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, bilimsel süreç becerileri ve mühendislik becerileri üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Karma yöntem araştırma desenlerinden gömülü desene göre tasarlanan araştırmanın çalışma grubunu özel yetenekli olarak tanılanan ve ortaokul düzeyinde öğrenim gören toplam 41 öğrenci ($N = 21$ deney grubu ve $N = 20$ kontrol grubu) oluşturmaktadır. Deney grubuna STEM eğitimi etkinliklerinin 5E modeline entegre edilmesi ile oluşturulan öğretim programı uygulanırken kontrol grubuna Bilim ve Sanat Merkezi'nin mevcut öğretim programı uygulanmıştır. Araştırmanın verileri ise bağlam temelli bilimsel yaratıcılık testi, gözlem ve görüşme formları ve öğrencilerin kullandıkları mühendislik tasarım döngüsü dokümanları ile elde edilmiştir. Araştırma sonucunda deney ve kontrol grupları arasında bilimsel yaratıcılık son test puanları açısından deney grubu lehinde anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın nitel bulguları ise STEM eğitimi etkinliklerinin 5E modeline entegre edilmesi ile oluşturulan öğretim programının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve mühendislik becerilerini uygulama sürecinde daha fazla kullanmalarını sağladığını ortaya koymuştur.

Özçelik ve Akgündüz (2018) ise okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen STEM eğitiminden özel yetenekli öğrencilerin elde ettikleri kazanımları incelemiştir. Durum çalışmasına göre tasarlanan araştırmanın katılımcı grubunu ortaokul düzeyindeki 25 özel yetenekli öğrenci oluşturmaktadır. Uygulama sürecinde ise 2 haftalık dönemde toplam 32 saat süren STEM eğitimi gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak öğrencilerin neler öğrendiği, hangi becerileri elde ettiği, etkinlikten öğrendiklerini nasıl kullanacakları gibi soruları içeren etkinlik değerlendirme formları ve gözlemler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik bilgilerini ve yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerilerini desteklediği sonuçlarına ulaşılmıştır. Araştırmacılar, özel yetenekliler alanında STEM eğitime ilişkin fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu belirterek farklı disiplinlerin ağırlıklarının değiştirildiği çeşitli uygulamalara STEM eğitiminde yer verilebileceğini belirtmişlerdir.

Ulaşılan araştırma literatüründe yer alan STEM eğitime ilişkin durum tespitine ve STEM eğitiminin katılımcı grupları üzerindeki etkilerine yönelik araştırmalara genel olarak bakıldığında, eğitim düzeyi bağlamında öne çıkan nitelikler şu şekilde sıralanabilir:

- Okul öncesi dönemde gerçekleştirilen araştırmalar STEM eğitiminin uygulanabilirliğine ve temel düzeyde kavram ve beceri gelişimine odaklanmaktadır.
- İlkokul ve ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen araştırmalar öğrencilerin STEM alanlarına yönelik bilgi, ilgi, beceri, tutum ve mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir. Benzer bir durum lise düzeyindeki araştırmalar için de geçerlidir.
- Üniversite düzeyinde özellikle öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik bakış açısı, ilgi ve tutum özelliklerini inceleyen araştırmalar bulunmaktadır. Ayrıca hizmet öncesi öğretmen eğitiminde STEM disiplinlerinin entegrasyonu önemli bir çalışma konusudur. STEM eğitimi uygulama bilgi ve becerilerini geliştirmeye ve değerlendirmeye yönelik araştırmalara da literatürde rastlanmaktadır. Aynı durum hizmet içi öğretmen eğitimi için de geçerlidir.
- Özel yetenekli öğrenciler bağlamında ise sınırlı düzeyde de olsa öğrencilerin STEM alanlarına yönelik bilgi, beceri ve düşüncelerini inceleyen araştırmalar bulunmaktadır.
- STEM eğitimi araştırmaları hem okul içi hem de okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen öğretim uygulamalarını farklı öğretim düzeyleri için kapsamaktadır.

Ulaşılan alanyazın STEM eğitiminin tüm eğitim kademelerinde uygulanabileceğine yönelik ipuçları sunmaktadır. Ancak özellikle hizmet öncesi öğretmen eğitiminde STEM disiplinlerinin nasıl entegre edileceğine dair farklı araştırma gereksinimleri görülmektedir. Bunun yanında, özel yetenekli bireylere yönelik güncel literatür bu öğrenci grubuna yönelik uygulamalı araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

2.2.3. STEM Eğitiminde Astronomi ile İlgili Konuları İçeren Araştırmalar

Astronomi fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin gelişmesine destek veren ve bu alanlardaki gelişmelerden doğrudan etkilenen dinamik bir yapıya sahiptir (Percy, 2006).

Bu alt bölümde ulaşılan araştırma literatüründe astronomi ve STEM eğitimini konu alan araştırmalara yer verilmiştir.

Alanyazında astronomi ve STEM alanlarına yönelik ilgi ve kariyer seçimini konu alan geniş katılımcı gruplarına yönelik gerçekleştirilen araştırmalara rastlanmaktadır. Örneğin, Bergstrom, Sadler ve Sonnert (2016) gerçekleştirdikleri araştırmada ortaokul ve üniversiteye başlama arasındaki dönemde astronomiye yönelik kariyer seçiminde öğrenci ilgisinin gelişimini incelemişlerdir. Bu amaçla, 15847 kişiye tarama yöntemine dayalı olarak bir kariyer eğilimi anketi uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, ortaokul öğrencilerinin astronomiye yönelik ilgilerinin oldukça yüksek olduğunu ancak eğitim düzeyi arttıkça bu ilginin çok ciddi bir şekilde düştüğünü, ancak astronomi ilgisi azalan öğrencilerin ağırlıklı olarak diğer STEM disiplinlerine yöneldiğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar astronomiye yönelik ilgi ve STEM alanlarına yönelme arasında önemli bir ilişki olduğunu vurgulamışlardır.

Benzer bir araştırmada ise Corin, Jones, Andre ve Childers (2017) Amerika Birleşik Devletleri'nde yetişkinlerin sahip oldukları hobiler ile ilgi alanları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Tarama modelinin kullanıldığı araştırmaya astronomi, kuş gözlemciliği, elektronik/robotik ve fosil toplama gibi farklı alanlarda hobilere sahip 2838 yetişkin katılmış ve bu katılımcılara anket uygulanmıştır. Araştırmada, astronomi hobisinin en çok karşılaşılan hobi türü olduğu, astronomi hobisine sahip toplam 879 yetiştikten % 51.7'inin üniversite mezunu olduğu ve % 38.8'inin lisansüstü eğitimlerini tamamladıkları belirlenmiştir. Katılımcıların astronomi hobilerinin kaynağı ise % 11.2 oranla ortaokul eğitimi, % 20.5 oranla üniversite eğitimi ve % 29.4 oranla müzeler ve bilim merkezlerinde yaşadıkları deneyimlerdir. Araştırmacılar, astronomi hobisi gibi genç yaşlarda oluşan hobilerin çocukluk deneyimlerinden etkilendiğini, astronomi hobisinin STEM alanlarında yaşam boyu öğrenmeyi teşvik ettiğini ve bireylerin hobileri ile ilgili STEM alanlarında öğrenmeye yatkın olduklarını ifade etmişlerdir.

Alanyazın STEM eğitimi kapsamında tasarlanan etkinlikleri konu alan araştırmaları da içermektedir. Bu araştırmalardan birisinde, Costa, Patricio, Carranca ve Farropo (2018) STEM eğitimi kapsamında geliştirdikleri artırılmış gerçekliğe dayalı mobil bir oyun olan SolarSystemGO oyununun öğrencilerin astronomiye yönelik ilgi ve bilgilerine etkisini incelemişlerdir. Nitel yaklaşımın kullanıldığı araştırmada veriler araştırmacı gözlemleri ile toplanmıştır. Araştırma sonuçları, uygulamanın astronomiye yönelik ilgi

oluşturma ve farklı disiplinlerarası konuların öğretilmesi açılarından etkili olduğunu göstermiştir.

Diğer bir araştırmada, Sandri ve diğerleri (2018) ilk ve ortaokul öğrencilerine astrofizik öğretimi için Bologna Ulusal Astrofizik-Uzay Bilimleri Gözlemevi Enstitüsü (INAF - OAS) tarafından geliştirilen STEM eğitime dayalı etkinliklerin tanıtımını amaçlamışlardır. Önerilen etkinlikler, öğrencilerin astronomi, astrofizik ve uzay araştırmaları alanlarında çalışan uzmanlarla bir araya gelmesine ve öğrencilerin fen ve teknoloji alanlarında ilgilerinin desteklenmesine dayalıdır. İlgili etkinlikler tasarım süreçlerine dayalı takımyıldızlarını aydınlatalım, hayalet avı, Rosetta'nın büyük yolculuğu ve Scratch ile kodlama olarak sıralanabilir. Ancak araştırmacılar ilgili etkinliklerin katılımcılar üzerindeki etkilerine yönelik herhangi bir ölçme uygulaması gerçekleştirilmemiştir.

Astronomi temelli STEM eğitime yönelik uygulamaların okul dışı öğrenme ortamlarında özellikle de bilim kamplarında gerçekleştirilmesini konu alan araştırmalarda alanyazın da yer almaktadır. Örneğin, Hoffman ve diğerleri (2018) kız öğrencilerin STEM konularında erkek öğrenciler ile benzer başarı düzeyine sahip olmasına karşın STEM alanlarında kariyer seçmelerine yönelik ilgilerinin düşük olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda kız öğrencilere yönelik olarak gerçekleştirilen bilim kampına 10 - 13 yaş aralığındaki 15 öğrenci katılmıştır. *DU SciTech* kampı, astronomi aracılığı ile kız öğrencilerin STEM alanlarında kariyer seçmelerine yönelik ilgilerini desteklemeyi amaçlamış ve öğrenciler sorgulamayı temel alan etkinlikler gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca katılımcılar, STEM alanlarında uzmanlaşmış kadın bilim insanları ile bir araya gelmişlerdir.

Ayrıca alanyazında STEM eğitime ilişkin büyük çaplı projeler içerisinde de astronomiye yer verilen araştırmalara rastlamak mümkündür. Örneğin, Brzozowy ve diğerleri (2017) araştırmalarında Horizon 2020 çerçeve programı kapsamında desteklenen *STEM4youth* projesinin tanıtımını gerçekleştirmişlerdir. Bu proje, ortaokul ve lise öğrencileri için STEM eğitime yönelik bütüncül bir yaklaşıma dayalıdır. Projenin temel amacı, ortaokul ve lise öğrencileri için kapsamlı ve çok disiplinli bir eğitim içeriği oluşturmaktır. Bu bağlamda, proje ekibi formal ve informal ortamlarda gerçekleştirilebilecek bilim şenlikleri ve açık bilim uygulamaları gibi etkinlikler tasarlamışlardır. Projenin odaklandığı disiplinler ise matematik, fizik, astronomi, kimya, mühendislik ve tıptır. Araştırmacılar astronominin STEM eğitimindeki yerini günlük

yaşama, bilimsel gelişmelerle ve diğer disiplinlerle doğrudan ilişkili olma olarak belirtmişlerdir.

Ulaşılan literatürde STEM eğitiminde astronomi ile ilgili konuları içeren çalışmalara genel olarak bakıldığında araştırmaların özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Astronomi ve STEM alanlarına yönelik ilgi ve kariyer seçimi ilişkisi
- STEM eğitimi kapsamında tasarlanan astronomi etkinlikleri
- STEM eğitime ilişkin büyük çaplı projeler içerisinde bir disiplin olarak astronomi

Astronomiyi konu alan STEM eğitimi araştırmalarının ulaşılan alanyazında oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca bu araştırmalardan çok küçük bir bölümünde astronomiye yönelik etkinlik geliştirme konusunu ele alınmış ve öğrenme çıktıları değerlendirilmiştir. Buna ek olarak, alanyazın astronominin STEM eğitiminin en temel hedeflerinden birisi olan bireylerin STEM alanlarında kariyer seçimlerini destekleme konusunda etkili olduğunu da göstermektedir.

Araştırmanın kuramsal çerçevesi kapsamında ulaşılan alanyazın bütünsel olarak değerlendirildiğinde, temeline bilimsel sorgulamayı alarak öğrencilerin içerik ile aktif şekilde etkileşimine ve kendi deneyimleri ile öğrenmelerine olanak sağlayan yaklaşımların STEM eğitiminde etkili olduğu, eğitim düzeyi bağlamında özellikle hizmet öncesi öğretmen eğitiminde ve özel yetenekli öğrencilerinin eğitiminde araştırmalara ihtiyaç duyulduğu ve astronomiyi konu alan uygulamalı araştırmaların sınırlı düzeyde literatürde yer aldığı söylenebilir. Bu bağlamda, mevcut araştırmanın STEM eğitiminin doğasına uygun şekilde astronomi etkinliklerinin geliştirilmesini ve bu etkinliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanarak bütünsel ve çok boyutlu olarak değerlendirilmesini konu alması açısından alanyazına katkı sağlayacak nitelikte olduğu düşünülmektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, sırasıyla araştırmanın yöntemi, çalışma grubu, veri toplama araçları, araştırmanın uygulanması, verilerin analizi ve araştırmanın iç ve dış geçerliği ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Yöntemi

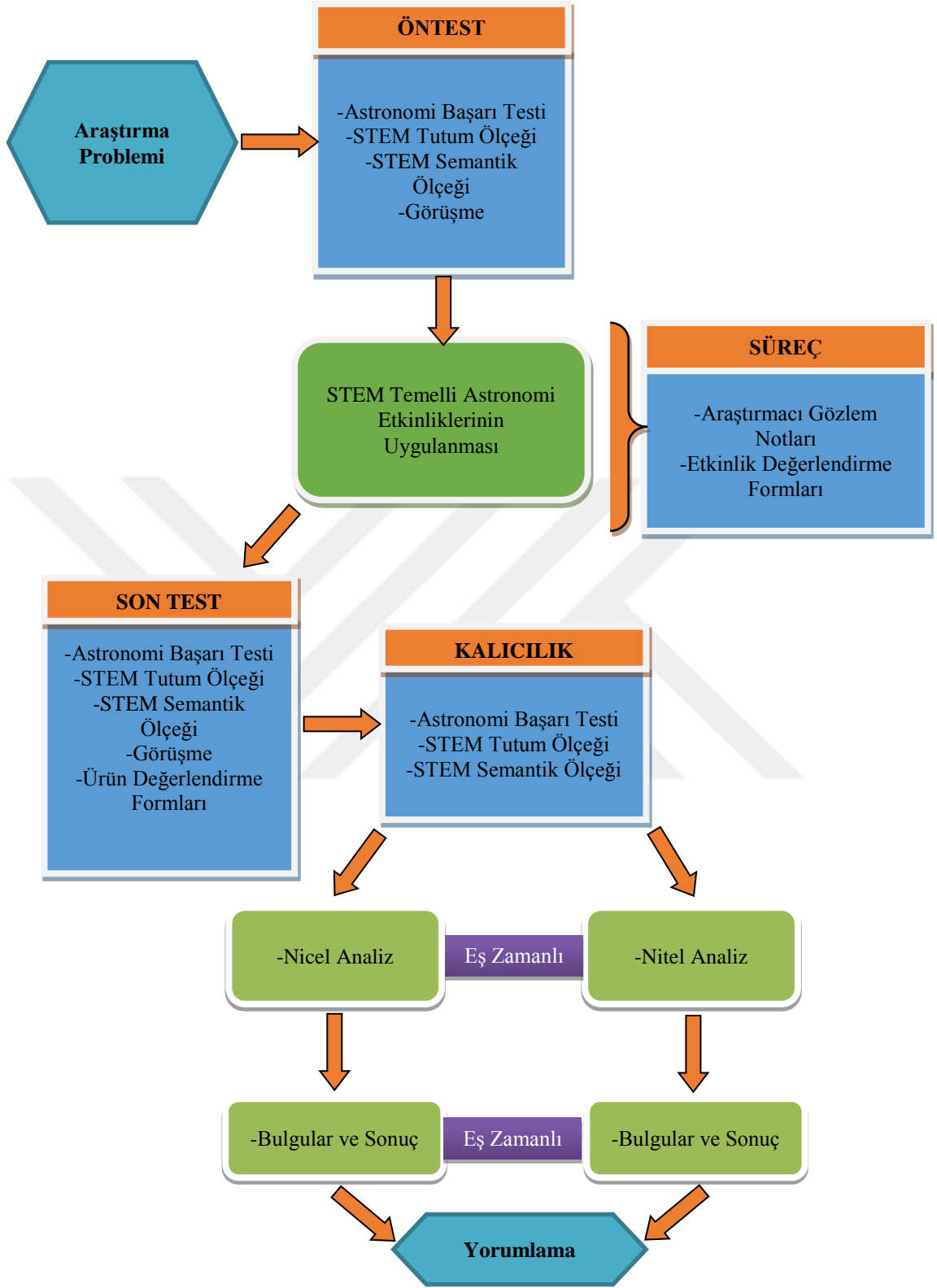
Mevcut çalışma, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilen astronomi temelli STEM eğitiminin katılımcı ve etkinlik boyutlarında değerlendirilmesini konu almaktadır. Araştırma sürecinde, nicel ve nitel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Morse (2016), araştırma konusuna bağlı olarak nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanılmasının, her iki araştırma yönteminin sınırlılıklarının azaltılmasında ve araştırma problemine ilişkin daha açıklayıcı kanıtların elde edilmesinde oldukça yararlı olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda, araştırmada nicel araştırma yöntemleriyle elde edilen verilerin, daha kapsamlı ve derinlemesine değerlendirilebilmesi amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Araştırma, nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte yer aldığı karma yöntem desenlerinden gömülü desene göre modellenmiştir (Creswell ve Plano Clark, 2017). Gömülü desen, farklı araştırma problemlerine yanıt arandığı, tek tür veri setinin araştırma probleminin cevaplanması için yeterli olmadığı ve farklı türde problemlerin farklı veri setlerini gerektirdiği durumlarda tercih edilen bir karma yöntem türüdür (Creswell, 2012; Creswell ve Plano Clark, 2017). Bu yöntemin kullanıldığı araştırmalarda, nicel ve nitel veriler toplanarak veri setleri elde edilir. Farklı türdeki iki veri seti ayrı ayrı analiz edilir. Bu veriler

genellikle farklı araştırma problemlerini cevaplamak için kullanılır. Araştırma sürecinde veya sonrasında toplanan destekleyici veri, nitel veya nicel özellikte olabilir. Bu durum, çalışmanın problemi veya tasarımı ile ilgilidir (Creswell, 2012; Creswell ve Plano Clark, 2017; Morse, 2016). Gömülü desenin araştırmada tercih edilmesinin temel nedeni, eş zamanlı veya sıralı olarak nicel ve nitel verilerin toplanabilmesine olanak sağlaması, aynı zamanda araştırmadan elde edilen farklı veri türlerinin diğer verileri destekleyici olarak kullanılabilmesidir (Creswell, 2012; Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012).

Araştırmanın nicel aşamasında, iki farklı çalışma grubu üzerinde uygulanan deneysel bir işlemin, çalışma grupları üzerinde oluşturduğu etkiyi belirlemek amacıyla ön test, son test ve kalıcılık testlerinin yer aldığı zayıf deneysel desen modeli kullanılmıştır (Leedy ve Ormrod, 2005). Bu desende, çalışma grubu üzerinde gerçekleştirilen bir uygulamanın etkisi, ölçümlerin karşılaştırılması ile elde edilir (Fraenkel ve diğerleri, 2012). Çalışmanın nicel boyutunda, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgi, STEM tutum ve STEM ilgi düzeylerindeki değişime ve kalıcılığın etkisi incelenmiştir.

Araştırmanın nitel aşamasında durum çalışmasından yararlanılmıştır. Merriam (2009)'e göre durum çalışması, tekli veya çoklu durumlara ilişkin ortam, birey, süreç veya olay gibi değişkenleri bütüncül bir bakış ile inceler. Araştırmacılar, süreçte bu değişkenlerin ilgili durumu nasıl etkilediklerini ve ilgili durumdan nasıl etkilendiklerini temel alarak, derinlemesine ve detaylı betimlemelerde bulunmayı amaçlarlar. Bu durum (case), tek bir birey, grup, etkinlik veya olay (bir öğrenci, bir öğretmen grubu veya yeni bir ders programının uygulanması gibi) olabilir (Creswell, 2012). Mevcut araştırmada, uygulanan etkinlikler ve etkinliklerin katılımcılar üzerindeki etkileri durum olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda araştırmada, etkinliklerin katılımcıların STEM yaklaşımlarını ve fen ve mühendislik uygulamaları becerilerini nasıl etkilediği, etkinliklerin STEM eğitiminin doğasını ne kadar yansıttığı ve etkinliklerde oluşturulan ürünlerin nitelikleri incelenmiştir.

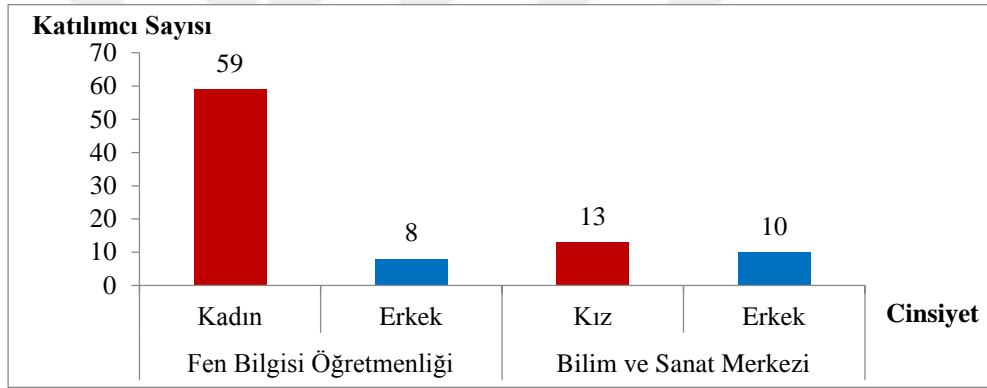
Araştırmanın modeli Şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1 Araştırmanın modeli

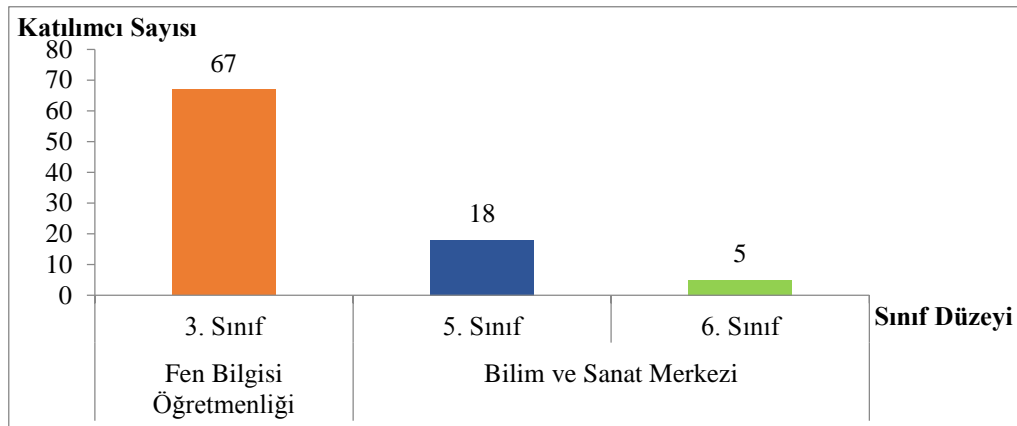
3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2016-2017 eğitim-öğretim yılı güz ve bahar yarıyıllarında Batı Anadolu Bölgesi'nde yer alan bir üniversitenin eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan 67 Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi ve aynı bölgede bulunan bir Bilim ve Sanat Merkezine (BİLSEM) devam eden 23 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma grupları, kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi, çalışma grubunun rastgele veya sistematik rastgele olmayan tekniklerle seçilmesinin zor olduğu durumlarda tercih edilebilir (Fraenkel ve diğerleri, 2012). Bu örnekleme yöntemi, araştırmacıya zaman ve kolay uygulama yapabilme açılarından oldukça katkı sağlar (Leedy ve Ormrod, 2005). Katılımcıların cinsiyete ve sınıf düzeyine göre dağılımını gösteren grafikler sırasıyla Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te sunulmuştur.



Şekil 3.2 Katılımcıların cinsiyete göre dağılımı

Şekil 3.2 incelendiğinde öğretmen adaylarının 59'unun kadın ve 8'inin erkek, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ise 13'ünün kız ve 10'unun erkek olduğu görülmektedir.



Şekil 3.3 Katılımcıların sınıf düzeyine göre dağılımı

Şekil 3.3'e bakıldığında 67 katılımcının Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi, 18 katılımcının Bilim ve Sanat Merkezi 5. sınıf öğrencisi ve 5 katılımcının ise Bilim ve Sanat Merkezi 6. sınıf öğrencisi olduğu anlaşılmaktadır.

Öğretmen adayları, merkezi yerleştirme sınavı ile ilgili programa yerleşmişlerdir. Öğretmen adaylarının genel demografik özelliklerine bakılacak olursa Türkiye'nin farklı şehirlerinden eğitim fakültesine geldikleri ve genel olarak orta düzey sosyo-ekonomik seviyede ailelere mensup oldukları söylenebilir. Öğretmen adayları, dört yıllık eğitim-öğretim süreci sonrasında ortaokul düzeyinde Fen Bilimleri derslerini yürüteceklerdir. Temel fizik, kimya ve biyoloji derslerini önceki dönemlerde almışlardır. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının çalışma grubu olarak belirlenmesine Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından 2016 yılında yayınlanan ve Türkiye'de STEM eğitime geçiş için öneri niteliğinde atılması gereken adımlar başlığı altında sunulan, "STEM eğitimi öğretmen yetiştirme öğretim programlarına entegre edilebilir ve öğretmenlerin STEM eğitimi yaklaşımını benimseyecek şekilde yetiştirilmesi sağlanabilir." düşünceleri temel oluşturmaktadır (MEB, 2016a). İki şubeye (A şubesi 34 kişi ve B şubesi 33 kişi) ayrılan öğretmen adayları için uygulamalar, Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I ve II dersleri kapsamında haftada ikişer saatlik derslerle ve ek atölye çalışmaları ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışma grubu olarak belirlenen Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ise devlet okulu veya özel okula devam eden, Bilim ve Sanat Merkezinin oluşturduğu programa göre bireyselleştirilmiş eğitim programına tabi çocuklardır. Çalışma grubunun tamamı genel zihinsel yetenek alanında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisidir. Genel zihinsel yetenek alanı resim ve/veya müzik yetenek alanında tanılanmayan özel yetenekli öğrencileri ifade eder (MEB, 2015). Öğrenciler genel olarak orta düzey sosyo-ekonomik seviyede ailelere mensupturlar. Öğrencilerden il merkezinde öğrenim görenler hafta içi ve ilçelerde öğrenim görenler hafta sonu olmak üzere Bilim ve Sanat Merkezine iki grup halinde devam etmektedir.

Gelişmiş ülkeler için kendi araştırma ve geliştirme birimlerinde çalışacak, bilim ve teknoloji üretecek, donanımlı ve yaratıcı bireylerin eğitimlerinin desteklenmesi önceliklidir. Üstün yetenekli bireylerin eğitime yönelik çalışmalar ülkelerin politik stratejilerinin gelişmesi ve kalkınması adına çok önemlidir (MEB, 2013). Ayrıca, ortaokul düzeyi STEM alanlarına yönelik farkındalık oluşturma ve çocukların ilgi ve

yetenekleri doğrultusunda gelecekteki mesleklere yönelme konularında en uygun yaş düzeylerinden birisidir (George, Stevenson, Thomason ve Beane, 1992). Bu bağlamda, STEM eğitimin üretim ve kariyer odaklı yapısı, Bilim ve Sanat Merkezlerinin hedefleri ile örtüşmekte ve genç yaştaki Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin gelişimlerini destekleyecek niteliktedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için uygulamalar, hafta içi ve hafta sonu grupları için haftada ikişer saatlik derslerle ve ek atölye çalışmaları ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın iki farklı çalışma grubu ile gerçekleştirilmesinin temel nedeni, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin, geleceğin STEM eğitimcileri olan Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına ve Ar-Ge alanlarında Türkiye'nin bilim ve teknoloji insan gücünü oluşturması beklenen Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine etkilerini bütünsel olarak değerlendirebilmektir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri, etkinliklerin ve katılımcıların değerlendirilmesi amacıyla toplanmıştır. Araştırma sürecinde uygulanan 4 modüle bağlı olarak, Okulu (2012) tarafından geliştirilen ve temel astronomi konularına yönelik hazırlanan astronomi başarı testi, Faber ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen ve Yıldırım ve Selvi (2015) tarafından Türkçeye uyarlanan STEM tutum ölçeği ve Tyler-Wood, Knezek ve Christensen (2010) tarafından geliştirilen ve araştırmacı tarafından Türkçeye uyarlanan STEM semantik ölçeği katılımcılara ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Kalıcılık testleri ise son test uygulamalarından yaklaşık 4 ay sonra gerçekleştirilmiştir. Ayrıca uygulama öncesinde ve sonrasında katılımcılarla yarı yapılandırılmış görüşme tekniğine dayalı görüşmeler gerçekleştirilmiş, etkinliklerinin katılımcılara etkisini doğrudan ve derinlemesine inceleyebilmek amacıyla da araştırmacı gözlemlerinden yararlanılmıştır. Etkinliklerin değerlendirilmesi için ise araştırmacı tarafından geliştirilen etkinlik değerlendirme formları kullanılmıştır. Son olarak, STEM eğitiminin ürün odaklı yapısına uygun şekilde katılımcı ürünlerini değerlendirmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen özgün ürün değerlendirme formlarından faydalanılmıştır.

3.3.1. Astronomi Başarı Testi

Astronomi başarı testi, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulanmasından önce katılımcıların temel astronomi konu ve kavramlarına yönelik bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla ön test, uygulanan etkinliklerin etkisinin belirlenmesi amacıyla son test ve etkinliklerde yer alan kavram ve konuların hatırlanma düzeylerinin saptanması amacıyla kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Başarı testi Okulu (2012) tarafından, ilkokul ve ortaokul Fen Bilimleri, Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilgiler programları ile konuyla ilgili lisans bölümlerinin ders içerikleri taranarak ve literatürde yer alan astronomi eğitime yönelik araştırmalarda kullanılan ölçme araçlarından yararlanılarak geliştirilmiştir. İlgili test, her bir soru için 5 öncülün yer aldığı çoktan seçmeli 30 sorudan oluşmaktadır. Ölçme aracı, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanmış ve testin güvenilirliği Kuder-Richardson güvenilirlik katsayısı (KR-20) ile 0,58 olarak hesaplanmıştır.

Ölçme aracının araştırmanın çalışma gruplarına yönelik olarak yeniden düzenlenmesi iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda öncelikle 30 sorudan oluşan ölçme aracı ortaokul öğrencilerine pilot çalışma için uygulanmış, ardından madde güçlük indeksi, madde ayırt edicilik indeksi ve kapsam geçerliliği temel alınarak düzenlenmiştir. Sonrasında düzenlenmiş ölçme aracı, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanmış, madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri temel alınarak değerlendirilmiştir. Bu süreç sonunda ölçme aracı iki çalışma grubu için de uygulanabilir hale getirilmiştir.

Madde analizlerinde madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indekslerinden yararlanılmıştır. Herhangi bir konuya yönelik bilgi veya başarı düzeyini ölçen ölçme araçlarında madde güçlük indeksi değeri 0 ve +1 arasında değer alır. Madde güçlük indeksi 0'a yaklaştıkça test maddesi zorlaşırken, +1'e yaklaştıkça maddenin kolaylaştığı ifade edilebilir. Geliştirilen testlerde madde güçlük indeksinin .50 temel alınmak üzere, .20 ile .80 arasında değer alması beklenir (Haladyna, 2016; Tuckman ve Harper, 2012). Madde ayırt edicilik indeksi ise, başarı veya bilgi ölçen bir ölçme aracında maddenin, test genelinden yüksek puan veya düşük puan alan öğrencileri ayırt edip etmediğini belirlemek için kullanılır (DeVellis, 2017). Madde ayırt edicilik indeksi -1 ile +1 arasında değer alabilir. Test maddesinin madde ayırt edicilik indeksi +1'e yaklaştığında maddenin ayırt ediciliğinin arttığı, -1'e yaklaştığında ise maddenin ayırt ediciliğinin

azaldığı yorumu yapılabilir. Madde ayırt edicilik indeksinin yüksek olması testin güvenilirliğini etkiler. Madde ayırt edicilik indeksinin pozitif yönde .20'den yüksek olması beklenir. Madde ayırt edicilik indeksi değeri .19'un altında kalan maddeler ya değiştirilmeli ya da testten çıkarılmalıdır. Madde ayırt edicilik indeksi değerinin .20 ve .29 değerleri arasında olması, ilgili maddenin gerekli durumlarda kullanılabileceğini, .30 ve .39 değerleri arasında olması, maddenin iyi bir ayırt edici olduğunun ve .40'ın üzerinde olması ise maddenin çok iyi bir ayırt edici olduğunun göstergesidir (DeVellis, 2017; Haladyna, 2016; Tuckman ve Harper, 2012).

Ölçme aracının pilot çalışmasının ilk aşamasında astronomi başarı testi 282 ortaokul öğrencisine (5. sınıf=170 ve 6. sınıf=112) uygulanmış ve veriler ITEMAN 3.0 madde analiz programı ile klasik test teorisine göre analiz edilmiştir. Tablo. 3.1'de ortaokul öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testine ait maddelerin, madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksi değerlerine yer verilmiştir.

Tablo. 3.1

Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testine İlişkin Madde Güçlük İndeksi ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerleri

Madde	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi	Madde	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	.65	.37	16	.40	.52
2	.39	.47	17	.42	.33
3	.43	.31	18*	.19	.05
4*	.23	.05	19	.31	.34
5*	.22	.01	20	.29	.40
6	.41	.42	21*	.14	.03
7	.39	.46	22	.45	.35
8	.44	.35	23	.43	.37
9	.43	.33	24	.46	.31
10	.44	.31	25	.39	.36
11*	.25	.01	26*	.15	.01
12*	.22	.07	27*	.18	.13
13	.42	.44	28*	.17	.06
14	.43	.32	29	.35	.34
15	.35	.41	30	.37	.36

*Madde ayırt edicilik ve madde güçlük indekslerine göre ölçme aracından çıkarılan maddeler

Tablo. 3.1'e göre madde güçlük indeksi değerleri de göz önünde bulundurularak madde ayırt edicilik indeksi değeri .20'nin altında olan maddeler ölçme aracından çıkarılmıştır. Bu süreçte, birisi fen ve diğeri astronomi eğitiminde uzman iki araştırmacıdan çıkarılan

maddeler ile testin kapsam geçerliliğinin etkilenmeyeceği görüşü alınmıştır.

Bu bağlamda, 4, 5, 11, 12, 18, 21, 26, 27 ve 28 numaralı sorular ölçme aracından çıkarılmış ve astronomi başarı testi 21 soruya düşürülmüştür. Pilot uygulamalar sonrasında çıkarılan maddelerden 11, 18, 21, 26 ve 27 numaralı maddeler uzamsal düşünme becerisi gerektiren sorulardır. Örneğin, “Dünya Güneş’in etrafında eliptik bir yörüngede dolanmaktadır. Dünya’nın, Güneş etrafındaki yörüngesinin, tam bir daire biçimine dönüştürdüğünüzü hayal ediniz. Bu durumda bütün yıl boyunca Dünya ile Güneş arasındaki uzaklık hiç değişmeyecektir. Böyle bir durum mevsimleri nasıl etkilerdi? a) Dört mevsim eskisinden çok daha farklı olurdu. b) Sadece yaz ve kış mevsimleri gözlenirdi c) Sadece ilkbahar ve sonbahar mevsimleri gözlenirdi. d) Yine eskisi gibi dört mevsimin gözlenmesine devam edilirdi. e) Mevsimler arasındaki farklılıklar ortadan kalkardı ve tek bir mevsim gözlenirdi.” maddesi üç boyutlu uzayda gök cisimlerinin hareketleri temelinde cevaplanabilecek bir sorudur. Uzamsal düşünme, iki boyutlu olarak sunulan bir durumu zihinde üç boyutlu olarak düşünebilme anlamına gelmektedir (Barnea ve Dori, 1999). Uzamsal düşünme becerisi genel olarak ortaokul düzeyindeki öğrencilerde gelişmemiş olabilir ve öğrenciler uzamsal düşünme becerisi gerektiren konuları anlamakta sorun yaşayabilirler (Barnea ve Dori, 1999; Padalkar ve Ramadas, 2011). Ölçme aracından çıkarılan diğer sorular ise astronomi tarihi, teleskop türleri ve uzay kavramına yönelik sorulardır.

Tablo 3.2’de ortaokul öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testine ait ortalama madde güçlük indeksi, ortalama madde ayırt edicilik indeksi ve KR-20 güvenilirlik katsayısı değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 3.2

Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testine Ait Ortalama Madde Güçlük İndeksi, Madde Ayırt Edicilik İndeksi ve KR-20 Katsayısı Değerleri

Madde Sayısı	Ortalama Madde Güçlük İndeksi	Ortalama Madde Ayırt Edicilik İndeksi	KR-20 Katsayısı
21	.41	.38	.63

Tablo 3.2 incelendiğinde ortaokul öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testine ait ortalama madde güçlük indeksinin .41, ortalama madde ayırt edicilik indeksinin .38 ve KR-20 güvenilirlik katsayısının .63 olduğu görülmektedir. Bu bağlamda ortaokul öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testinin iyi düzeyde ayırt ediciliğe sahip

olduğu söylenebilir (Tuckman ve Harper, 2012). Ölçme aracının pilot çalışmasının ikinci aşamasında 30 sorudan 21 soruya düşürülen astronomi başarı testi, 227 Fen Bilgisi Öğretmen adayına uygulanmış ve veriler ITEMAN 3.0 madde analiz programı ile klasik test teorisine göre analiz edilmiştir.

Tablo. 3.3’de öğretmen adaylarına uygulanan astronomi başarı testine ait maddelerin, madde güçlük indeksi ve ayırt edicilik indeksi değerlerine yer verilmiştir.

Tablo. 3.3

Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testine İlişkin Madde Güçlük İndeksi ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerleri

Madde	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi	Madde	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	.80	.58	16	.78	.39
2	.53	.38	17	.43	.37
3	.32	.30	19	.41	.40
6	.71	.46	20	.31	.43
7	.68	.53	22	.40	.54
8	.61	.29	23	.38	.43
9	.50	.40	24	.64	.60
10	.40	.42	25	.40	.33
13	.42	.40	29	.43	.28
14	.40	.30	30	.35	.57
15	.31	.37			

Tablo. 3.3 incelendiğinde madde güçlük indeksi değerlerinin .20’den yüksek olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, 21 test maddesinden her birinin ayırt edici olduğu söylenebilir (Tuckman ve Harper, 2012). Tablo 3.4’de öğretmen adaylarına uygulanan astronomi başarı testine ait ortalama madde güçlük indeksi, ortalama madde ayırt edicilik indeksi ve KR-20 güvenilirlik katsayısı değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 3.4

Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testine Ait Ortalama Madde Güçlük İndeksi, Madde Ayırt Edicilik İndeksi ve KR-20 Katsayısı Değerleri

Madde Sayısı	Ortalama Madde Güçlük İndeksi	Ortalama Madde Ayırt Edicilik İndeksi	KR-20 Katsayısı
21	.39	.41	.68

Tablo 3.4 incelendiğinde öğretmen adaylarına uygulanan astronomi başarı testine ait

ortalama madde güçlük indeksinin .39, ortalama madde ayırt edicilik indeksinin .41 ve KR-20 güvenilirlik katsayısının .68 olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarına uygulanan astronomi başarı testinin çok iyi düzeyde ayırt ediciliğe sahip olduğu söylenebilir (Tuckman ve Harper, 2012).

Astronomi başarı testinin pilot uygulamaları sonrasında KR-20 güvenilirlik katsayısı değeri ortaokul öğrencileri için, .63 ve öğretmen adayları için, .68 olarak hesaplanmıştır. Başarı testlerinde güvenilirlik katsayısı değerinin .50 civarı olması, ölçme aracının uygulanabilir düzeyde olduğunun göstergesidir (Kehoe, 1995). Buna ek olarak ilgili ölçme aracının güvenilirlik katsayı değerleri astronomi eğitimi alanında geliştirilmiş olan diğer ölçme araçları ile de uyum göstermektedir (Aktamış ve Arıcı, 2013; Albayrak, Yalçın ve Yalçın, 2017; Güneş, 2010; Küçüközer, Bostan ve Işıldak, 2010; Taşcan, 2013; Trumper, 2006; Türk, 2010). Temel astronomi kavramlarını içeren astronomi başarı testi her bir madde için 5 öncülün yer aldığı çoktan seçmeli 21 maddeden oluşmaktadır (Ek 1). İlgili ölçme aracının cevaplandırılabilmesi için katılımcılara yaklaşık 25 dakikalık bir süre verilmiştir.

3.3.2. STEM Tutum Ölçeği

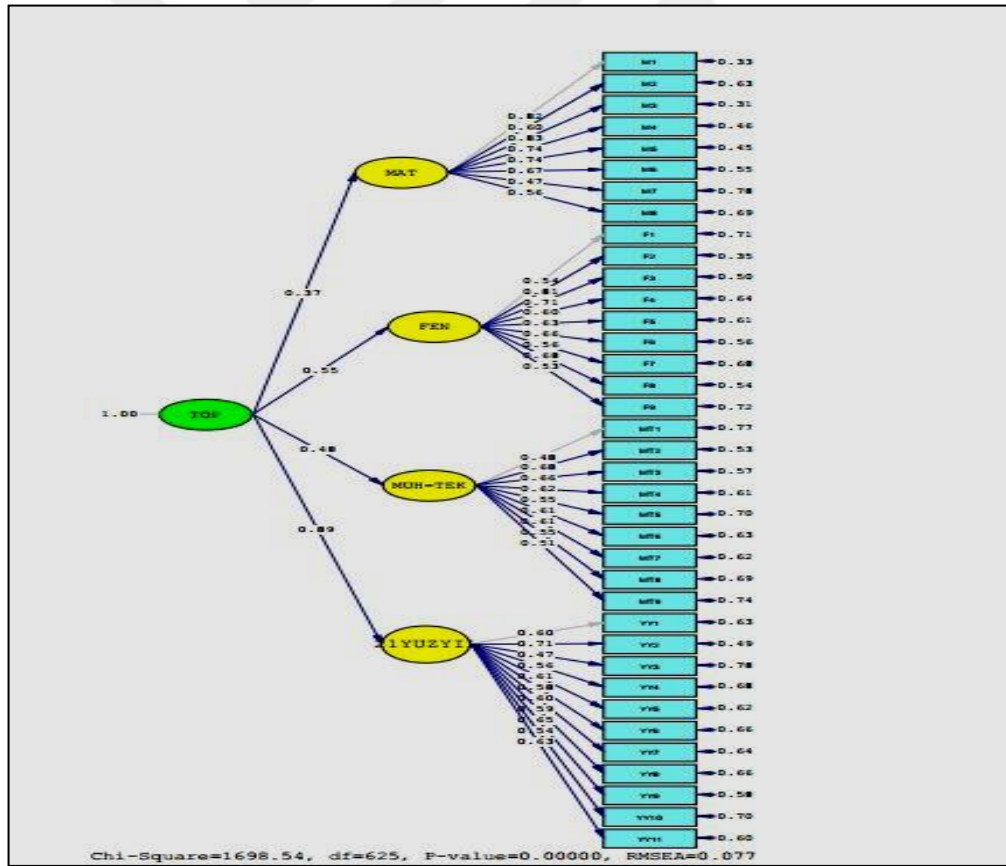
STEM tutum ölçeği, etkinliklerin uygulanmasından önce katılımcıların STEM alanlarına ve 21. yüzyıl becerilerine ilişkin tutumlarını belirlemek amacıyla ön test, uygulanan etkinliklerin katılımcıların STEM alanlarına ve 21. yüzyıl becerilerine yönelik tutumlarına etkisinin belirlenmesi amacıyla son test ve katılımcıların tutumlarının kalıcılık düzeylerinin saptanması amacıyla kalıcılık testi olarak çalışma gruplarına uygulanmıştır. Tutum ölçeği Faber ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilmiş ve Yıldırım ve Selvi (2015) tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik olarak Türkçeye uyarlanmıştır. Ölçme aracının pilot uygulamaları öncesinde ölçme aracını geliştiren ve Türkçeye uyarlayan araştırmacılardan elektronik posta aracılığı ile gerekli izinler alınmıştır. STEM tutum ölçeği matematik, fen, mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri olmak üzere dört boyuttan oluşmaktadır. Orijinal ölçme aracı 6.-12. sınıflarda öğrenim gören toplam 9081 öğrenciye uygulanarak geliştirilmiştir. STEM tutum ölçeğinin orijinal versiyonunun Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı matematik, fen, mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri ve ölçme aracındaki tüm maddeler için 0,83 ve üzerinde değer almaktadır (Faber ve diğerleri 2013). Ölçme aracının Türkçe

versiyonunun Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı matematik alt boyutu için .89, fen alt boyutu için .86, mühendislik ve teknoloji alt boyutu için .86 ve 21. yüzyıl becerileri alt boyutu için .89 ve tüm maddeler için ise .94 olarak hesaplanmıştır (Yıldırım ve Selvi, 2015).

STEM tutum ölçeği, Yıldırım ve Selvi (2015) tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik olarak Türkçeye uyarlandığı için yalnızca öğretmen adayları için pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, öncelikle matematik ve fen eğitiminde uzman iki araştırmacı tarafından ölçme aracının orijinal versiyonu ve Türkçe'ye uyarlanan versiyonu karşılaştırılmış, uzman görüşleri doğrultusunda ölçme aracının Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına da uygulanabileceği değerlendirilmiştir. Ölçme aracının Fen Bilgisi Öğretmen adayları için uyarlama sürecinde, Doğrulayıcı Faktör Analizinden yararlanılmıştır. Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA), ölçme modellerinin geliştirilmesinde sıkça kullanılan bir Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) türüdür. Doğrulayıcı Faktör Analizi ile gözlenen ve gizli değişkenler arasındaki ilişki belirlenebilir. Böylelikle, önceden belirlenmiş bir yapı doğrulanabilir veya ölçümlerin teorik yapıyla uyum gösterip göstermediği incelenebilir (Brown, 2015; Harrington, 2009). Doğrulayıcı Faktör Analizi, bu özellikleri nedeniyle ölçme araçlarının uyarlama çalışmalarında sıklıkla kullanılır (Şimşek, 2007). Doğrulayıcı Faktör Analizinin gerçekleştirilebilmesi için, veri setinin kayıp verileri içermemesi, çok değişkenli normallik varsayımını sağlaması, sürekli veri tipindeki verileri içermesi ve örneklem büyüklüğünün analiz için yeterli olması gerekmektedir (Harrington, 2009). Bu bağlamda, 245 Fen Bilgisi Öğretmen adayına uygulanan STEM tutum ölçeğinden elde edilen veri seti için Doğrulayıcı Faktör Analizi varsayımları kontrol edilmiştir. Ölçme aracı, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Araştırmacı, doldurulan her bir ölçme aracını kontrol etmiş, herhangi bir boş madde bulunması durumunda katılımcıya uyarıda bulunarak ilgili maddenin doldurulmasını sağlamıştır. Bu nedenle, veri setinin kayıp veri içermemesi varsayımı sağlanmaktadır. Doğrulayıcı Faktör Analizi için veri setinin çok değişkenli normalliğinin tüm yönlerini değerlendirmek yerine, veri setinde uç değerlerin olup olmadığının ve tek değişkenli normalliğin incelenmesi yeterli görülmektedir (Kline, 2011). Uç değerler, tahmin edicileri ve anlam testlerini etkileyebilecek uç veya çok sıra dışı durumlardır (Yuan ve Bentler, 2001). Veri seti üzerinde uç değerleri belirlemek amacıyla örneklemdaki her bir gözlem için Mahalanobis uzaklıkları hesaplanmış ve veri setinin herhangi bir uç değer

içermediği görülmüştür. Büyüköztürk (2012) ve Tabachnick ve Fidell (2013) bir veri setinin normal dağılımının incelenmesinde örneklem sayısının 50'den büyük olması durumunda Kolmogorow-Smirnow (K-S) testinin kullanılmasını önermektedir. Kolmogorow-Smirnow (K-S) testi sonuçları veri setinin normal dağıldığını göstermektedir ($p > .05$). Buna ek olarak veri seti sürekli veri tipindeki verileri içermektedir. Kline (2011), Doğrulayıcı Faktör Analizi için 200'ün üstünde örnekleme sahip veri setlerini “büyük örneklem” olarak tanımlamakta ve çoğunlukla analiz için yeterli olarak değerlendirmektedir. Buradan hareketle elde edilen verilerin Doğrulayıcı Faktör Analizi için uygun olduğu anlaşılmıştır.

Bir sonraki adımda, ölçme aracının Doğrulayıcı Faktör Analizi için LISREL 8.80 paket programı kullanılmıştır. LISREL ile faktörler arası korelasyonlar ve faktör yükleri belirlenmiş, modelin uyum derecesi elde edilmiştir. Öğretmen adaylarına uygulanan ölçme aracının yapısal eşitlik modeli Şekil 3.4 'de sunulmuştur.



Şekil 3.4 Öğretmen adaylarına uygulanan STEM tutum ölçeğine ilişkin yapısal eşitlik modeli

Modelin uyumu Ki Kare/Serbestlik derecesi (χ^2/sd), tahmin hatalarının ortalamasının

karekökü (RMSEA), karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI), iyilik uyum indeksi (GFI), düzeltilmiş iyilik uyum indeksi (AGFI) ve normalleştirilmiş uyum indeksi (NFI) değerlerine bakılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlere ilişkin sonuçlar, Tablo 3.5’de kabul edilebilirlik düzeyleri ile birlikte sunulmuştur.

Tablo 3.5

Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeğinin Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Uyum İndeksleri

Uyum İndeksi	Değer	Kabul Edilebilirlik Düzeyi	Referans
χ^2/sd	2.724	$\chi^2/sd \leq 3$	Kline (2011)
RMSEA	.077	RMSEA \leq .80	Hooper, Coughlan ve Mullen (2008)
CFI	.912	\geq .90	Thompson (2004)
GFI	.936	\geq .90	Tabachnick ve Fidell (2013)
AGFI	.908	\geq .90	Hooper ve diğerleri (2008)
NFI	.931	\geq .90	Tabachnick ve Fidell (2013)

Tablo 3.5 incelendiğinde Ki Kare/Serbestlik derecesi değerinin (χ^2/sd) 2.724, tahmin hatalarının ortalamasının karekökü değerinin (RMSEA) .077, karşılaştırmalı uyum indeksi değerinin (CFI) .912, iyilik uyum indeksi değerinin (GFI) .936, düzeltilmiş iyilik uyum indeksi değerinin (AGFI) .908 ve normalleştirilmiş uyum indeksi değerinin (NFI) ise. 931 olduğu anlaşılmaktadır. Bu değerler, ilgili literatür ışığında değerlendirildiğinde, ölçme aracının kabul edilebilir düzeyde bir uyuma sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM tutum ölçeğinin güvenilirliğinin belirlenmesi amacıyla Cronbach’s Alpha iç tutarlık katsayısı hesaplanmıştır. 4 boyuttan oluşan ölçme aracının pilot uygulamasından elde edilen Cronbach’s Alpha iç tutarlık katsayısı değerleri Tablo 3.6’da sunulmuştur.

Tablo 3.6

Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeğine İlişkin Cronbach's Alpha İç Tutarlık Katsayısı Değerleri

Boyut	Madde sayısı	Cronbach's Alpha
Matematik	8	.87
Fen	9	.83
Mühendislik ve Teknoloji	9	.82
21. yüzyıl becerileri	11	.85
STEM tutum ölçeği	37	.89

Tablo 3.6'ya göre Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı değerinin .89 olarak hesaplanması ölçeğin araştırmada kullanılabilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Tuckman ve Harper, 2012). Ayrıca ilgili ölçeğin güvenilirlik katsayısı STEM'e yönelik tutum ölçeği olan diğer ölçme araçları ile de uyum göstermektedir (Faber ve diğerleri, 2013; Tseng ve diğerleri, 2013; Yıldırım ve Selvi, 2015).

Sonuç olarak, ölçekte matematik boyutunda 8, fen boyutunda 9, mühendislik ve teknoloji boyutunda 9 ve son olarak 21. yüzyıl becerileri boyutunda ise 11 madde yer almaktadır (Ek 2). Ölçek, 5'li likert tipinde (Kesinlikle katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum ve kesinlikle katılmıyorum), 33'ü olumlu ve 4'ü olumsuz toplam 37 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte yer alan 1, 3, 5 ve 8 numaralı ifadeler olumsuz, diğer ifadeler ise olumludur. Olumsuz ve olumlu ifadeler örnek olarak sırasıyla "Matematik benim için zor." ve "Fen konusunda başarılı olabileceğimi biliyorum." ifadeleri verilebilir. Buna göre, ölçekten alınabilecek en düşük puan 37 ve en yüksek puan ise 185'tir. İlgili ölçme aracının cevaplandırılabilmesi için katılımcılara yaklaşık 20 dakikalık bir süre verilmiştir.

3.3.3. STEM Semantik Ölçeği

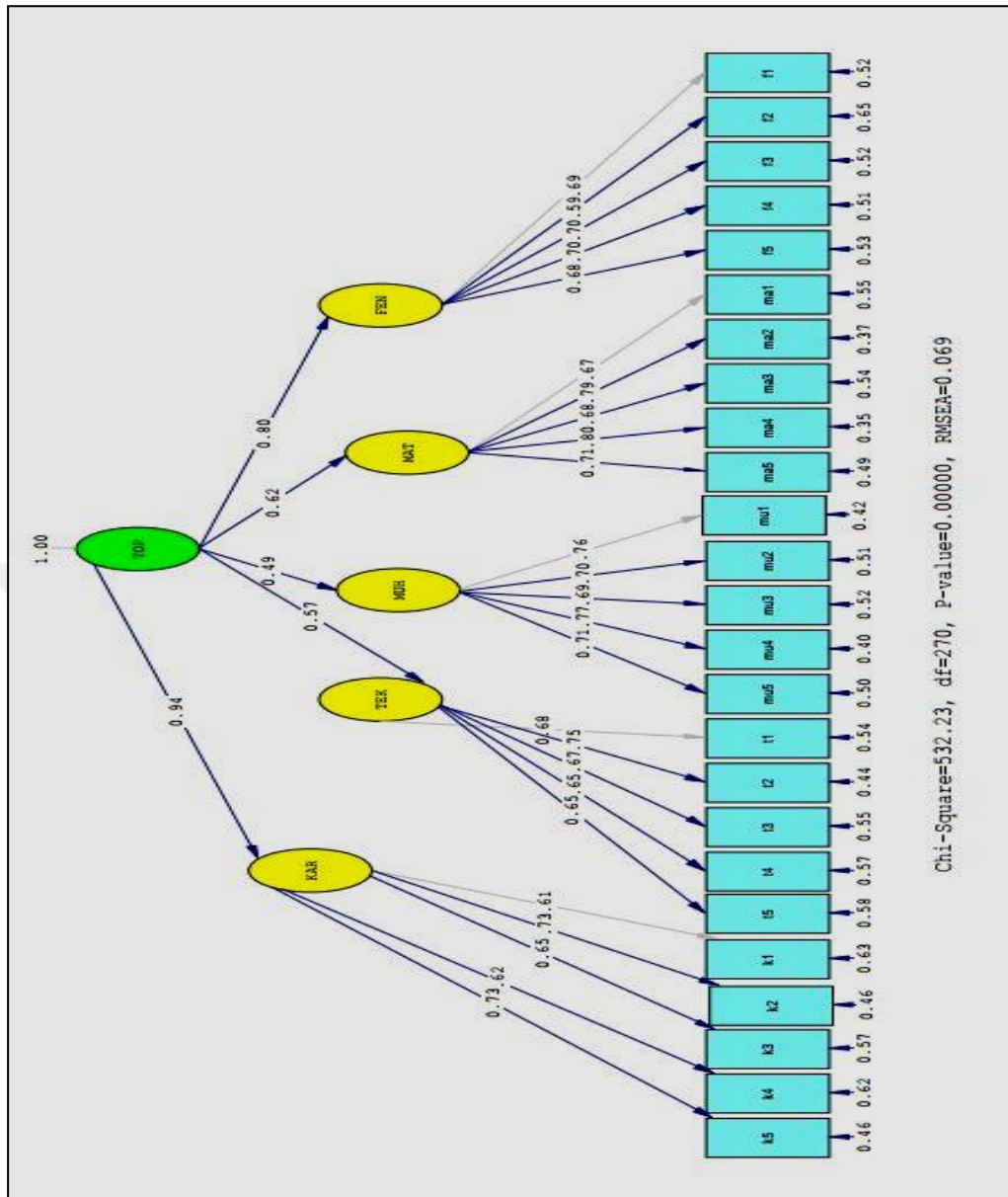
STEM semantik ölçeği, etkinliklerin uygulanmasından önce katılımcıların STEM konularına ve STEM alanlarındaki kariyer seçimlerine ilişkin ilgilerini belirlemek amacıyla ön test, uygulanan etkinliklerin etkisinin belirlenmesi amacıyla son test ve katılımcıların ilgililerinin kalıcılık düzeylerinin saptanması amacıyla kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Ölçme aracının pilot uygulamaları öncesinde, ölçme aracını geliştiren Tyler-Wood ve diğerleri (2010)'dan elektronik posta aracılığı ile gerekli izinler alınmıştır. İlgili ölçme aracı fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve kariyer

olmak üzere toplam beş alt boyuttan oluşmaktadır. Orijinal ölçme aracı, ortaokul öğrencilerinden öğretmen adaylarına kadar farklı yaş gruplarında toplam 174 kişiye uygulanarak geliştirilmiştir. Ölçme aracının Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı, fen bilimleri alt boyutu için .84, matematik alt boyutu için .88, mühendislik alt boyut için .92, teknoloji alt boyutu için .91 ve kariyer alt boyutu için ise .93 olarak belirlenmiştir (Tyler-Wood ve diğerleri, 2010).

Ölçme aracının Türkçeye uyarlanmasındaki ilk adım, dil geçerliliğinin sağlanmasıdır. Bu amaçla ilk aşamada, STEM semantik ölçeği fen eğitiminde uzman iki araştırmacı tarafından birbirlerinden bağımsız olarak Türkçeye çevrilmiştir. İkinci aşamada, aynı araştırmacılar ile Türkçeye çevrilen form üzerinde tartışılarak en uygun ifadeler belirlenmiştir. Üçüncü aşamada, Türkçeye çevrilen form iki farklı dil uzmanı tarafından birbirinden bağımsız olarak tekrar orijinal diline çevrilmiştir. Son aşamada ise, ikinci ve üçüncü aşamada oluşturulan formlar ve ölçme aracının orijinali, uzman görüşleri doğrultusunda karşılaştırılarak maddelerin aynı anlamı verip vermediği değerlendirilmiştir (Akbaş ve Korkmaz, 2007; Campbell ve Russo, 2001; Ember ve Ember, 2009). Ölçme aracının pilot uygulamaları, hem ortaokul öğrencileri, hem de Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir.

STEM semantik ölçeği, 210 ortaokul öğrencisine (5 sınıf=100 ve 6. sınıf=110) uygulanarak ölçme aracı için Doğrulayıcı Faktör Analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Veri setinin Doğrulayıcı Faktör Analizinin varsayımları olan veri setinin kayıp verileri içermemesi, sürekli veri tipindeki verileri içermesi, örneklem büyüklüğünün analiz için yeterli olması varsayımlarını sağladığı belirlenmiştir (Harrington, 2009; Kline, 2011). Veri seti üzerinde uç değerleri belirlemek amacıyla ise her bir gözlem için Mahalanobis uzaklıkları hesaplanmış ve uç değer olarak belirlenen 5 gözlem veri setinden çıkartılmıştır. Meyers, Gamst ve Guarino (2006), bu tip verilerin veri setinden çıkarılmasını önermektedir. Buna ek olarak, gerçekleştirilen Kolmogorow-Smirnow (K-S) testi sonuçları ($p > .05$) veri setinin normal dağıldığını göstermektedir (Büyüköztürk, 2012). Buradan hareketle 205 ortaokul öğrencisinden elde edilen verilerin Doğrulayıcı Faktör Analizi için uygun olduğu anlaşılmıştır.

Bir sonraki adımda, ölçme aracının Doğrulayıcı Faktör Analizi için LISREL 8.80 paket programı kullanılmıştır. LISREL ile faktörler arası korelasyonlar ve faktör yükleri belirlenmiş, modelin uyum derecesi elde edilmiştir. Ortaokul öğrencilerine uygulanan ölçme aracının yapısal eşitlik modeli Şekil 3.5.'de sunulmuştur.



Şekil 3.5 Ortaokul öğrencilerine uygulanan STEM semantik ölçeğine ilişkin yapısal eşitlik modeli

Modelin uyumu Ki Kare/Serbestlik derecesi (χ^2/sd), tahmin hatalarının ortalamasının karekökü (RMSEA), karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI), iyilik uyum indeksi (GFI), düzeltilmiş iyilik uyum indeksi (AGFI) ve normalleştirilmiş uyum indeksi (NFI) değerlerine bakılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlere ilişkin sonuçlar Tablo 3.7’ de kabul edirlilik düzeyleri ile birlikte sunulmuştur.

Tablo 3.7

Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan STEM Semantik Ölçeğinin Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Uyum İndeksleri

Uyum İndeksi	Değer	Kabul Edilebilirlik Düzeyi	Referans
χ^2/sd	1.978	$\chi^2/sd \leq 3$	Kline (2011)
RMSEA	.069	$RMSEA \leq .80$	Hooper ve diğerleri (2008)
CFI	.963	$\geq .95$	Thompson (2004)
GFI	.935	$\geq .90$	Tabachnick ve Fidell (2013)
AGFI	.908	$\geq .90$	Hooper ve diğerleri (2008)
NFI	.911	$\geq .90$	Tabachnick ve Fidell (2013)

Tablo 3.7 incelendiğinde Ki Kare/Serbestlik derecesi değerinin (χ^2/sd) 1.978, tahmin hatalarının ortalamasının karekökü değerinin (RMSEA) .069, karşılaştırmalı uyum indeksi değerinin (CFI) .963, iyilik uyum indeksi değerinin (GFI) .935, düzeltilmiş iyilik uyum indeksi değerinin (AGFI) .908 ve normalleştirilmiş uyum indeksi değerinin (NFI) ise .911 olduğu anlaşılmaktadır. Bu değerler ilgili alanyazın ışığında değerlendirildiğinde, ortaokul öğrencilerine uygulanan ölçme aracının kabul edilebilir düzeyde bir uyuma sahip olduğu söylenebilir.

Ortaokul öğrencilerine uygulanan STEM semantik ölçeğinin güvenilirliğinin belirlenmesi amacıyla Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı hesaplanmıştır. 5 boyuttan oluşan ölçme aracının pilot uygulamasından elde edilen Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı değerleri Tablo 3.8'da sunulmuştur.

Tablo 3.8

Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan STEM Semantik Ölçeğine İlişkin Cronbach's Alpha İç Tutarlık Katsayısı Değerleri

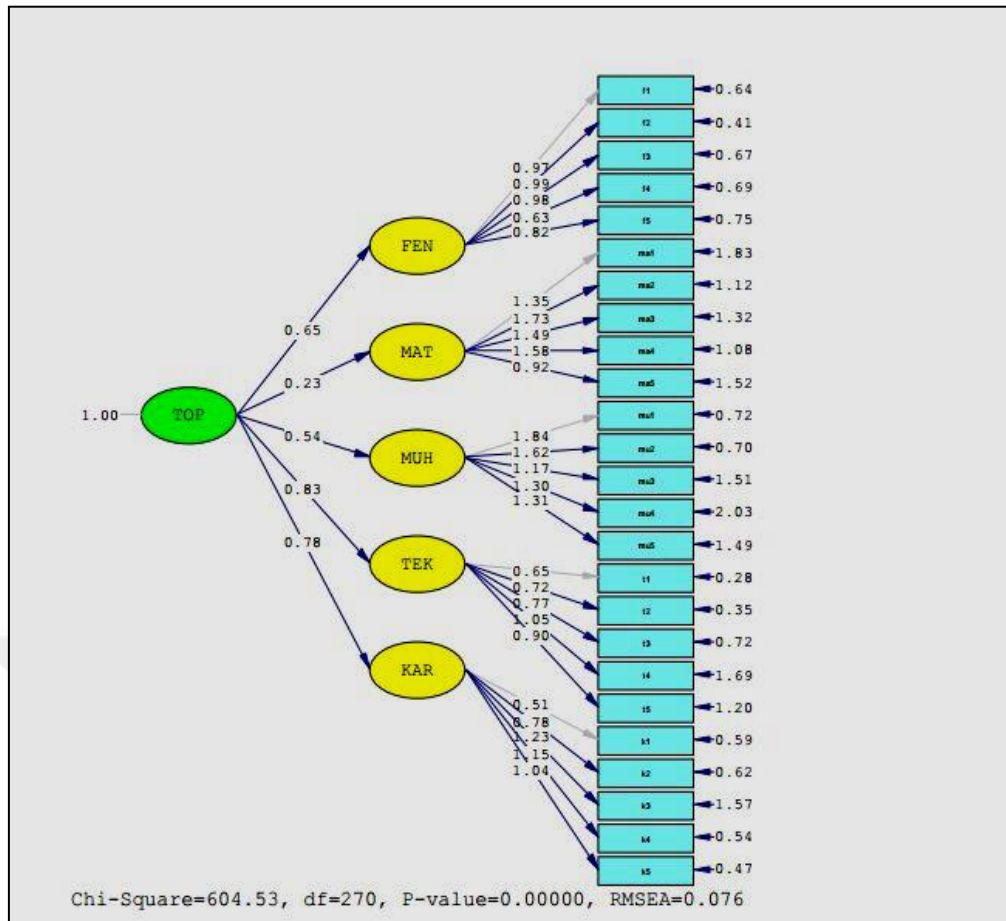
Boyut	Madde Sayısı	Cronbach's Alpha
Fen Bilimleri	5	.78
Matematik	5	.83
Mühendislik	5	.85
Teknoloji	5	.77
Kariyer	5	.78
STEM Semantik Ölçeği	25	.88

Cronbach's Alpha iç tutarlık değerinin .88 olarak bulunması ölçeğin araştırmada

kullanılabilecek düzeyde olduğunun göstergesidir (Tuckman ve Harper, 2012).

Öğretmen adaylarına yönelik gerçekleştirilen pilot çalışmada ise STEM semantik ölçeği 222 Fen Bilgisi Öğretmen adayına uygulanarak ölçme aracı için Doğrulayıcı Faktör Analizinin varsayımları kontrol edilmiştir. Veri setinin Doğrulayıcı Faktör Analizinin varsayımları olan veri setinin kayıp verileri içermemesi, sürekli veri tipindeki verileri içermesi, örneklem büyüklüğünün analiz için yeterli olması varsayımlarını sağladığı belirlenmiştir (Harrington, 2009; Kline, 2011). Veri seti üzerinde uç değerleri belirlemek amacıyla ise her bir gözlem için Mahalanobis uzaklıkları hesaplanmış ve uç değer olarak belirlenen 7 gözlem veri setinden çıkartılmıştır. Meyers ve diğerleri (2006), bu tip verilerin veri setinden çıkarılmasını önermektedir. Buna ek olarak, gerçekleştirilen Kolmogorow-Smirnow (K-S) testi sonuçları ($p > .05$) veri setinin normal dağıldığını göstermektedir (Büyüköztürk, 2012). Buradan hareketle 215 Fen Bilgisi Öğretmen adayından elde edilen verilerin Doğrulayıcı Faktör Analizi için uygun olduğu anlaşılmıştır.

Sonraki adımda, Doğrulayıcı Faktör Analizi için LISREL 8.80 paket programı kullanılmıştır. LISREL ile faktörler arası korelasyonlar ve faktör yükleri belirlenmiş, modelin uyum derecesi elde edilmiştir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan ölçme aracının yapısal eşitlik modeli Şekil 3.6.'da sunulmuştur.



Şekil 3.6 Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM semantik ölçeğine ilişkin yapısal eşitlik modeli

Modelin uyumu Ki Kare/Serbestlik derecesi (χ^2/sd), tahmin hatalarının ortalamasının karekökü (RMSEA), karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI), iyilik uyum indeksi (GFI), düzeltilmiş iyilik uyum indeksi (AGFI) ve normalleştirilmiş uyum indeksi (NFI) değerlerine bakılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlere ilişkin sonuçlar Tablo 3.9’ da kabul edirlilik düzeyleri ile birlikte sunulmuştur.

Tablo 3.9

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeğinin Doğrulayıcı Faktör Analizine İlişkin Uyum İndeksleri

Uyum İndeksi	Değer	Kabul Edilebilirlik Düzeyi	Referans
χ^2/sd	2.24	$\chi^2/sd \leq 3$	Kline (2011)
RMSEA	.076	$RMSEA \leq .80$	Hooper ve diğerleri (2008)
CFI	.956	$\geq .95$	Thompson (2004)
GFI	.942	$\geq .90$	Tabachnick ve Fidell (2013)
AGFI	.915	$\geq .90$	Hooper ve diğerleri (2008)
NFI	.914	$\geq .90$	Tabachnick ve Fidell (2013)

Tablo 3.9'a bakıldığında, Ki Kare/Serbestlik derecesi değerinin (χ^2/sd) 2.24, tahmin hatalarının ortalamasının karekökü değerinin (RMSEA) .076, karşılaştırmalı uyum indeksi değerinin (CFI) .956, iyilik uyum indeksi değerinin (GFI) .942, düzeltilmiş iyilik uyum indeksi değerinin (AGFI) .915 ve normalleştirilmiş uyum indeksi değerinin (NFI) ise .914 olduğu görülmektedir. Bu değerler ilgili alanyazın ışığında değerlendirildiğinde, ortaokul öğrencilerine uygulanan ölçme aracının kabul edilebilir düzeyde bir uyuma sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM semantik ölçeğinin güvenilirliğinin saptanması amacıyla Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısından yararlanılmıştır. 5 boyuttan oluşan ölçme aracının pilot uygulamasından elde edilen Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı değerleri Tablo 3.10'da sunulmuştur.

Tablo 3.10

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeğine İlişkin Cronbach's Alpha İç Tutarlık Katsayısı Değerleri

Boyut	Madde sayısı	Cronbach's Alpha
Fen Bilimleri	5	.84
Matematik	5	.87
Mühendislik	5	.89
Teknoloji	5	.75
Kariyer	5	.79
STEM semantik ölçeği	25	.87

Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı .87 olarak hesaplanması ölçeğin araştırmada kullanılabilir düzeyde olduğunun göstergesidir (Tuckman ve Harper, 2012).

STEM semantik ölçeğinin ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen pilot uygulamalarda Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı .88 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen pilot uygulamalarda ise Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı .87 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, literatürde yer alan ve STEM'e yönelik ilgi ölçen diğer araştırmalarla uyusmaktadır (Gülhan ve Şahin, 2016; Tyler-Wood ve diğerleri, 2010; Wyss ve diğerleri, 2012).

Sonuç olarak, STEM semantik ölçeği fen bilimleri boyutunda 5, matematik boyutunda 5, mühendislik boyutunda 5, teknoloji boyutunda 5, kariyer boyutunda 5 madde olmak üzere toplam 25 maddeden oluşmaktadır (Ek 3). Ölçme aracı, semantik bir yapıda olup alt boyutların her birinde 5 olumlu ve 5 olumsuz sıfat yer almaktadır. Birbirine zıt olan

sıfatlar arasında 7 adet seçenek bulunmaktadır. Örneğin, fen bilimleri benim için “sıkıcıdır” sıfatına karşılık “ilginçtir” sıfatı yer almaktadır. Bu iki zıt sıfat arasında 1 ile 7 arasında bir seçenek işaretlenebilir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 25, en yüksek puan ise 175’tir. İlgili ölçme aracının cevaplandırılabilmesi için katılımcılara yaklaşık 15 dakikalık bir süre verilmiştir.

3.3.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Araştırma sürecinde seçilen Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra yarı yapılandırılmış görüşme tekniğine dayalı görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğine dayalı görüşmeler, araştırma problemi çerçevesinde farklı sorular sorabilme imkanı sağladığından dolayı araştırmacıya esneklik sunmaktadır. Böylece araştırmacı durumu veya konuyu daha derinlemesine inceleyebilme olanağı bulur (Patton, 2015). Ayrıca nitelikli bir yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmacıya görüşmenin kontrolünü sağlama ve yönlendirme olanağı sağlar (Merriam, 2009). Etkinliklerin uygulanmasından önce gerçekleştirilen görüşmelerin amacı, katılımcıların STEM alanlarına yönelik tanımlamalarını belirlemek, STEM alanları arasında nasıl ilişki kurduklarını ortaya koymak, STEM alanlarına yönelik ilgilerini ortaya çıkarmak ve tasarım temelli düşünme süreçlerini incelemektir. Etkinliklerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen görüşmeler ile de uygulanan etkinliklerin, katılımcıların STEM alanlarına yönelik tanımlamalarını, STEM alanları arasında ilişki kurma durumlarını, STEM alanlarına yönelik ilgilerini ve tasarım temelli düşünme süreçlerini nasıl etkilediğinin derinlemesine incelenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca etkinliklerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen görüşmelerde, katılımcıların etkinlikleri nasıl değerlendirdiklerine yönelik sorular da yer almaktadır.

Görüşme formu, fen eğitimi, teknoloji eğitimi ve matematik eğitimi alanında çalışan 3 farklı uzmanın görüşlerine dayalı olarak araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Öncelikle uzman görüşleri çerçevesinde görüşme formu için tanımlama, ilişki kurma, ilgi duyma ve tasarım temelli düşünme olmak üzere dört temel kategori oluşturulmuştur. Araştırmacı tarafından bu temel kategoriler çerçevesinde sorular hazırlanmıştır. Ardından, uzman görüşlerine başvurularak soruların kategorilerle eşleşip eşleşmediği incelenmiştir. Oluşturulan ilk form bir 5. sınıf Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisine ve bir 3. sınıf Fen Bilgisi Öğretmen adayına uygulanarak soruların katılımcılar tarafından

anlaşıp anlaşılmadığı değerlendirilmiştir. Bu adımın ardından yarı yapılandırılmış görüşme formu son şeklini almıştır (Ek 4). Etkinlikler öncesinde uygulanan görüşme formunda dokuz ve sonrasında uygulanan görüşme formunda ise on soru yer almaktadır. Görüşme yapılacak katılımcıların seçiminde ise ön test olarak uygulanan STEM tutum ölçeğinden elde edilen verilerin ışığında iki çalışma grubu da alt, orta ve üst olmak üzere üç farklı gruba ayrılmış, her bir gruptan seçkisiz olarak seçilen ikişer katılımcı ile etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme gerçekleştirilen 6 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinden 2'si kız ve 4'ü erkek, 6 Fen Bilgisi Öğretmen adayından 3'ü kadın ve 3'ü erkektir. Gönüllülük esasına dayalı görüşmeler için, 25-30 dakikalık süre ayrılmıştır. Ayrıca görüşmelerin ses kaydı, katılımcıların izni ile alınmıştır.

3.3.5. Araştırmacı Gözlem Notları

Araştırmada uygulanan etkinliklerde, katılımcıların STEM eğitiminin doğasına yönelik nitelikleri uygulamalara nasıl yansıttıklarını doğrudan izleyebilmek amacıyla etkinliklerin uygulanması sırasında araştırmacı gözlem notlarından yararlanılmıştır. Araştırmacı gözlemleri sırasında toplanan verilerin kaydedilmesinde en yaygın tekniklerden birisi alan notlarıdır. Araştırmacı, gözlemleri sırasında kısa notlar alabilir ve daha sonra bu notları gözlem notları olarak genişletir (Ary, Jacobs, Irvine ve Walker, 2018). Araştırmacı gözlem notlarının temelinde iki bileşeni bulunmaktadır. Bunlar gözlemlenen bireylerin ve olayların tanımını içeren tanımlayıcı bölüm ve gözlemcinin deneyim ve izlenimlerini sürece dahil ettiği yansıtıcı bölümdür (Marshall ve Rossman, 2006). Bu bağlamda, araştırmacı gözlem notları ayrıntılı, kapsamlı ve zamana yayılmış şekilde veri toplanmasına olanak sağlar ve araştırmacının kendi gözlemlerini ve tepkilerini yansıtır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Uygulama sürecinde araştırmacı, katılımcı gözlemci rolünü üstlenmiştir. Bu gözlem türünde araştırmacı, gözlemlendiği gruba aktif olarak katılmakta ve etkileşime girebilmektir. Aynı zamanda gözlemlenen grup araştırmacının gözlemci rolü üstlendiğinin farkındadır (Lodico, Spaulding ve Voegtler, 2010).

Araştırmacı gözlem notları, STEM eğitiminin doğasını yansıtan ve STEM eğitimi programlarında yer alması beklenen, sorular sorma ve problemleri tanımlama, modelleri geliştirme ve kullanma, araştırmayı planlama ve gerçekleştirme, verilerin analizi ve

yorumlanması, matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma, açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama, kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma ve bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi olmak üzere sekiz temel nitelik göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur (NRC, 2012). İki çalışma grubu için gözlemlerden elde edilen veriler, etkinliklerin uygulanması sırasında kısa notlar ve fotoğraflar şeklinde araştırmacı tarafından kaydedilmiş ve uygulama sonrasında genişletilerek gözlem notlarına dönüştürülmüştür.

3.3.6. Etkinlik Değerlendirme Formu

Araştırmada, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin değerlendirilmesi için araştırmacı tarafından geliştirilen, gözleme dayalı etkinlik değerlendirme formundan yararlanılmıştır. Bu form, araştırmanın uygulanabilirliği düşünülerek yalnızca Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen etkinlikler için kullanılmıştır. Etkinlik odaklı gözlemler gerçekleştirilmeden uygulamaların değerlendirilmesi oldukça zordur. Bu gözlemler, etkinliğin uygulanması ile etkinliğin amaçları arasında nedensel ve ilişkisel durumları belirlemede oldukça yararlıdır (Shavelson ve Towne, 2002).

Etkinlik değerlendirme formunun geliştirilmesi sürecinde ilk adım, alanyazın taramasıdır. Alanyazın taramasında, STEM eğitiminin değerlendirilmesinde kullanılan ölçme araçları, etkinlik temelli STEM eğitimi projeleri, STEM eğitiminin nitelikleri, etkinlik geliştirme ve değerlendirme ve sınıf içi gözlem formları incelenmiştir (Örn., Ainley, Pratt ve Hansen 2006; American Association for the Advancement of Science [AAAS], 2013; Basham ve Marino, 2013; Bybee, 2010; Corbett ve Coriell, 2014; Dugger, 2010; Fibonacci, 2013; Guarino ve Stacy, 2012; Harlen, 2014; Harlen ve Lena, 2013; Harris, Miske ve Attig, 2004; Harris ve Cox, 2003; Henry, Murray ve Phillips, 2007; Honey ve diğerleri, 2014; Maltese ve Tai, 2010; Martin, Sexton, Franklin ve Gerlovich, 2014; McDonald, 2016; NRC, 2000a, 2011; Peters ve Stout, 2006; Pri-Sci-Net, 2014; Roberts, 2012; Saginor, 2008; The Partnerships in Education and Resilience [PEAR], 2014; Trilling ve Fadel, 2009; Tseng ve diğerleri, 2013).

İncelenen alanyazın içerisinde Pri-Sci-Net (2014) ve Fibonacci (2013) projeleri çıktıları ve PEAR (2014) tarafından geliştirilen okul dışı öğrenme ortamlarındaki STEM etkinliklerinin kalitesinin ölçüldüğü Dimensions of Success (DoS) gözlem aracı temel

referans olarak kullanılmıştır. Pri-Sci-Net projesi, 2011-2014 yılları arasında, Avrupa Birliği 7. Çerçeve programı kapsamında desteklenen ve sorgulama temelli bilim eğitimini 3-11 yaş aralığındaki çocuklarda desteklemeyi hedefleyen bir projedir. Projede, sorgulama temelli bilim eğitime dayalı etkinlikler geliştirilmiş ve bu etkinlikler temelinde ulusal ve uluslararası düzeyde hizmet içi öğretmen eğitimleri gerçekleştirilmiştir (Pri-Sci-Net, 2014). Fibonacci projesi, yine Avrupa Birliği 7. Çerçeve programı kapsamında desteklenen, 2010-2013 yılları arasında gerçekleştirilen ve Avrupa'da sorgulama temelli bilim ve matematik eğitimini geniş ölçekte yaygınlaştırılmasını hedefleyen bir projedir. Proje sonunda sorgulama temelli etkinliklerin, dersler sırasında öğrenci ve öğretmen rollerinin değerlendirilmesine yönelik değerlendirme formları oluşturulmuştur (Harlen ve Lena, 2013). Dimensions of Success (DoS) gözlem aracı ise, PEAR (2014) tarafından STEM eğitimi etkinliklerinin niteliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş bir etkinlik gözlem formudur. Bu form temelde öğrenme ortamının yapısı, etkinlikle etkileşim, STEM bilgisi ve uygulamaları ve gençlerin STEM alanlarında desteklenmesi olmak üzere dört boyuttan oluşmaktadır.

İkinci adımda, alanyazın taraması ışığında bilimsel bir etkinliğin ve STEM eğitiminin temel niteliklerine uygun şekilde temalar ve alt temalar oluşturulmuştur. Bu temalar, fen eğitimi ve etkinlik geliştirme alanında uzman iki araştırmacı tarafından incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu tema ve alt temalar Tablo 3.11'de sunulmuştur.

Tablo 3.11

Etkinlik Değerlendirme Formu Tema ve Alt Temaları

Tema	Öğrenme ortamı	Etkinlik	STEM konu alanı ve uygulamaları	STEM alanlarında gelişim
		-Amaca uygunluk		
Alt tema	-Organizasyon -Materyal	-Katılım -STEM etkinlikleri ile etkileşim -Değerlendirme	-STEM içeriği öğretimi -Sorgulama -Yansıtma	-Yaşamla ilişkilendirme -Gelişim

Tablo 3.11'den anlaşılacağı üzere etkinlik değerlendirme formu, öğrenme ortamı teması altında organizasyon ve materyal alt temaları, etkinlik teması altında amaca uygunluk, katılım, STEM etkinlikleri ile etkileşim ve değerlendirme alt temaları, STEM konu alanı ve uygulamaları teması altında STEM içeriği öğretimi, sorgulama ve yansıtma alt teması ve STEM alanlarında gelişim teması altında yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt teması olmak üzere 4 tema ve 11 alt temadan oluşmaktadır. Öğrenme ortamı ve etkinlik

temaları, bilimsel bir etkinlikte bulunması gereken temel özellikleri tanımlarken, STEM konu alanı ve uygulamaları ve STEM alanlarında gelişim temaları, bir STEM eğitimi etkinliğinde bulunması gereken özellikleri içermektedir.

Bu aşamanın ardından tema ve alt temalara ilişkin nitelikler, alanyazından yararlanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan kriterlerin tema ve alt temalara uygunluğu yine aynı alan uzmanları tarafından değerlendirilmiştir. Geliştirilen etkinlik değerlendirme formunda yer alan temalara ilişkin tanımlar Tablo 3.12’de sunulmuştur.

Tablo 3.12

Geliştirilen Etkinlik Değerlendirme Formunda Yer Alan Temalara İlişkin Tanımlar

Tema	Tanım
Öğrenme ortamı	Etkinliğin amaçlarına uygun olarak gerçekleştirilebilmesi için etkinlik ortamının ve materyallerin önceden hazırlanmış olması gerekmektedir (Peters ve Stout, 2006). Etkinlik için ayrılan süre öğrenme hedeflerine ulaşılması için önemlidir (Ainley ve diğerleri, 2006). Ayrıca etkinlik akışının sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi, etkinlik adımları arasında öğrenmeyi olumsuz etkileyecek boşlukların bulunmasını önler (Martin ve diğerleri, 2014). Buna ek olarak öğrenme hedeflerine uygun materyaller tüm katılımcılar için ulaşılabilir ve eksiksiz olmalıdır (Harris ve diğerleri, 2004).
Etkinlik	Etkinlikteki temel amaç, öğrenme hedeflerin gerçekleştirilmesidir. Etkinlik içerisinde öğrenme hedefleri için yeterli zamanın ayrılması gerekmektedir (Ainley ve diğerleri, 2006). Etkili bir STEM eğitimi için her bir katılımcının öğrenme süreçlerine aktif şekilde katılması gerekir. Sürece dahil olmakta zorlanan katılımcıların, etkinlik sürecinde teşvik edilmesi ve desteklenmesi önemlidir (NRC, 2011). Ayrıca etkinlik, katılımcıların hem bilişsel olarak hem de bedensel olarak öğrenme sürecine dahil olmasını sağlamalıdır (Fibonacci, 2013; PEAR, 2014; Pri-Sci-Net, 2014). Etkinlik, süreç odaklı ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermelidir (Fibonacci, 2013; PEAR, 2014).
STEM konu alanı ve uygulamaları	STEM eğitimi, farklı disiplinlerin öğretim sürecinde bütünleşik olarak yer alması temeline dayanır (Bybee, 2010; Dugger, 2010). Ayrıca mühendislik tasarım süreçlerinin etkinliklere dahil edilmesi önemlidir (Basham ve Marino, 2013). Etkinlikteki öğrenci hataları birer olumsuz durum değil, öğrenmenin önemli bir parçasıdır (Corbett ve Coriell, 2014). Katılımcıların öğrendiklerine ilişkin yansıtma yapmaları etkinliğin etkililiğine dair ipuçları sunar. Bu bağlamda katılımcıların etkinlik sürecinde yansıtma yapmaları için teşvik edilmesi gerekir (Harlen ve Lena, 2013; PEAR, 2014). Etkinliğin, STEM eğitiminin ürün oluşturma odaklı doğasına uygun olması beklenir (Basham ve Marino, 2013; Bybee, 2010). Sorgulama, STEM eğitimin temel unsurlarından birisidir. Etkinlik katılımcıların bilimsel temelli sorularla meşgul olmalarına, kanıta dayalı düşüncelerine ve bir bilim insanı gibi araştırma süreçlerini gerçekleştirmelerine (mevcut fikirlerin belirlenmesi, veri toplama, veri analizi ve verileri yorumlama gibi) olanak sağlamalıdır. Bu süreçte katılımcıların bir problemin çözümü için tek bir çözüm olmadığının farkında olmaları ve alternatif çözüm yolları önermeleri gerekir. Katılımcıların ortaya attıkları düşüncelerini ve bulgularını akranları ile paylaşmaları ve kanıt temelli söylemlerde bulunmaları beklenir (Artigue, Dillon, Harlen ve Lena, 2012; Harlen, 2014; Harlen ve Lena, 2013; NRC, 2000a).
STEM alanlarında gelişim	Bir STEM etkinliği, gündelik yaşamla bağlantılı olmalı ve katılımcı deneyimleriyle ilişkilendirilmelidir. Etkinlik konusu ile gündelik yaşamdaki problemler ve teknolojik uygulamalar gibi konularda bağlantı kurulması beklenir (Tseng ve diğerleri, 2013). Bunun yanında etkinlik, öğrencilerin STEM alanlarına karşı ilgi uyandırabilmelidir (Honey ve diğerleri, 2014; Maltese ve Tai, 2010). Gelecekte bireylerin sahip olması beklenen 21. yüzyıl becerilerinin etkinlik içinde desteklenmesi gereklidir (Trilling ve Fadel, 2009).

Tablo 3.12 incelendiğinde etkinlik değerlendirme formunun STEM eğitiminin temel bileşenleri ve kriterlerini içerdiği söylenebilir.

Etkinlik değerlendirme formunun tema, alt tema ve bunlara ilişkin tanımların belirlenmesinin ardından tanımlar maddelere (niteliklere) dönüştürülmüş ve 29 adet madde elde edilmiştir. Bu maddeler PEAR (2014)'ün belirttiği puanlama anahtarına göre 4'lü bir skalaya dönüştürülmüş ve araştırmacı gözlemlerine dayalı olarak 0, 1, 2 ve 3 olarak puanlanmaktadır. Bu maddelerin tutarlı ve güvenilir şekilde gözlemlenebilmesi için forma her madde için gözlem, kanıt veya örnek bölümü eklenmiştir (Fibonacci, 2013). PEAR (2014), referans alınarak oluşturulan puanlamanın hangi kriterlere göre gerçekleştirildiği ve bir maddenin kodlama kriterlerine ilişkin bir örnek Tablo 3.13'de sunulmuştur.

Tablo 3.13

Etkinlik Değerlendirme Formunun Puanlanması ve Bir Maddenin Puanlanmasına İlişkin Örnek

Puan	Puanlama Kriteri
0	Etkinlikte bu nitelik hiç gözlemlenememiştir.
1	Etkinlik, bu niteliğin var olduğuna dair çok az kanıt sunmaktadır.
2	Etkinlikte bu niteliğin var olduğuna dair güçlü kanıtlar vardır. Ancak nitelik tam olarak sağlanamamıştır veya 3 puan alabilecek kadar nitelikli değildir.
3	Etkinlikte bu nitelik güçlü/tekrarlanan kanıtlara dayalı olarak gözlemlenebilmiştir.
Puan	Nitelik
	Etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir.
0	Katılımcılar, etkinlik boyunca pasif dinleyici konumundadır.
1	Katılımcılar, el becerilerini kullanarak etkinliğe dahil olmakta, ancak zihinsel süreçleri işletmemektedirler. Ya da zihinsel süreçler ile etkinliğe dahil olurken fiziksel beceriye dayalı süreçleri kullanmamaktadırlar.
2	Katılımcılar, hem fiziksel hem de zihinsel süreçleri kullanarak etkinliğe dahil olmaktadır. Ancak bu durum devamlı değildir. Etkinliğin bazı bölümlerinde pasif dinleyici konumuna geçmektedirler.
3	Katılımcılar, hem zihinsel hem de fiziksel olarak tamamen etkinliğin içerisinde yer almaktadırlar.

Bu adımdan sonra etkinlik değerlendirme formu, pilot çalışma için hazır hale getirilmiştir. Üçüncü aşamada, form etkinlik geliştirme ve sorgulama temelli bilim eğitimi alanında çalışmalarını bulunan iki farklı araştırmacı tarafından iki farklı STEM

etkinliğin değerlendirilmesi için kullanılmış ve puanlayıcılar arası güvenilirlik (Inter Rater Reliability-IRR) değeri hesaplanmıştır. Aiken (2000)'e göre puanlayıcılar arası güvenilirlik, iki ya da daha fazla puanlayıcının aynı duruma ilişkin gözlemlerine dayalı puanlamaları arasındaki tutarlılığın derecesini ifade etmektedir. Miles ve Huberman (1994) puanlayıcılar arası güvenirliliğin hesaplamasında aşağıda belirtilen formülün kullanılmasını önermektedir.

$$\text{Puanlayıcılar arası güvenilirlik} = \left[\frac{\text{Görüş birliği sağlanan madde sayısı}}{\text{Görüş birliği sağlanan madde sayısı} + \text{Görüş ayrılığı olan madde sayısı}} \right] \times 100$$

Pilot çalışma sonucunda hesaplanan puanlayıcılar arası güvenilirlik değerleri, sırasıyla % 89 ve % 93'tür. Puanlayıcılar arası güvenilirlik katsayısının her iki etkinlik için % 70'den büyük olması, ölçme aracının araştırma için kullanılabilirliğinin göstergesidir (Miles ve Huberman, 1994). Böylelikle etkinlik değerlendirme formu araştırmada kullanılabilir hale getirilmiştir (Ek 5). Ölçme aracının en önemli özelliklerinden birisi, puanlamanın nasıl gerçekleştirildiğine dair gözlem, kanıt veya örneğin form üzerine belirtilmek zorunda olmasıdır. Aynı zamanda gözlemcinin odaklandığı nokta etkinlik planı veya uygulayıcı yeterliği değil etkinliğin kendisidir. Etkinlik değerlendirme formu, sorgulama temelli bilim eğitimi ve etkinlik geliştirme konusunda yüksek lisansını tamamlamış ve öğretmenlerin sorgulama temelli etkinliklerinin sınıf içi gözlemlere dayalı değerlendirilmesi konusunda araştırmalar yürüten bir araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Gözlemci, bu süreçte yapılandırılmış gözlemlerini dışarıdan gözlemci rolünü üstlenerek gerçekleştirmiştir (Lodico ve diğerleri, 2010). Gözlemci, etkinliklerin uygulanmasına başlamadan önce, 3 hafta boyunca gözlem yapmadan katılımcılarla aynı ortamda bulunmuş ve katılımcıların gözlemciye alışmaları sağlanmıştır.

3.3.7. Ürün Değerlendirme Formları

Araştırmada, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinde katılımcıların bireysel veya grup olarak tasarladıkları ürünleri değerlendirmek amacıyla ürün değerlendirme formlarından yararlanılmıştır. Bu formlar, Oğuz Ünver (2015), tarafından geliştirilen termometre ürün değerlendirme formu ve mühendislik tasarımlarında kullanılan temel tasarım kriterleri (Ertas ve Jones, 1996; Dym, Little, Orwin ve Spjut, 2009; Haik ve Shahin, 2011) temel alınarak, fen eğitiminde uzman iki

araştırmacının görüşleri doğrultusunda geliştirilmiştir (Ek 6). Formlar, üç temel temadan oluşmaktadır. Bunlar, ürünün tasarımında kullanılan STEM disiplinlerinin ve bu disiplinlerin ilişkilerinin değerlendirildiği STEM ilişkisi, ürüne özgü temel niteliklerin değerlendirildiği betimleme ve ürünün en temel tasarım kriterlerini karşılama durumunun değerlendirildiği dizayn ve işlevsellik temalarıdır. STEM ilişkisi ve dizayn ve işlevsellik temaları, tüm ürün değerlendirme formlarında aynı kriterlere dayalı olarak değerlendirilmiştir. Betimleme teması altında yer alan kriterler ise her bir değerlendirme formu için farklıdır. Formlarda yer alan STEM ilişkisi teması ürünün “ürünün en az iki STEM disiplinini içermesi”, “üründe ilişkilendirilen disiplinler” ve “üründeki STEM disiplinleri arasında ilişki” kriterlerini içermektedir. Dizayn ve işlevsellik teması altında ise “ürün çalışıyor mu?”, “ürün sağlam mı?”, “ürünün maliyeti düşük mü?”, “ürün güvenli mi?”, “ürün kolay kullanılabilir mi?”, “ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?”, “ürünün kullanımı kolay mı?”, “ürün kolay taşınabilir mi?” ve “ürünün depolanması kolay mı?” kriterleri bulunmaktadır. Veri toplama aracı olarak kullanılan formlar, iğne deliği kamera, usturlap, teleskop I, balon roket, alka seltzer roket, kibrit roket, su roketi, Güneş saati, 3D hologram, havası azaltılmış ortam düzeneği, su saati, teleskop II, model roket ve kızıl ötesi kamera ürün değerlendirme formları olarak sıralanabilir.

3.4. Araştırmanın Uygulanması

Araştırma uygulama süreci, ölçme araçlarının ve etkinliklerin pilot ve asıl uygulama süreçlerini içermektedir. Etkinlikler, okul dışı ortamları da kapsayan farklı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan etkinlikler, merak uyandırıcı etkinlikler, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler, araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenliklerini içeren dört modülden oluşmaktadır. Uygulama süreci ve uygulamaların gerçekleştirildiği öğrenme ortamları ve araştırmada kullanılan etkinlikler sırasıyla detaylandırılarak sunulmuştur.

3.4.1. Uygulama Süreci

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının ve etkinliklerin geliştirilmesi, bunların pilot uygulamaları ve asıl uygulamaların gerçekleştirilmesi 2015-2016 ve 2016-2017

eğitim-öğretim yılları gúz ve bahar yarıyıllarını ve 2017-2018 eğitim-öğretim yılı başlangıcını kapsayacak şekilde yaklaşık olarak 24 ay sürmüştür. Bu sürecin ilk 6 ayı, araştırma problemi çerçevesinde etkinliklerin geliştirilmesini, ölçme araçlarının belirlenmesini ve ölçme araçlarının pilot uygulamalarını gerçekteştirilmesini kapsamaktadır. STEM eğitimini temel alan astronomi etkinlikleri, Harlen (2015)'in belirttiği nitelikli bir etkinlikte bulunması beklenen, bilimsel aktivitelerden keyif almayı teşvik etme, öğrencilerin merak duygusunu destekleme, ilgi çekici ve gündelik yaşamla ilişkili olma, disiplinlere karşı bütünsel bakış açısını geliştirmeyi amaçlama kriterlerini sağlayacak şekilde geliştirilmiştir. İkinci 6 ayda ise etkinliklerin pilot çalışması, Batı Anadolu'da yer alan bir üniversitede öğrenim gören Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile gerçekteştirilmiştir. Araştırmanın uygulanabilirliği göz önünde bulundurularak pilot etkinlik uygulamaları Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ile gerçekteştirilmemiştir. Ayrıca, zaman ve maliyet göz önünde bulundurularak Araştırma Laboratuvarları Merkezi (ALM) ve Mulaj müzesi gezisi ve bilim şenliği etkinlikleri pilot uygulama sürecine dahil edilmemiştir. Bu aşamanın ardından, geliştirilen etkinliklerin pilot uygulamalarına ilişkin olarak amaca uygunluk, işleyen yönler ve işlemeyen yönler temaları altında araştırmacı gözlem notları tutulmuştur. Etkinlikler, bu notlara göre değerlendirilmiş ve düzenlenmiştir. Pilot uygulama sürecinde en dikkat çekici bulgular, katılımcıların el becerilerini etkili şekilde kullanamamaları ve etkinlikleri verilen süreler içerisinde tamamlayamamaları olmuştur. Bu temel bulgular ve diğer ek bulgular göz önüne alınarak etkinlikler yeniden düzenlenmiştir. Uygulama sürecinin son 12 ayı olan 2016-2017 eğitim-öğretim yılı gúz ve bahar yıllarında (ölçme araçları ve etkinliklerin asıl uygulamaları için ekim ve mayıs ayları arası) ve 2017-2018 eğitim-öğretim yılı başında (kalıcılık testleri için ekim ayı) ölçme araçlarının ve etkinliklerin asıl uygulamaları gerçekteştirilmiştir. Verilerin toplanması ve etkinliklerin uygulanması öncesinde uygulama yapılan üniversitenin Eğitim Fakóltesi Dekanlığı'ndan araştırma izni (Ek 7), üniversite Etik Kurulu'ndan Etik Kurul izni (Ek 8) ve ilgili İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden araştırma izni (Ek 9) alınmıştır.

3.4.2. Uygulamaların Gerçekteştirildiği Öğrenme Ortamları

Fen Bilgisi Öğretmen adayları için uygulamalar, etkinliklerin uygulanması için özel olarak düzenlenmiş bilim atölyesi isimli öğrenme ortamında, gökyüzü gözlemleri için kampüs içerisinde açık alanda, Batı Anadolu'daki bir üniversitenin Araştırma

Laboratuvarları merkezinde, Mulaj müzesinde ve bilim şenliği alanında gerçekleştirilmiştir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için ise uygulamalar, bilim atölyesi temel alınarak özel olarak düzenlenmiş fen sınıfında, gökyüzü gözlemleri için okul bahçesi içerisinde açık alanda, üniversitenin Araştırma Laboratuvarları merkezinde, Mulaj müzesinde ve bilim şenliği alanında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her iki çalışma gurubu, etkinlikler sırasında rahat çalışabilecekleri ortamlara, örneğin okul bahçesi veya kampüs içerisine, çıkmaları konusunda özgür bırakılmışlardır. Bilim atölyesi uzun yıllardır ilgili üniversitenin Bilim Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi altında ulusal ve uluslararası düzeyde yayımlanan etkinliklerin geliştirildiği, öğretmenlere yönelik TÜBA ve TÜBİTAK destekli projelerin gerçekleştirildiği, aynı zamanda bölgesel öğretmen eğitimlerinin düzenlendiği donanımlı bir öğrenme ortamıdır (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilim Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi [MUBEM], 2018). Bilim ve Sanat Merkezinde, oturma düzenlerinden etkinlik malzemelerine kadar bilim atölyesine çok benzer bir öğrenme alanı oluşturulmuştur. Bilim atölyesinin ve fen bilimleri sınıfının görselleri Şekil 3.7’de sunulmuştur.



Şekil 3.7 Bilim atölyesinin ve fen bilimleri sınıfının görselleri

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen gökyüzü gözlem etkinlikleri, geceleyin hava şartlarının ve gözlem koşullarının uygun zamanlarda gerçekleştirilmiştir. Üniversite öğrencileri ile gerçekleştirilen etkinlikler kampüs içerisinde etrafı açık ve gökyüzünün oldukça net gözlemlenebildiği bir alandır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için gökyüzü gözlemleri, gözlem şartlarına oldukça uygun olan okul bahçesinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Laboratuvarları Merkezi ve Mulaj müzesi, her iki çalışma grubu için ortak

öğrenme alanıdır. Araştırma Laboratuvarları Merkezinde Türkiye’de sınırlı sayıda bulunan ekipmanların yer aldığı ve farklı araştırma laboratuvarlarını bünyesinde bulunduran ileri düzey bir araştırma merkezidir. Araştırma kapsamındaki etkinlikler, Malzeme Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İlgili laboratuvar bünyesinde numune hazırlık cihazları, analiz cihazları, TEM (Geçirimli Elektron Mikroskobu), SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ve XRD (X ışını Kırınım Ölçer) cihazları bulunmaktadır. Mulaj müzesi ise, ilgili üniversitenin bünyesinde oluşturulan ve bölgede iz bırakmış medeniyetler başta olmak üzere, antik dönemin önemli eserlerinin benzerlerinin sergilendiği bir kopya heykel müzesidir. Müzede Mısır, Arkaik Dönem, Klasik Dönem, Helenistik ve Roma dönemleri olmak üzere beş farklı bölüm yer almaktadır. Araştırma Laboratuvarları Merkezi ve Mulaj müzesine ilişkin görseller Şekil 3.8’de sunulmuştur.



Şekil 3.8 Araştırma Laboratuvarları Merkezi ve Mulaj müzesine ilişkin görseller (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi [MSKÜ], 2018)

İki çalışma grubu için de 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği aynı gün ve ortamda gerçekleştirilmiştir. Bilim şenliği alanı, katılımcıların araştırma kapsamında grup veya bireysel olarak oluşturdukları ürünleri ve gerçekleştirdikleri projeleri etkileşimli olarak sergileyebilmeleri için düzenlenmiştir. 23 Nisan 2017 tarihinde Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı’nda gerçekleştirilen etkinlik için bölgenin en büyük alışveriş merkezlerinden birinin etkinlikler için özel olarak hazırladığı alandan yararlanılmıştır. 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği’nin gerçekleştirildiği alana ilişkin görseller Şekil 3.9’da sunulmuştur.



Şekil 3.9 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği'nin gerçekleştirildiği alana ilişkin görseller

Buna ek olarak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri, 15 Mayıs 2017 tarihinde araştırma kapsamında gerçekleştirdikleri projelerini ve oluşturdukları ürünlerini, Muğla Bilim ve Sanat Merkezi TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarı'nda sergilemişlerdir. İlgili Fuarı'nın gerçekleştirildiği alana ilişkin görseller Şekil 3.10'da sunulmuştur.



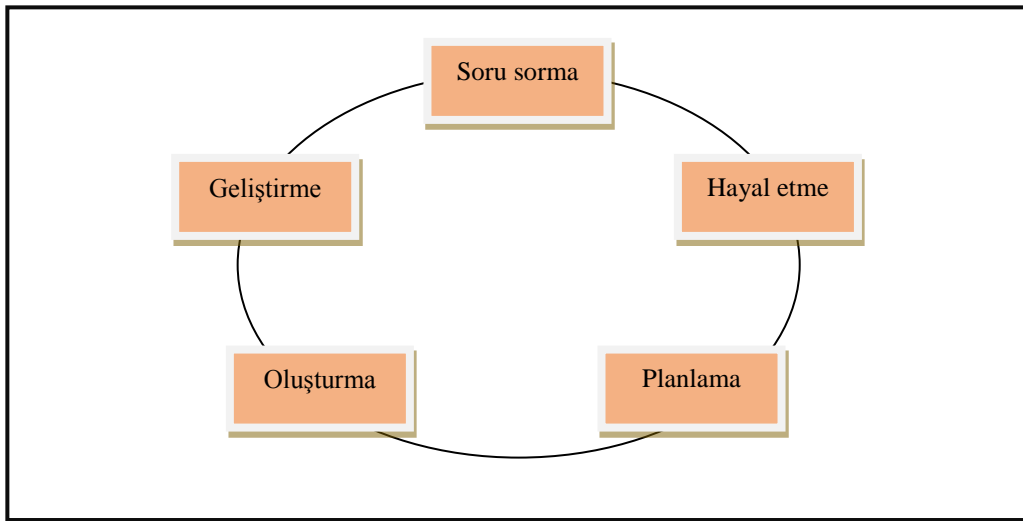
Şekil 3.10 Muğla Bilim ve Sanat Merkezi TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarı'nın gerçekleştirildiği alana ilişkin görseller

3.4.3. Araştırmada Kullanılan Etkinlikler

Araştırmanın uygulama sürecinde kullanılan STEM eğitime dayalı etkinlikler, 4 temel modül içerisinde yer almaktadır. Bu modüller, katılımcıların STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemeyi amaçlayan merak uyandırıcı etkinlikler, STEM uygulamalarına yönelik özgüven kazanmalarını ve STEM becerilerini desteklemeyi hedefleyen cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler, bir araştırma problemi çerçevesinde

veya ilgi duyulan bir alana yönelik bireysel veya grup olarak katılımcıların araştırma/tasarım süreçlerini kullanmalarını destekleyen araştırma ve tasarım projeleri ve araştırma sürecinde oluşturdukları ürünlerin etkileşimli olarak sergilenmesini temel alan bilim şenlikleridir.

Merak uyandırıcı etkinlikler modülü, astronomiyi ve bilinen evreni tanıma, astronomi, teknoloji, matematik ve mühendislik ilişkilerini keşfetme, gökyüzü gözlemleri, teleskop kullanımı, Araştırma Laboratuvarları ve Mulaj müzesi gezisi gibi etkinlikleri içermektedir. İlgili etkinlikler ve bu etkinliklerde kullanılan çalışma yaprakları Ek 10'da sunulmuştur. Bu modülde, katılımcıların astronomi temelinde bilimsel yöntemlerin önemini anlamalarını, STEM alanlarını ve uygulamalarını keşfetmelerini, teleskop gibi gelişmiş gözlem araçlarını kullanmalarını, gerçekleştirilen gezilerle fen bilimleri, mühendislik, teknoloji ve sosyal bilimlerde kullanılan yöntem ve cihazları tanımalarını ve bu alanlarda çalışan araştırmacılarla iletişim kurmalarını sağlamak amaçlanmıştır. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülü ise, katılımcıların astronomide kullanılan temel gözlem araçları, roketler ve hologramlar gibi ürünler oluşturmalarına yöneliktir. İlgili etkinlikler ve bu etkinliklerde kullanılan çalışma yaprakları Ek 11'de sunulmuştur. Bu modülde temel amaç, Tayal (2013) tarafından önerilen ve araştırma için uyarlanan ürün oluşturma odaklı ve daha çok bir kaç ders saati süren etkinliklere uygun mühendislik tasarım süreci temelinde katılımcıların STEM becerilerinin geliştirilmesidir. İlgili mühendislik tasarım süreci Şekil 3.11'de sunulmuştur.

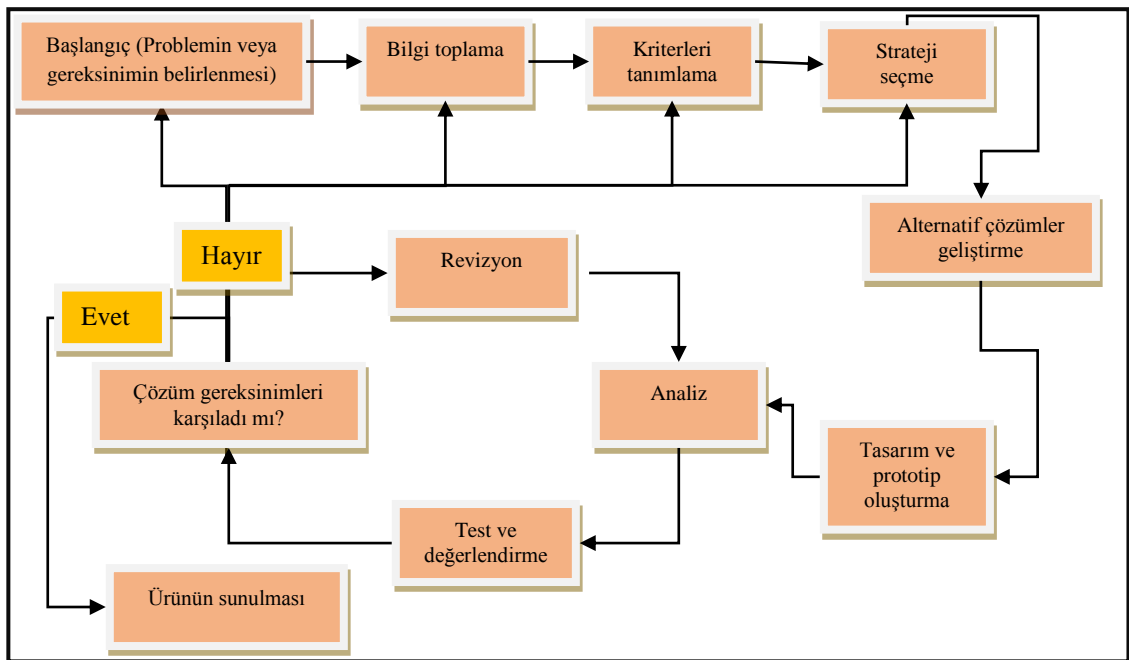


Şekil 3.11 Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde temel alınan mühendislik tasarım süreci

Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde temel alınan mühendislik

tasarım süreci aşamaları, şu şekilde özetlenebilir: Soru sorma aşaması, problemin tanımlandığı, problemin çözümü için gerekli bilimsel bilgilerin irdelendiği ve sınırlılıkların ortaya koyulduğu bölümdür. Hayal etme bölümü ise problemin çözümüne yönelik fikirlerin tartışıldığı ve en iyi çözüme karar verildiği bölümdür. Bir tasarım çizilerek ürün için gerekli materyaller belirlendiği ve planlamanın yapıldığı bölüm ise planlama bölümüdür. Oluşturma bölümünde prototip oluşturulur ve denenir. Geliştirme bölümünde ise denemeler sonunda ortaya çıkan bulgulara göre tasarım geliştirilir ve test edilir. Basit ve ucuz malzemeler ile bireysel veya grup olarak gerçekleştirilen etkinlikler katılımcıların kendi tasarladıkları çalışır ve işlevsel ürünler oluşturarak özgüven kazanmalarını desteklemek için düzenlenmiştir.

Araştırma ve tasarım projeleri modülü ise katılımcıların önceki modüllerde kazandıkları temel STEM becerilerini kullanarak kendilerinin oluşturdukları veya uygulayıcı tarafından verilen bir araştırma problemi çerçevesinde Kampe ve Oppliger (2012) tarafından önerilen ve Michigan Teknoloji Üniversitesi tarafından yürütülen High School Enterprise projesinde kullanılan orta ve uzun vadeli projeler için tercih edilen mühendislik tasarım süreci kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlgili etkinlikler Ek 12’de sunulmuştur. Bu mühendislik tasarım süreci, ilgili modülün temel amaçları çerçevesinde yeniden düzenlenmiştir. Katılımcılar, projelerinde bu mühendislik tasarım sürecini kullanmaları için teşvik edilmiştir. İlgili mühendislik tasarım süreci Şekil 3.12’de sunulmuştur.



Şekil 3.12 Grup etkinliklerinde kullanılan mühendislik tasarım süreci

Grup projelerinde kullanılan mühendislik tasarım süreci aşamaları şu şekilde özetlenebilir: Başlangıç aşaması, problemin belirlenmesi veya ihtiyaç duyulan bir alanda gereksinimlerin net bir şekilde ortaya koyulmasını içermektedir. Bilgi toplama aşamasında, problem ile ilgili farklı kaynaklardan bilgi toplanır. Bunlar kitaplar, internet siteleri veya önceki tasarımlar gibi kaynaklar olabilir. Kriterleri tanımlama aşamasında, problemin çözümüne yönelik sınırlılıklar ve kısıtlamalar toplanan bilgiler temel alınarak ortaya konulur. Tasarımın temel nitelikleri ortaya çıkar. Strateji seçme aşamasında problemin çözümünde izlenecek adımlar ve stratejiler belirlenir. Belirlenen stratejiler baz alınarak alternatif çözümler üretilir ve tartışılarak karşılaştırılır. Kriterler temelinde en uygun çözüm belirlenerek, bu çözüme yönelik tasarımlardan prototip oluşturulur. Prototip, test aşamasından önce analizlenir. Bu analizler, prototipin tasarım ile uyumlu olup olmadığı ile ilgilidir. Yapılan test ve değerlendirmelerden sonra tasarım, önceden belirlenen araştırma problemi ve kriterlere ilişkin gereksinimleri karşılıyor mu? sorusu sorulur. Eğer gereksinimler karşılanıyorsa ürün, sunma aşamasına gelmiş ve tamamlanmış demektir. Gereksinimlerin karşılanmadığı durumlarda ise tasarım gereksinimlerden çok farklı bir noktada ise alternatif çözümler üretme aşamasından önceki aşamalar yeniden kontrol edilir. Bu, ürünün tüm tasarım sürecinin yeniden düzenlenmesi anlamına gelebilir. Gereksinimlerin karşılanmadığı durumda, sorun küçük düzeltmeler ile giderilebilecekse, ürün revize edilerek analiz aşamasına dönlür. Analiz, test ve değerlendirme döngüsü tekrar işletilir.

Grup araştırma ve tasarım projeleri, bir araştırma probleminin çözümüne yönelik olarak atölye çalışmalarına dayalı ve ürün oluşturma odaklı projelerdir. Araştırma problemleri, uygulayıcı tarafından verilen uzayda bilim nasıl işler?, zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir?, uzaya nasıl ulaşabiliriz? ve hologramlar nasıl çalışır? ve katılımcıların oluşturduğu uzayı nasıl gözlemleriz? problemleridir. Bu araştırma problemleri tek bir çözümü olmayan, katılımcıları araştırma ve tasarım süreçlerini ve farklı disiplinleri bir arada kullanmaya teşvik eden problemlerdir. Tek ve sıradan bir çözümü olmayan problemler için, katılımcıların STEM disiplinlerini birlikte kullanmaları ve işbirlikli grup çalışmaları yürütmeleri gerekmektedir. Ayrıca katılımcılar, araştırma problemlerinin çözümü için araştırma aşamalarını kendileri tasarlamak ve iş planlarını tanımlamak durumundadırlar. Araştırma ve tasarım projeleri için katılımcılara sekiz haftalık bir süre verilmiştir. Her grup gerek bilim atölyesinde, gerekse fen bilimleri sınıfında kendi iş planına bağlı olarak özgürce çalışabilmiştir. Desteğe ihtiyaç duyulan

durumlarda ise belirlenen zamanlarda uygulayıcı ile tartışma olanağı yakalamışlardır. Her grup ile haftada en az bir tartışma toplantısı düzenlenmiştir. Gruplar için 16/171 numaralı Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi bilimsel araştırma projesinden belirli bir bütçe oluşturulmuş ve gerekli malzeme alımları bu kapsamda gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte uygulayıcı, kolaylaştırıcı (facilitator) görevini üstlenmiş, katılımcıların bağlamdan kopmaması için destek vermiştir (Fibonacci, 2013).

Ayrıca, birinci ve ikinci modül uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri bireysel araştırma problemleri üretmişler ve bu problemleri araştırmak istemişlerdir. Örneğin, ilk modülde yer alan çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinliğinde bir katılımcı *“Ay’ın yüzeyi düz değil, bir sürü girinti ve çıkıntı var. Dünya’ya hiç benzemiyor. Bunlar nasıl oluştu?”* ifadesini kullanmıştır. Bu araştırma problemi çerçevesinde katılımcı desteklenmiş ve üçüncü modül kapsamında araştırmasını yürütmüştür. Bu bağlamda, modülde tüm katılımcıların küçük çalışma grupları ile katıldıkları 5 farklı araştırma tasarım projesi ve bu projelere ek olarak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerin bireysel olarak gerçekleştirdikleri 6 araştırma ve tasarım projesi bulunmaktadır.

Son modül olan bilim şenlikleri modülü ise, araştırma sürecinde gerçekleştirilen projelerin ve oluşturulan ürünlerin etkileşimli olarak sergilenmesini konu almaktadır. Bu bağlamda, iki çalışma grubunun katıldığı 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin katıldığı Muğla Bilim ve Sanat Merkezi TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarı gerçekleştirilmiştir. İlgili etkinlikler Ek 13’te sunulmuştur.

Araştırmada kullanılan etkinliklerin temel felsefesi sorgulamadır. NSTA (2018) sorgulamayı doğayı ve bizlerin tasarladığı dünyayı tam olarak anlayabilmenin bir yolu olarak tanımlamış ve STEM temelli programlarda bilimsel temelli soru sorma ve araştırma yapma gibi süreçleri içeren bilimsel sorgulamanın yer alması gerektiğini belirtmiştir. Bu bağlamda, araştırmada kullanılan etkinliklerdeki temel anlayış şu şekilde ifade edilebilir:

Öğrenciler Sorgulama Temelli Bilim Eğitiminde tıpkı bir bilim insanı gibi doğayı ve olguları anlamaya çalışırlar. Sorgulama sürecinde birey veri toplama, bilimsel süreç, eleştirel düşünme, iletişim kurma, bağımsız ve işbirlikli öğrenme becerilerini aktif hale getirir (Oğuz Ünver, Şenler, Arabacıoğlu ve Okulu, 2016, s.127).

İlk iki modülde sunulan etkinlikler, amaç, anahtar kavramlar, süre, önerilen materyaller ve önerilen uygulama yönergesi bölümlerinden oluşmaktadır. Etkinliklerin amaçları, NRC (2012) tarafından çerçevesi oluşturulan ve bilim ve mühendislik uygulamalarını, bütünleştirici kavramları ve temel kavramaları içeren üç bölümden oluşan fen öğretim programı temelinde oluşturulmuştur. Anahtar kavramlar, etkinlikte odaklanılan kavramları ifade etmektedir. Süre ise etkinliğin gerçekleştirilmesi için ayrılan süredir. Önerilen materyaller bölümünde ise etkinliğin gerçekleştirilmesi için gerekli temel malzeme ve araç gereçler belirtilmiştir. Ancak katılımcıların kullanılabilen materyal sınırlamasının olmadığı etkinliklerde istedikleri malzemeler STEM eğitime yönelik hazırlanmış Bilim Atölyesi ve fen bilimleri sınıfından sağlanmıştır. Her bir etkinlikte gerekli materyaller için özel etkinlik kutuları hazırlanmıştır. Önerilen uygulama yönergesi ise her bir etkinliğin amaçlarına göre değişmektedir. Önerilen uygulama yönergesinde yer alan aşamaların tanımları aşağıda sunulmuştur:

Hazırlık: Etkinliğe başlamadan önce, ortamın ve katılımcıların etkinlik için hazırlanmasıdır. Grupların oluşturulması ve çalışma yapraklarının dağıtılması gibi aktiviteleri içerir.

Giriş: Etkinliğe başlarken katılımcılarda merak uyandırmak ve konuya odaklanmalarını sağlamak için kullanılan aşamadır. Bu aşamada sunulan problem veya konu otantik yani gerçek yaşamla ilgilidir. Katılımcılar, ancak bu şekilde problemi kendilerinin problemi gibi hissederler ve sorunu çözmek için istek duyarlar (Pri-Sci-Net, 2014). Giriş bölümü otantik bir soru sorulması, bir video veya fotoğraf ile fikirlerin ve deneyimlerin ortaya çıkarılması gibi etkinlikleri içerir. Bazı etkinlikler gözlem aşaması ile de başlayabilir.

Görev: Etkinliklerde, uygulayıcının katılımcılara verdiği sınırları ve kriterleri tanımlanmış durumu ifade eder. Uygulayıcı belirli bir görevi katılımcılara vererek görevin kriterlere uygun olarak tamamlanmasını bekler ve gerekli durumlarda ek açıklamalar yapabilir (Dym ve diğerleri, 2009).

Problemin tanımlanması: Etkinlik konusu çerçevesinde uygulayıcı tarafından verilen veya katılımcıların kendi oluşturdukları problemin tanımlanmasıdır. Bu süreçte katılımcıların problemin sınırlarını çizmesi, grup olarak gerçekleştirilen bir etkinlikse probleme yönelik tüm fikirleri tartışarak değerlendirmesi gerekir (Corbett ve Coriell, 2014; Mentzer, 2011).

Çözüm Karar verme: Problemin tanımlanması aşamasından sonra bireysel veya grup olarak alternatif çözümlerin ortaya konulmasıdır. Bu aşama, katılımcıların değişkenler ve kısıtlamalar (zaman ve malzeme gibi) temelinde en iyi çözüme karar vermeleri ile

ilgilidir (NRC, 2012).

Tasarım: Konu veya araştırma probleminin çözümüne yönelik, katılımcıların bireysel veya grup olarak oluşturmak istedikleri ürünü tasarlamalarıdır. Tasarım sürecinde oluşturulan çizimlerin orantılı, birimleri içeren ve bilimsel nitelikte olması beklenmektedir. Ayrıca tasarımda gerekli malzemeler de bu aşamada belirtilmelidir (Dym ve diğerleri, 2009).

Prototip oluşturma: Oluşturulan tasarım temelinde konu veya araştırma probleminin çözümüne yönelik bir prototipin (ilk örneğin) etkinlik malzemeleri ile oluşturulmasıdır (Corbett ve Coriell, 2014; NRC, 2012).

Prototipi test etme: Oluşturulan prototipin belirli koşullar altında denenmesidir (Corbett ve Coriell, 2014; NRC, 2012).

Tekrar tasarım: Bir prototip, prototipi test etme aşamasında etkin şekilde çalışmıyorsa bu aşamaya dönülerek test etme sürecinde elde edilen verilere göre tasarımın yeniden gerçekleştirilmesidir (Corbett ve Coriell, 2014).

Tekrar prototip oluşturma: Tekrar tasarım aşaması temelinde prototipin etkinlik malzemeleri ile yeniden oluşturulmasıdır (Corbett ve Coriell, 2014).

Tasarımı geliştirme (Gerekli ise): Etkinlik sürecinde, uygulayıcının görevdeki değişkenleri değiştirerek, katılımcılardan ürünü yeni değişkenlere uygun şekilde oluşturmalarını istemesidir (Corbett ve Coriell, 2014).

Tahmin: Bireyin verilen bir durumda ne olacağı hakkında değişkenler üzerinden görüş bildirmesi anlamındadır (Martin ve diğerleri, 2014).

Gözlem: Bireylerin çevresindeki nesne ya da olayları anlamlandırmak için bütün duyu organlarından yararlanarak gerçekleştirdikleri algılama sürecidir (Martin ve diğerleri, 2014).

Çıkarım: Elde edilen verilere veya gözlemlere dayalı olarak yapılan yorum ve açıklamalardır (Ramig, Bailer ve Ramsey, 1995).

Tanımlama: Bir kavramın, ilkenin, teorinin, kanunun tanımlanmasıdır. Burada bahsedilen tanımın direkt olarak verilip katılımcıların bu kavramı öğrenmesi değil, gözlem ve deney sonucu keşfedilen bilgilerin bilimsel tanımlarının ifade edilmesidir (Peters ve Stout, 2006). Bu süreçte tanımlama uygulayıcı veya katılımcılar tarafından yapılabilir.

Sorgulama: Sorgulama aşaması, katılımcılara gözlemlerini detaylandırmaları, deneyimleri ile konuyu ilişkilendirmeleri, farklı bir durumu açıklamaları ve etkinlikteki farklı aşamalar arasında ilişki kurmalarını sağlamak için gerçekleştirilen aktiviteleri

ifade etmektedir (National Research Council [NRC], 2000b). Buradaki temel amaç, katılımcıların zihinsel süreçleri kullanmaları için teşvik edilmesidir.

Deney: Etkinliğin herhangi bir aşamasında gerçekleştirilen deneyi ifade eder. Bu deneyler uygulayıcı tarafından gerçekleştirilen gösteri deneyleri veya katılımcılar tarafından hipotezlerini test etmek veya değişkenleri belirlemek için gerçekleştirilen kontrollü deneyler olabilir (Esler ve Esler, 2001).

Tartışma: Bir soru, problem, gözlem, bulgu veya sonuç temelinde katılımcıların birbirleriyle veya uygulayıcı ile bilimsel kavramları kullanarak tartışmalarıdır (Alozie, Moje ve Krajcik, 2010).

Kanıtı dayalı düşünme: Katılımcılar elde ettikleri veriler veya gözlemler temelinde kanıtlar toplarlar. Bu kanıtlara dayalı argüman oluştururlar. Etkinlikte bu aşamada ifade edilen katılımcıların oluşturdukları argümanları kanıtlarına dayalı olarak değerlendirmeleridir (Pri-Sci-Net, 2014).

Veri toplama ve kaydetme: Etkinlik sürecinde, katılımcıların veri toplamaları ve bu verileri uygun şekilde kaydetmeleri anlamına gelmektedir (Peters ve Stout, 2006).

Hesaplama: Katılımcılara uygulayıcı tarafından verilen bir problemin veya durumun matematiksel hesaplamalar kullanılarak gerçekleştirilmesidir (NRC, 2012).

Veri Analizi: Etkinlikte toplanan verilerin matematiksel işlemlerle analizlenmesidir.

Değerlendirme: Etkinliğin amacına ulaşip ulaşmadığının belirlenmesi için kullanılan yöntem ve tekniklerdir. Bu süreç katılımcıların kendilerini ve araştırma sonuçlarını değerlendirmesini (NRC, 2012) ve ürünlerin değerlendirilmesini içerir.

Notlar: Etkinlik ile ilgili ihtiyaç duyulan ayrıntıların sunulduğu bölümdür. Bu bölümde uygulama notları veya etkinliğin uyarlandığı kaynaklara yer verilebilir.

3.5. Verilerin Analizi

STEM eğitimi kapsamında astronomi etkinliklerinin geliştirilmesini ve değerlendirilmesini konu alan araştırmada elde edilen veriler, nicel ve nitel veri çözümlene teknikleriyle analiz edilmiştir.

Nicel verilerin analizinde, SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 20.0 istatistik analiz programı kullanılmıştır. SPSS 20.0 istatistik analiz programına veri girişleri nicel veri toplama araçları için farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Astronomi başarı testi için

her bir doğru cevap “1” ve yanlış cevap “0” olarak değerlendirilmiştir. STEM tutum ölçeğinde yer alan ifadeler için ise kesinlikle katılıyorum “5 puan”, katılıyorum “4 puan”, kararsızım “3 puan”, katılmıyorum “2 puan”, ve kesinlikle katılmıyorum “1 puan” olarak kabul edilmiştir. Ölçekte yer alan 1, 3, 5 ve 8 numaralı olumsuz ifadeler ters çevrilip yeniden kodlanarak veri girişleri yapılmıştır. STEM semantik ölçeğinde yer alan maddeler ise 1-7 puan aralığında değerlendirilmiştir. Ayrıca, ölçeğin her boyutunda 3 adet olmak üzere toplam 15 adet olumsuz ifade ters çevrilip yeniden kodlanarak SPSS 20.0 istatistik analiz programına girilmiştir.

Astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeğinden elde edilen nicel verilerin analizinde betimsel ve çıkarımsal analizlerden yararlanılmıştır. Betimsel analizlerde, ölçme araçlarından elde edilen verilerin aritmetik ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri hesaplanmıştır. Analiz sürecinde uygulanacak çıkarımsal istatistiklerin belirlenmesinde alt araştırma problemleri temel alınmıştır.

Grup içi karşılaştırmalarda bir gruba ilişkin ikiden fazla tekrarlı ölçümün ortalamalarının karşılaştırılmasında kullanılan analiz tekniklerinden birisi de tekrarlı ölçümler için tek yönlü varsayimsel analiz tekniğidir. Bu analiz tekniğinin kullanılıp kullanılmayacağını belirlemek amacıyla ilgili analiz tekniğine ait varsayımlar kontrol edilmiştir. Bu varsayımlar, veri setinin en az aralık ölçeğindeki verileri içermesi, verilerin normal dağılım özelliklerini göstermesi, herhangi iki ölçüm arası farklar dizilerinin varyanslarının eşit olması (küresellik varsayımı) ve verilerin aynı veri kaynağından alınmış olması varsayımlarıdır. Grup içi karşılaştırmalarda astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeğinden elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilks ve Kolmogorow-Smirnow testleri aracılığı ile incelenmiştir. Grup içi karşılaştırmalarda kullanılacak veri setlerinin küresellik varsayımını sağlayıp sağlamadığını değerlendirmek amacıyla ise Mauchly's küresellik testinden yararlanılmıştır (Pallant, 2010). Veri setinin bu varsayımlardan herhangi birisini sağlamaması durumunda tercih edilebilecek analiz tekniklerinden birisi de Friedman testidir. Friedman testinden, veri setleri için ölçümlere ait dağılımların karşılaştırılarak aralarında anlamlı bir fark olup olmadığının incelenmesinde yararlanılabilir. Friedman testi sonuçlarına göre hangi ölçümler arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olduğunu belirlemek amacıyla ise, iki bağımlı örneklem için Wilcoxon işaret sıralaması testi sonuçları Bonferroni düzeltmesi yapılarak kullanılabilir

(Can, 2013; Field, 2000). Bu bağlamda, astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeğinden elde edilen nicel verilerin grup içi ön test–son test–kalıcılık testi karşılaştırmalarında Friedman testi ve hangi ölçümler arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olduğunu belirlemek amacıyla ise iki bağımlı örneklem için Wilcoxon işaret sıralaması testi kullanılmıştır.

Gruplar arası karşılaştırmalarda, iki farklı grubun ortalamalarının karşılaştırılmasında kullanılan analiz tekniklerinden birisi de ilişkisiz örneklem için t testi tekniğidir. Bu analiz tekniğinin kullanılıp kullanılmayacağını belirlemek amacıyla ilgili analiz tekniğine ait varsayımlar kontrol edilmiştir. Bu varsayımlar, veri setlerinin en az aralık ölçeğindeki verileri içermesi, verilerin normal dağılım özelliklerini göstermesi, grupların varyanslarının eşit olması ve karşılaştırılacak veri setlerinin ilişkisiz örneklemelerden elde edilmesi varsayımlarıdır. Gruplar arası karşılaştırmalarda grup varyanslarının homojenliğini test etmek için ise Levene testi gibi eşvaryanslılık testlerinden yararlanılır. Ancak, Field, Miles ve Field (2012) bu tip testlerinin örneklem sayılarının eşit olmadığı veya küçük örneklemelerde sağlıklı sonuçlar vermediğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Pituch ve Stevens (2015), eşvaryanslılık testlerinin verdiği sonuçların güvenilir olabilmesi için büyük örneklem/küçük örneklem oranının 1,5'ten küçük olması gerektiğini belirtmiştir. Bu orana dikkat edilmeden yapılacak analizler, farksızlık hipotezinin kabul edilmesi gerekirken red edilmesine yol açabilir. Bu da araştırma sonuçlarını tamamıyla değiştirebilir (Pallant, 2010). Mevcut araştırmada, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden ($n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından ($n = 67$) elde edilen veriler bu koşulu sağlamamaktadır. Veri setinin belirtilen varsayımlardan herhangi birisini sağlamaması durumunda tercih edilebilecek analiz tekniklerinden birisi de Mann-Whitney U testidir. Mann-Whitney U testinden bağımsız iki grubun ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının incelenmesinde yararlanılabilir (Blaikie, 2003). Ayrıca, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ($n = 23$) için örneklem büyüklüğü 30'dan daha azdır. Küçük örneklem olarak tanımlanan bu tip örneklemelerde parametrik olmayan fark testlerinin kullanılması tercih edilebilir (Baykul, 1999; Pituch ve Stevens, 2015). Bu bağlamda, astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeğinden elde edilen nicel verilerin gruplar arası ön test–ön test, son test–son test ve kalıcılık testi-kalıcılık testi karşılaştırmalarında Mann-Whitney U testinden yararlanılmıştır.

Araştırma sürecinde elde edilen nitel veriler, nitel veri analiz teknikleri kullanılarak

analiz edilmiştir. Nitel veri analizi temelde araştırmacının elde ettiği verileri düzenlediği, analiz birimlerini oluşturduğu, sentezlediği, desenleri belirlediği, değişkenleri keşfettiği ve keşfettiklerinden hangilerini araştırma raporuna yansıtacağına karar verdiği bir süreçtir (Bogdan ve Biklen, 2007). Nitel veri analizinde içerik analizi ve betimsel analiz olmak üzere iki temel teknik bulunmaktadır (Strauss ve Corbin, 2015). Araştırmadan elde edilen nitel veriler, betimsel analiz tekniğine göre incelenmiştir. Betimsel analiz sürecinde, araştırmacının anahtar sorular, temalar ve kavramlar çerçevesinde elde ettiği veriler düzenleme ve yorumlamalarla analiz edilir. Betimsel analiz; verilerin daha önceden belirlenmiş temalara göre özetlenmesi, yorumlanması ve sunulmasını içerir (Strauss ve Corbin, 2015; Yıldırım ve Şimşek, 2008). Yıldırım ve Şimşek (2008)'e göre betimsel içerik analizi 4 aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada, önceden oluşturulan temalar ışığında veri analizi için bir çerçeve oluşturulur. İkinci aşamada, verilerin anlamlı ve mantıklı bir biçimde ilişkilendirilmesi için temalar temelinde veriler okunur ve düzenlenir. Düzenlenen verilerin tanımlandığı aşama ise üçüncü aşamadır. Son aşamada ise bulgular açıklanır, ilişkilendirilir ve anlamlandırılır. Ayrıca yapılan yorumları güçlendirmek için bulgular arasındaki neden sonuç ilişkileri irdelenir ve farklı olgular arasında karşılaştırma yapılır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra gerçekleştirilen görüşmeler, NVivo 11 nitel analiz programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Betimsel analiz için, yarı yapılandırılmış görüşme formu geliştirme sürecinde belirlenen STEM alanlarına yönelik tanımlama, STEM alanları arasında ilişki kurma, STEM alanlarına yönelik ilgi ve tasarım temelli düşünme olmak üzere 4 tema kullanılmıştır. STEM alanlarına yönelik tanımlama temasında NAE ve NRC (2009) tarafından belirtilen fen, teknoloji, mühendislik ve matematik tanımları referans alınmıştır. Ayrıca etkinlikler sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde yer alan, katılımcıların etkinliklere bakış açılarını içeren veriler etkinlik teması altında değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde, öncelikle görüşmelerin ses kayıtları katılımcıların söylemlerine sadık kalınarak bire bir transkript edilmiştir. Ardından veri düzenlemesine gidilerek ilişkisiz metinler transkriptten çıkartılmıştır. Transkript, NVivo 11 nitel analiz programına aktarılmıştır. Transkript temaların ışığında birçok kez okunarak kodlar oluşturulmuştur. Kod ve temalardan hareketle matrisler elde edilmiştir. Bulgular sunulurken bu matrislerden yararlanılmıştır. Sonrasında ise bulgular şekillere dönüştürülmüş, gerekli yerlerde doğrudan alıntılara da yer verilerek raporlaştırılmıştır.

(Creswell, 2012). Buna ek olarak, araştırma etiği çerçevesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri “B1, B2, B3, B4, B5 ve B6 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları F1, F2, F3, F4, F5 ve F6 şeklinde rumuzlara isimlendirmiştir.

Analizlerinin güvenilirliğini arttırmak amacıyla 2 katılımcı ile yapılan görüşmeler, fen eğitiminde uzman ikinci bir araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. İki araştırmacının temalara göre oluşturduğu kodlar puanlanarak puanlayıcılar arası uyum indeksi (IRR) %91 olarak hesaplanmıştır. Bunun yanında, araştırmacı tarafından veri analizlerine yaklaşık 3 ay ara verilmiş ardından analiz süreci 3 katılımcı ile yapılan görüşmelerle yeniden gerçekleştirilmiştir. Araştırmacının iki farklı zamanda gerçekleştirdiği kodlamalar puanlanmış ve analizler arasındaki uyum indeksi %97 olarak hesaplanmıştır. Yıldırım ve Şimşek (2008) yapılan güvenilirlik hesaplamalarında uyum yüzdesinin %70 ve üzeri olmasının yeterli olacağını belirtmiştir.

Araştırmacı gözlem notlarından elde edilen veriler, araştırmacı tarafından daha önceden belirlenen 8 tema kapsamında betimsel analiz ile incelenmiştir. Bunlar, sorular sorma ve problemleri tanımlama, modelleri geliştirme ve kullanma, araştırmayı planlama ve gerçekleştirme, verilerin analizi ve yorumlanması, matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma, açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama, kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma ve bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi temalarıdır (NRC, 2012). NRC (2012)'ye göre bu niteliklerin tanımları aşağıda sunulmuştur.

Sorular sorma ve problemleri tanımlama: Bilim, olgularla ilgili bir soru ile başlar. Örneğin, “Kanserin nedeni nedir?” Bilim, bu tür sorulara açıklama getirebilmek için teoriler geliştirir. Bilim insanların temel uğraşı, olgularla ilgili deneysel olarak cevaplanabilir sorular formüle etmek, olgu ile ilgili bilinenleri ortaya koymak ve tatmin edici bir yanıtı olmayan soruları belirlemektir. Mühendislik, çözülmesi gereken bir problem, ihtiyaç veya istekle başlar. Ülkenin toplumsal bir sorunu olan enerji bağımlılığı problemi, toplu ulaşım sistemlerinin ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi gibi mühendislik problemleri doğurabilir. Mühendisler, mühendislik problemini tanımlamak, etkili bir çözüm için kriterleri ve problemin sınırlılıklarını belirlemek için sorular oluştururlar.

Modelleri geliştirme ve kullanma: Bilim, genellikle olgular ile ilgili açıklamalar geliştirmek için çeşitli model ve simülasyonların oluşturulmasını ve kullanılmasını

içerir. Modeller, gözlemlenebilenlerin ötesine geçmeyi ve henüz gözlemlenememiş bir dünyayı hayal etmeyi mümkün kılar. Modeller, varsayımsal açıklamaları test edebilmek için tahminler yapılmasına olanak tanır. Mühendislik, modeller ve simülasyonları sistemlerdeki hataların nerede oluşabileceğini görmek veya yeni bir problemin olası çözümlerini test etmek için kullanılır. Mühendisler ayrıca, geliştirilen sistemleri test etmek ve tasarımlarının güçlü yönlerini ve sınırlılıklarını tanımak için çeşitli modeller üzerinde denemeler gerçekleştirirler.

Araştırmayı planlama ve gerçekleştirme: Bilimsel araştırmalar alanda veya laboratuvarında yapılabilir. Bilim insanlarının en çok kullandıkları uygulama, araştırmalarını sistematik olarak planlama ve gerçekleştirmektir. Bu süreçte kaydedilecek verinin, bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerinin tanımlanması önemlidir. Gözlemler ve bu tür çalışmalardan toplanan veriler, mevcut teorileri ve açıklamaları test etmek ve geliştirmek ayrıca yeni bir teori ortaya koymak için kullanılabilir. Mühendisler, araştırmaları hem temel tasarım kriter/değişkenlerini belirleme hem de tasarımlarını test etme sürecinde veri toplamak için kullanırlar. Tıpkı bilim insanları gibi mühendisler de ilgili değişkenleri belirleme, değişkenlerin nasıl ölçüleceklerine karar verme ve analiz için veri toplama aşamalarını gerçekleştirirler. Bu araştırma süreci mühendislere tasarımlarının farklı koşullar altında ne kadar etkili, verimli ve dayanıklı olacağını belirlemelerinde yardımcı olur.

Verilerin analizi ve yorumlanması: Bilimsel araştırmalardan anlam çıkarmak için analiz edilmesi gereken veriler elde edilir. Bilim insanları verilerin önemli özelliklerini ve veriler arasında kalıpları belirlemek için tablolaştırma, grafiksel yorumlama, görselleştirme ve istatistiksel analiz gibi çeşitli araçlar kullanır. Hata kaynakları belirlenir ve kesinlik dereceleri hesaplanır. Mühendisler, araştırmalarından ve tasarımlarından elde ettikleri verileri analiz eder. Bu durum bir probleme ilişkin farklı çözümleri karşılaştırmalarına ve her birinin belirli tasarım kriterlerine ne kadar uygun olduğunu belirlemelerine olanak tanır. Mühendisler de bilim insanları gibi ilişkileri tanımlamak ve sonuçları yorumlamak için farklı araçlara ihtiyaç duyarlar.

Matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma: Bilimde, matematik ve hesaplamalar, fiziksel değişkenleri ve bunların ilişkilerini ortaya koymak için temel araçlardır. Matematik, simülasyonlar oluşturmak, istatistiksel olarak verileri analiz etmek, niceliksel ilişkileri tanımlamak, ifade etmek ve uygulamak gibi farklı amaçlar için kullanılır. Matematiksel ve hesaplamaya dayalı yaklaşımlar, fiziksel sistemlerin

davranışlarının tahmin edilmesini sağlar. Ayrıca bazı tahminlerin test edilmesine yardımcı olur. Dahası, istatistiksel teknikler verilerden oluşan kalıpların veya ilişkilerin önemini değerlendirebilmede kullanılır. Mühendislikte, oluşturulan ilişkilerin ve ilkelerin matematiksel ve hesaplamalara dayalı gösterimleri tasarımın ayrılmaz bir parçasıdır. Örneğin, yapı mühendisleri, bir binanın beklenen kullanım stresine dayanıp dayanamayacağını ve kabul edilebilir bütçeler içinde tamamlanabilip tamamlanamayacağını hesaplamak için tasarımlarında matematiksel analizleri kullanırlar. Buna ek olarak bir sistemin matematiksel olarak simüle edilmesi tasarımın geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için çok önemlidir.

Açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama: Bilimin amacı, doğayı açıklayan teorilerin oluşturulmasıdır. Bir teori, kapsadığı olgular arttığında ve açıklamaya yönelik tutarlılığı diğer açıklamalardan daha üstün olduğunda kabul görür. Bilimsel açıklamalar, teorinin spesifik bir duruma veya olaya yönelik uygulamalarıdır. Öğrenciler için hedef ise, mevcut bilim anlayışını ya da onu temsil eden bir modeli içeren olguların mantıksal açıklamalarının oluşturulmasıdır. Bu açıklamaların mevcut kanıtlarla tutarlı olması beklenir. Mühendislik problemlerini çözmek için sistematik bir süreç olan mühendislik tasarımı, maddesel dünyaya ilişkin bilimsel bilgi ve modellere dayanır. Bir sistemde önerilen her çözüm istenilen işlevlere, teknolojik fizibilite, maliyet, emniyet, estetik ve yasal gereksinimlere uyuma ilişkin ölçütlerin dengelenmesi sürecine dayanmaktadır. Genellikle bu süreçte en iyi çözümden ziyade farklı çözümlerden bahsedilir. En uygun çözüm kullanılan ölçütlere bağlıdır.

Kanıt dayalı argümanlarla meşgul olma: Bilimde, muhakeme ve sav, akıl yürütülen durumun güçlü ve zayıf yanlarını tanımlamak ve doğal bir olgu için en iyi açıklamayı bulmak adına çok önemlidir. Bilim insanları açıklamalarını savunmalı, gerçek verilere dayalı kanıtları formüle etmeli, başkaları tarafından sunulan kanıt ve yorumlar ışığında kendi açıklamalarını incelemeli ve araştırılan olgu için en iyi açıklama arayışında akranlarıyla işbirliği yapmalıdır. Mühendislikte, muhakeme ve argüman, bir probleme mümkün olan en iyi çözümü bulabilmek adına önemlidir. Mühendisler, farklı fikirlerin en olası çözümün seçilmesinde kritik bir öneme sahip olduğu tasarım süreci boyunca akranlarıyla işbirliği yapmak durumundadırlar. Mühendisler, soruna en iyi çözümü elde edebilmek için alternatifleri karşılaştırmak, test verilerini temel alan kanıtlar oluşturmak, sonuçlarını savunmak için kanıtlardan argümanlar çıkarmak, başkalarının fikirlerini eleştirel olarak değerlendirmek ve tasarımlarını revize etmek için sistematik

yöntemler kullanmaktadırlar.

Bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi: Bilim insanları, bulgularını açık ve ikna edici şekilde sunamaz veya başkalarının bulguları hakkında bilgi edinemezse, bilim ilerleyemez. Bu nedenle bilimin en önemli işlevlerinden birisi fikirlerin paylaşılması ve araştırma sonuçlarının sorgulanmasıdır. Bilim, bilimsel metinlerden (makale, internet, sempozyumlar ve dersler) anlam kazanma ve bu şekilde elde edilen bilgilerin bilimsel geçerliliğini değerlendirme ve bu bilgiyi bütünleştirme becerisini gerektirir. Mühendisler, tasarımlarının avantajlarını açık ve ikna edici bir şekilde yaygınlaştıramadıkları takdirde, yeni veya geliştirilmiş teknolojiler üretilemez. Mühendislerin tablolar, grafikler, çizimler veya modeller kullanarak ve akranlarıyla uzun süreli görüşmeler ile sözlü ve yazılı olarak fikirlerini ifade edebilmeleri gerekir. Dahası, bilim insanları gibi, meslektaşlarının metinlerinden anlam çıkarabilir, bilgileri değerlendirebilir ve faydalı bir şekilde uygulayabilirler. Mühendislikte de tıpkı bilimde olduğu gibi, işbirliği ve iletişim imkânlarını genişleten yeni teknolojiler artık rutin olarak mevcuttur.

Araştırmacı gözlem notları yazılı olarak oluşturulduğu için transkripte dönüştürülmemiştir. Veri analizi sürecinde belirlenen temalarda yer alan nitelikleri içeren kanıtlar, fotoğraf ve yazılı dokümanlardan oluşan gözlem notları içerisinde incelenmiştir. Hangi etkinliğin hangi niteliği desteklediğini belirmemek amacıyla kodlar oluşturulmuş ve elde edilen bulgular şekillere dönüştürülerek sunulmuştur. Bulguların sunumunda örnek gözlemlere de yer verilmiştir. Araştırmacı gözlem notlarına ilişkin analizlerinin güvenilirliğini arttırmak amacıyla 5 etkinlik için oluşturulan araştırmacı gözlem notları fen eğitiminde uzman ikinci bir araştırmacı tarafından 8 tema kapsamında analiz edilmiştir. Bu analizler, araştırmacının analizleri ile karşılaştırılmış ve puanlayıcılar arası uyum indeksi (IRR) % 86 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan uyum yüzdesinin % 70 ve üzeri olması analizlerin güvenilir olduğunun bir göstergedir (Miles ve Huberman, 1994).

STEM eğitimi etkinliklerinin değerlendirilmesinde, uygulama sürecine gözlemci olarak katılan araştırmacının her bir etkinlik için 0, 1, 2 ve 3 olarak puanladığı maddeler kullanılmıştır. Bu puanlamalar, öğrenme ortamı teması altında organizasyon ve materyal alt temaları, etkinlik teması altında amaca uygunluk, katılım, STEM etkinlikleri ile etkileşim ve değerlendirme alt temaları, STEM konu alanı ve uygulamaları teması altında STEM içeriği öğretimi, sorgulama ve yansıtma alt teması

ve STEM alanlarında gelişim teması altında yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt teması kapsamında incelenerek tablo ve grafiklere dönüştürülmüştür. Ayrıca oluşturulan tablo ve grafikler, gözlemcinin gözlem, kanıt ve örnekleri ile desteklenmiştir. Etkinlik değerlendirme formu analiz sürecinde kullanılan iki farklı formdan elde edilen puanlama örnekleri Tablo 3.14’te sunulmuştur.

Tablo 3.14

Etkinlik Değerlendirme Formu Analiz Sürecinde Kullanılan İki Farklı Formdan Elde Edilen Puanlama Örnekleri

Etkinlik	Nitelik	Puan	Gözlem, kanıt veya örnek
Kendi roketini tasarla I: Balon roket	Etkinlik mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir.	3	Etkinlikte katılımcılara uygulayıcı tarafından “Verilen bir kargo (silgi) 8 m uzağa en kısa sürede havanın itme kuvveti kullanılarak taşınmalıdır.” görevi verilmiştir. Katılımcılar problemin tanımlanması, araştırma probleminin belirlenmesi, çözüme yönelik fikirlerin ortaya atılması, bir çözümün seçimi, tasarım çizme, prototip oluşturma, prototipi test etme ve değerlendirilmesi, geliştirme, yeniden tasarım, yeniden deneme ve değerlendirme adımlarının tamamını yerine getirmişlerdir. Etkinlikte katılımcıların en çok zaman harcadıkları bölüm tasarım oluşturma ve çizme kısmı olmuştur. Etkinlikte özellikle bu adımın atlanmamasına özen gösterilmiştir. Tasarımlar için uygulayıcıdan onay alındıktan sonra prototip tasarlama kısmına geçilebilmiştir.
Çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi	Etkinlik ürün oluşturma odaklıdır.	0	Gözlem etkinliği, daha çok katılımcıların gökyüzünü teleskop kullanarak incelemeleri üzerine odaklıdır. Etkinlikte ürün oluşturma odaklı bir yaklaşım yoktur.

Etkinliklerin uygulanması süresinde katılımcılar tarafından oluşturulan bireysel ürünler ve grup ürünleri, ürüne özgü ürün değerlendirme formları yardımı ile değerlendirilmiştir. İğne deliği kamera, usturlap, teleskop I, balon roket, alka seltzer roket, kibrit roket, su roketi, Güneş saati, 3D hologram, havası azaltılmış ortam düzeneği, su saati, teleskop II, model roket ve kızıl ötesi kamera ürün değerlendirme formları araştırmacı ve bir fen eğitimi uzmanı tarafından ürünlere birbirinden bağımsız olarak uygulanmıştır. Sonrasında formlardan elde edilen puanların tutarlılığı değerlendirilmiştir. Bu bağlamda puanlayıcılar arası uyum indeksi (IRR) %92 ile %95

arasında değişmektedir. Bu değer, puanlamaların tutarlı ve güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır (Miles ve Huberman, 1994). Ürün değerlendirme formlarına ilişkin bulgular, STEM ilişkisi, betimleme ve dizayn ve işlevsellik temaları altında frekans değerleri ile birlikte tablolara dönüştürülerek sunulmuştur.

3.6. Araştırmanın İç ve Dış Geçerliliği

Araştırma sürecinde kullanılan nitel ve nicel yaklaşımlar için iç geçerlik ve dış geçerlik kavramları farklı anlamlar taşımaktadır (Merriam, 2009). Bu nedenle araştırmanın iç ve dış geçerliliği iki yaklaşımın temel niteliklerine göre sağlanmaya çalışılmıştır.

3.6.1. Araştırmanın İç Geçerliliği

Nicel araştırmalar için iç geçerlik, bir araştırmada bağımlı değişkende gözlemlenen değişikliklerin, dış etkenlerden ziyade bağımsız değişken veya değişkenlerden kaynaklı olup olmaması olarak tanımlanabilir (Ary ve diğerleri, 2018). Araştırmalarda katılımcıların özellikleri, katılımcı kaybı, ortam, veri toplama aracının özelliklerini yitirmesi, verileri toplayan araştırmacının özellikleri ve ön test etkisi gibi birçok değişken iç geçerliliği etkileyebilmektedir (Fraenkel ve diğerleri, 2012).

Bu bağlamda, araştırmanın nicel boyutu kapsamında iç geçerliliğin sağlanması adına gerçekleştirilen çalışmalar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

- Araştırmada etkinlikler öncesi uygulanan görüşmelerde, her iki çalışma grubu için de birer yedek katılımcı ile de görüşmeler yapılmıştır. Bu işlem, araştırma süresinde katılımcı kaybının yaşanmasına önlem olarak gerçekleştirilmiştir.
- Uygulamaların gerçekleştirildiği ortamlar her iki çalışma grubu için de farklı olmasına karşın benzer ortamlar olarak düzenlenmiştir. Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile uygulamalarının gerçekleştirildiği bilim atölyesinin bir benzeri Bilim ve Sanat Merkezindeki fen sınıfında kurulmuştur. İki ortam da oturma düzeni, etkinlik malzemeleri ve atölye alanları açısından birbirine çok yakın niteliktedir. Ayrıca, Mulaj müzesi gezisi gibi etkinliklerin gerçekleştirildiği ortamlar iki çalışma grubu için de aynıdır. Gökyüzü gözlemleri de aynı tarih aralığında gerçekleştirilmiş, gözlem saati ve gökyüzü ve hava şartlarının benzer olmasına

dikkat edilmiştir.

- Astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği, STEM semantik ölçeği ve görüşmelerin uygulanması için ayrılan süreler her iki çalışma grubu için de aynı tutulmuştur. Ölçme araçlarının uygulanması sırasında aynı prosedürler işletilmiştir.
- Etkinlik değerlendirme formunun uygulanmasından önce gözlemlenecek davranışlar için bir puanlama anahtarı oluşturulmuş, bu formu alanında uzman bir gözlemcinin kullanmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca ilgili formda, puanlamanın geçerliliğini arttıracak gözlem notlarını içeren gözlem, kanıt veya örnek bölümü bulunmaktadır.
- Araştırmada kullanılan etkinliklerin pilot çalışması ve asıl etkinlik uygulamaları ile astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeğinin pilot çalışmaları ve asıl uygulamaları tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.
- Araştırmanın ön test ve son test uygulamaları arasında yaklaşık 9 aylık ve son test ve kalıcılık testi uygulamaları arasında ise yaklaşık 4 aylık bir süre bulunmaktadır. Bu sürenin, katılımcıların ölçme araçlarında yer alan maddeleri ve görüşme formunda yer alan soruları hatırlamalarına engel olacak kadar uzun olduğu düşünülmektedir.
- Etkinlikleri uygulayan araştırmacı, etkinlik temelli astronomi eğitimi alanında yüksek lisansını tamamlamış, ayrıca etkinliklerin uygulanması öncesinde STEM eğitimi konusunda birçok konferansa katılmış ve atölye çalışmalarında yer almıştır. 2016 yılında düzenlenen International Conference on Education in Mathematics, Science, & Technology (ICEMST) konferansında Amerika Birleşik Devletlerinde STEM eğitimi programlarının geliştirilmesinde aktif görev alan Prof. Dr. Robert M. Capraro ve Prof. Dr. Sharon Lynch gibi araştırmacılar ile araştırma süreci ve etkinlikler ile ilgili görüşmeler gerçekleştirmiş ve uzlaşi sağlamıştır.

Nitel araştırmalar için ise iç geçerlik, veri toplama süreçlerinde, veri analizlerinde ve analizlerden elde edilen bulguların yorumlanmasında tutarlı olunması ve bu tutarlılığın nasıl sağlandığının açıkça ifade edilmesi anlamına gelmektedir (Auerbach ve Silverstein, 2003; Yıldırım ve Şimsek, 2008). Ayrıca Merriam (2009), iç geçerlik kavramını araştırma bulgularının gerçeklikle ne kadar uyduğu olarak tanımlamakta ve

bu kavram yerine inandırıcılık veya tutarlılık gibi kavramların kullanıldığını belirtmektedir. Bu bağlamda, araştırmanın nitel boyutu kapsamında iç geçerliğin (inandırıcılığının) sağlanması için gerçekleştirilen çalışmalar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

- Nitel araştırmalarda üçgenleme (triangulation), tutarlılığın sağlanması için kullanılan en etkin yöntemlerden birisidir (Creswell, 2012). Bu bağlamda, araştırmada araştırmacı gözlem notları ve görüşmeler gibi birden çok veri toplama aracı kullanılmış ve veri toplama aracı üçgenlemesi gerçekleştirilmiştir. Araştırma verilerinin analiz sürecinde araştırmacı dışında farklı uzmanlar da veri analizlerinde rol almıştır. Böylelikle araştırmacı üçgenlemesi gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.
- Nitel araştırmaların doğası gereği, çalışma grubunun kültürü ve sosyal ortamı gibi öğrenmeyi etkileyebilecek değişkenleri anlayabilmek için sahada yeterince zaman harcamak gerekir (Erlandson, Allen, Skipper ve Harris, 1993). Bu bağlamda, araştırmacı yaklaşık 9 aylık bir süreyi çalışma grubu ile birlikte geçirmiş ve araştırmacı gözlem notları oluşturmuştur. Ayrıca çalışma grubunun araştırmacıya alışması toplanan verilerin daha tutarlı olmasına da katkı sağlar. Bu durumun, araştırmanın iç geçerliğin (inandırıcılığının) sağlanmasında yararlanan uzun süreli etkileşim (prolonged engagement) niteliğini desteklediği düşünülmektedir (Creswell, 2012).
- Araştırmanın planlama, yürütme ve veri analizi aşamaları nitel araştırma yöntemleri, fen eğitimi ve etkinlik geliştirme konusunda uzmanlaşmış bir araştırmacı tarafından incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu süreç, uzman incelemesi (peer debriefing) olarak tanımlanmaktadır (Creswell, 2012). Gerçekleştirilen uzman incelemesinin araştırmanın iç geçerliğine (inandırıcılığına) katkı sağladığı düşünülmektedir.

3.6.2. Araştırmanın Dış Geçerliği

Nicel çalışmalar için dış geçerlik, araştırma bulgularının benzer durum ve çalışma gruplarına genellenebilirliği olarak tanımlanır (Campbell ve Stanley, 2015). Araştırmanın etki kalıcılığını desteklemek adına araştırma sonuçlarının daha tutarlı ve kısmen daha genellenebilir olması açısından çalışma gruplarına kalıcılık testi

uygulanmıştır (Fraenkel ve diğerleri, 2012). Buna ek olarak, araştırma katılımcıları kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile seçilmesine karşın Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları belirli bir sınav ile seçilerek ilgili okula ve lisans programına yerleşmişlerdir. Genel anlamda değerlendirildiğinde, iki çalışma grubu da Türkiye genelindeki evren grubuna benzer özellikler taşımaktadır. Bu durumun çalışma grubunun rastgele seçilmediği durumlarda katılımcılara ait bazı özelliklerin deneysel uygulamayı etkileyebileceği tehdidini azalttığı düşünülmektedir (Putnam ve Wilson, 1982).

Merriam (2009)'a göre nitel çalışmalar için dış geçerlik (aktarılabirlik veya uyarlanabilirlik), tanımlanmış katılımcılardan ve ortamlardan elde edilen sonuçların benzer katılımcılara ve ortamlara aktarılabirliğidir. Nitel bir araştırmanın dış geçerliği sağlamak adına yapılabilecekler, araştırmanın etkin şekilde planlanması, gerçekleştirilmesi ve araştırmanın açık, net ve detaylı şekilde sunulması ile sağlanabilir (Yin, 2015). Nitel araştırma süresinde araştırmacı, bir durumu keşfetmeye ve anlamaya odaklanır. Araştırmanın aktarılabirliğini sağlamak adına araştırmacı, katılımcı, ortam ve deneyimleri gibi nitelikleri ayrıntılı olarak rapor eder. Böylelikle, diğer araştırmacıların kendi çalışmalarını benzer durumlara uyarlayabilmesine olanak tanır (Guba ve Lincoln, 1982). Bu bağlamda, araştırmanın nitel anlamda dış geçerliğini (aktarılabirliğini) sağlamak adına katılımcı özellikleri, ortam ve araştırma süreci gibi nitelikler açık, net ve detaylı şekilde sunulmaya çalışılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilen astronomi temelli STEM eğitiminin katılımcı ve etkinlik boyutlarında değerlendirilmesini konu alan araştırmadan elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Araştırmanın bulguları alt problemler ışığında sırası ile çözümlenmiştir. Buna göre bu bölümde öncelikle nicel verilerin kullanılan analiz tekniklerine uygunluğu değerlendirilmiştir. Sonrasında ise araştırmaya yönelik bulgular katılımcı boyutunda;

- Uygulanan etkinliklerin katılımcıların astronomi bilgi, STEM tutum ve STEM ilgi düzeylerine etkisine ilişkin bulgular,
- Uygulanan etkinliklerin katılımcıların STEM yaklaşımlarına etkisine ilişkin bulgular,
- Etkinliklerin uygulama sürecinde katılımcıların STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen nitelikleri yansıtma durumlarına ilişkin bulgular,

ve etkinlik boyutunda;

- Geliştirilen astronomi etkinliklerinin STEM eğitimi etkinliklerinin özelliklerini taşıma düzeyine ilişkin bulgular,
- Etkinliklerinin uygulama sürecinde tasarlanan ürünlerin niteliklerine ilişkin bulgular başlıkları altında sırası ile sunulmuştur.

4.1. Nicel Verilerin Kullanılan Analiz Tekniklerine Uygunluğu

Araştırma sürecinde elde edilen nicel verilere uygulanacak analiz tekniklerini belirlemek amacıyla grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda kullanılması düşünülen tekrarlı ölçümler için tek yönlü varyans analizi ve ilişkisiz örneklem için t testi analiz tekniklerinin varsayımları sıra ile kontrol edilmiştir. İlk adımda bahsedilen analiz

tekniklerinin ortak varsayımları veri seti üzerinde incelenmiş ve ardından ilgili analizlere özgü varsayımlar değerlendirilmiştir. Bu varsayımlardan herhangi birinin sağlanmaması durumunda alt araştırma problemlerinin çözümüne uygun parametrik olmayan bir analiz tekniği tercih edilmiştir. Tekrarlı ölçümler için tek yönlü varyans analizi ve ilişkisiz örneklem için t testi analiz tekniklerinin ortak varsayımları, veri setlerinin en az aralık ölçeğinde veri içermesi ve verilerin normal dağılım özelliğini göstermesidir (Field, 2000; Pallant, 2010). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanan astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeğinden elde edilen veriler, eşit aralıklı veya oransal türdeki verileri içermektedir. İlgili veri setlerinin normal dağılım gösterip göstermediğini incelemek amacıyla normallik testlerinden yararlanılmıştır. Tabachnick ve Fidell (2013)'e göre bir veri setinin normal dağılımının incelenmesinde örneklem sayısının 50'den küçük olması durumunda Shapiro Wilks ve örneklem sayısının 50'den büyük olması durumunda ise Kolmogorow-Smirnow (K-S) testinin kullanılması önerilmektedir. Bu nedenle, araştırmanın çalışma gruplarındaki katılımcı sayılarına göre normallik varsayımının incelenmesinde, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden ($n = 23$) elde edilen veri setleri için Shapiro Wilks testinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından ($n = 67$) elde edilen veri setleri için Kolmogorow-Smirnow (K-S) testinin kullanılması uygun görülmüştür. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine uygulanan nicel veri toplama araçlarından elde edilen puanlara ilişkin Shapiro Wilks testi sonuçları Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan Nicel Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Puanlara İlişkin Shapiro Wilks Testi Sonuçları

Ölçme Aracı	Boyut	n	Ön Test			Son test			Kalıcılık Testi		
			İstatistik	Sd	p	İstatistik	Sd	p	İstatistik	Sd	p
Astronomi Başarı Testi	-	23	.93	23	.12	.95	23	.38	.93	23	.13
STEM Tutum Ölçeği	Matematik	23	.75	23	.00	.78	23	.00	.75	23	.00
	Fen	23	.82	23	.00	.76	23	.00	.75	23	.00
	Mühendislik ve Teknoloji	23	.80	23	.00	.92	23	.07	.94	23	.18
	21. yüzyıl Becerileri	23	.92	23	.06	.88	23	.01	.93	23	.12
	Toplam	23	.89	23	.02	.95	23	.29	.96	23	.48
STEM Semantik Ölçeği	Fen	23	.61	23	.00	.45	23	.00	.58	23	.00
	Matematik	23	.70	23	.00	.65	23	.00	.63	23	.00
	Mühendislik	23	.70	23	.00	.86	23	.00	.81	23	.00
	Teknoloji	23	.67	23	.00	.77	23	.00	.67	23	.00
	Kariyer	23	.52	23	.00	.32	23	.00	.52	23	.00
Toplam	23	.76	23	.00	.90	23	.03	.86	23	.00	

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan nicel veri toplama araçlarından elde edilen puanlara ilişkin Shapiro Wilks testi sonuçları Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.2

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Nicel Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Puanlara İlişkin Kolmogorow-Smirnow (K-S) Testi Sonuçları

Ölçme Aracı	Boyut	n	Ön Test			Son Test			Kalıcılık Testi		
			İstatistik	Sd	p	İstatistik	Sd	p	İstatistik	Sd	p
Astronomi Başarı Testi	-	67	.08	67	.20	.14	67	.00	.16	67	.00
STEM Tutum Ölçeği	Matematik	67	.09	67	.20	.16	67	.00	.11	67	.03
	Fen	67	.10	67	.19	.12	67	.01	.11	67	.02
	Mühendislik ve Teknoloji	67	.12	67	.01	.11	67	.03	.12	67	.01
	21. yüzyıl Becerileri	67	.13	67	.00	.13	67	.20	.11	67	.00
	Toplam	67	.06	67	.20	.06	67	.20	.12	67	.01
STEM Semantik Ölçeği	Fen	67	.13	67	.00	.25	67	.00	.24	67	.00
	Matematik	67	.07	67	.20	.13	67	.00	.08	67	.20
	Mühendislik	67	.09	67	.17	.14	67	.00	.14	67	.00
	Teknoloji	67	.18	67	.00	.21	67	.00	.22	67	.00
	Kariyer	67	.10	67	.05	.21	67	.20	.24	67	.00
Toplam	67	.07	67	.20	.08	67	.00	.08	67	.20	

Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 incelendiğinde, Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine uygulanan nicel veri toplama araçlarından elde edilen veri setlerinin astronomi başarı testi için ön

test, son test ve kalıcılık testi puanlarında, STEM tutum ölçeği için ön test 21. yüzyıl becerileri boyutu, son test mühendislik ve teknoloji boyutu ve toplam puanlarda, kalıcılık testi mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri boyutları ve toplam puanlarda normal dağılım gösterdiği görülmektedir ($p > .05$). Ayrıca, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan nicel veri toplama araçlarından elde edilen veri setlerinin ise astronomi başarı testi için ön test puanlarında, STEM tutum ölçeği için ön test matematik ve fen boyutları ve toplam puanlarda, son test 21. yüzyıl becerileri boyutu ve toplam puanlarda, STEM semantik ölçeği için ön test matematik, mühendislik ve kariyer boyutlarında ve toplam puanlarda, son test kariyer boyutunda ve kalıcılık testi matematik boyutu ve toplam puanlarda normal dağılım gösterdiği görülmektedir ($p > .05$).

Grup içi karşılaştırmalar için kullanılacak veri setlerinin normallik dağılımı incelendiğinde yalnızca Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının bir gruba ait tekrarlı ölçümlerden elde edilen veri setlerinin her birinin normal dağılım göstermesi varsayımını karşıladığı anlaşılmıştır. Bu nedenle yalnızca bu veri setleri için herhangi iki ölçüm arası farklar dizilerinin varyanslarının eşit olması (küresellik) varsayımının sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir. Bu amaçla, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testinden elde edilen veri setlerine Mauchly's küresellik testi uygulanmıştır. Mauchly's küresellik testi sonuçları veri setleri için küresellik varsayımının sağlanmadığını ortaya koymuştur (Mauchly's $W = .432$, $p = .00$). Pallant (2010), tek yönlü varyans analizinin varsayımlarının herhangi birinin sağlanmadığı durumlarda, bu testin parametrik olmayan alternatifinin kullanılmasının seçeneklerden birisi olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda, astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeğinden elde edilen nicel verilerin grup içi ön test-son test, ön test-kalıcılık testi ve son test-kalıcılık testi karşılaştırmalarında tekrarlı ölçümler için tek yönlü varyans analizinin parametrik olmayan karşılığı olan Friedman testinden yararlanılmıştır. Bu test sonuçlarına göre hangi ölçümler arasında anlamlı düzeyde bir farklılık bulunduğunu belirlemek amacıyla ise iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testinden faydalanılmıştır.

Gruplar arası karşılaştırmalar için kullanılacak veri setlerinin normallik dağılımı incelendiğinde iki çalışma grubundan elde edilen, astronomi başarı testi ön test, STEM

tutum ölçeği son test toplam puanlar ve STEM tutum ölçeği kalıcılık testi, mühendislik ve teknoloji boyutu puanlarının, ilişkisiz iki örneklemden elde veri setlerinin her birinin normal dağılım göstermesi varsayımını karşıladığı anlaşılmıştır. Ancak, mevcut araştırmada, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden ($n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından ($n = 67$) elde edilen verilerin eşvaryanslık analizlerinin gerçekleştirilmesi için örneklem büyüklüklerinin uygun olmaması (Büyük örneklem sayısı / Küçük örneklem sayısı > 1.5) (Pituch ve Stevens, 2015) ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrenci sayısının 30'dan az olması (Baykul, 1999; Pituch ve Stevens, 2015) nedeniyle astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeğinden elde edilen nicel verilerin gruplar arası ön test-ön test, son test-son test ve kalıcılık testi-kalıcılık testi karşılaştırmalarında ilişkisiz örneklemler için t testinin parametrik olmayan karşılığı olan Mann-Whitney U testinden faydalanılmıştır.

4.2. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Katılımcı Boyutundaki Etkililiğine İlişkin Bulgular

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin katılımcı boyutundaki etkililiğini değerlendirebilmek amacıyla uygulama öncesi, uygulama sonrası ve belirli süre (4 ay) sonunda kalıcılık testi olarak uygulanan astronomi başarı testi, STEM tutum ölçeği ve STEM semantik ölçeğinden, uygulama öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerden ve uygulama süreci boyunca oluşturulan araştırmacı gözlem notlarından elde edilen verilere ilişkin bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.2.1. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ve Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Astronomi Bilgi, STEM Tutum ve STEM İlgisi Düzeylerine Etkisine İlişkin Nicel Bulgular

Bu bölümde, uygulanan etkinliklerin katılımcı gruplarının astronomi bilgi, STEM tutum ve STEM ilgi düzeylerine etkisi belirlemek amacıyla alt araştırma problemleri çerçevesinde elde edilen bulgulara verilmiştir. Bu alt araştırma problemleri;

- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi başarı ön test, son test ve

kalicılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

- Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM semantik ölçeği ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM semantik ölçeği son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM semantik ölçeği kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

olarak sıralanabilir. İlgili araştırma problemlerine ilişkin bulgular sırası ile sunulmuştur.

4.2.1.1. Uygulanan etkinliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi bilgi düzeylerine etkisine ilişkin bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi, “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu bağlamda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testlerine ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.3’de sunulmuştur.

Tablo 4.3

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri

Astronomi Başarı Testi	n	\bar{x}	S	Medyan	Minimum	Maksimum
Ön Test	23	10.60	3.85	11.00	4.00	18.00
Son Test	23	16.34	2.30	16.00	12.00	20.00
Kalıcılık Testi	23	14.82	2.79	15.00	7.00	19.00

Tablo 4.3 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi başarı puan ortalamalarının, uygulama öncesinde (ön test) 10.60 iken uygulama sonrasında (son test) 16.34 olduğu görülmektedir. Ayrıca belirli bir süre sonra uygulanan kalıcılık testi puan ortalamasının 14.82 ile ön test ve son test puan ortalamalarının arasında değer aldığı anlaşılmaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testleri puanları arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığı Friedman testi ile incelenmiştir. İlgili bulgular Tablo 4.4’de sunulmuştur.

Tablo 4.4

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları

Astronomi Başarı Testi	n	Sıra Ortalamaları	sd	X^2	p
Ön Test	23	1.09	2	38.71	.00
Son Test	23	2.89			
Kalıcılık Testi	23	2.02			

Tablo 4.4 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir ($Q_k = 38.71$, $p < .05$). İlgili farkın hangi ölçümler arasında olduğunu belirlemek amacıyla kullanılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testi sonuçları Bonferroni düzeltmesi yapılarak Tablo 4.5’de sunulmuştur.

Tablo 4.5

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları

Astronomi Başarı Testi		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	0	.00	.00	-4.20 ^a	.00
	Pozitif Sıra	23	12.00	276.00		
	Eşit	0				
Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	1	6.00	6.00	-3.81 ^a	.00
	Pozitif Sıra	20	11.25	225.00		
	Eşit	2				
Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	20	11.63	232.50	-3.50 ^b	.00
	Pozitif Sıra	2	10.25	20.50		
	Eşit	1				

a: Sonuç negatif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

b: Sonuç pozitif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

Tablo 4.5 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testi sonuçlarına göre ön test ve son test puanları ($z = -4.20$, $p < .05$), ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -3.50$, $p < .05$) ve son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -3.81$, $p < .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmektedir. Fark puanlarının sıra ortalamaları ve toplam puanlar dikkate alındığında son test ve ön test karşılaştırmasında farkın pozitif sıralar (son test), kalıcılık testi ve ön test karşılaştırmasında farkın pozitif sıralar (kalıcılık testi) ve kalıcılık testi ve son test karşılaştırmasında farkın negatif sıralar (son test) lehine olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, STEM temelli astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin temel astronomi bilgi düzeylerine anlamlı bir etkisinin bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca, son test-kalıcılık testi karşılaştırması uygulamanın kalıcılığının istatistiksel anlamda sınırlı düzeyde kaldığı şeklinde görünse de, ön test uygulamasında 4.0 olan minimum ve 11.0 olan medyan değerlerinin kalıcılık testi uygulamasında sırası ile 7.0 ve 15.0 değerlerine yükselmesi uygulamanın etkisinin devam ettiğine işarettir. Bu

durumu, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomiye yönelik kalıcılık testi puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı düzeyde yüksek olması da desteklemektedir.

4.2.1.2. Uygulanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgi düzeylerine etkisine ilişkin bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi, “Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu bağlamda, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testine ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.6

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri

Astronomi Başarı Testi	n	\bar{x}	S	Medyan	Minimum	Maksimum
Ön Test	67	8.91	3.17	9.00	1.00	17.00
Son Test	67	13.00	2.57	13.00	7.00	20.00
Kalıcılık Testi	67	12.68	2.46	13.00	8.00	20.00

Tablo 4.6 incelendiğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı testi puan ortalamalarının, uygulama öncesinde (ön test) 8.91 iken uygulama sonrasında (son test) 13.00 olduğu görülmektedir. Ayrıca belirli bir süre sonra uygulanan kalıcılık testi puan ortalamasının 12.68 ile ön test ve son test puan ortalamalarının arasında değer aldığı anlaşılmaktadır.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığı Friedman testi ile incelenmiştir. İlgili bulgular Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları

Astronomi Başarı Testi	n	Sıra Ortalamaları	sd	X^2	p
Ön Test	67	1.07	2	112.26	.00
Son Test	67	2.55			
Kalıcılık Testi	67	2.37			

Tablo 4.7 incelendiğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının sıralamaları arasında anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir ($Q_k = 112.26$, $p < .05$). İlgili farkın hangi ölçümler arasında olduğunu belirlemek amacıyla kullanılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testi sonuçları Bonferroni düzeltmesi yapılarak Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.8

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları

Astronomi Başarı Testi		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	0	.00	.00	-6.92 ^a	.00
	Pozitif Sıra	63	32.00	2016.00		
	Eşit	4				
Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	0	.00	.00	-6.81 ^a	.00
	Pozitif Sıra	61	31.00	1891.00		
	Eşit	6				
Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	16	10.88	174.00	-2.10 ^b	.10
	Pozitif Sıra	5	11.40	57.00		
	Eşit	46				

a: Sonuç negatif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

b: Sonuç pozitif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

Tablo 4.8 incelendiğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan astronomi başarı testi ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testi sonuçlarına göre ön test ve son test puanları ($z = -6.92$, $p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -6.81$, $p < .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken, son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -2.10$, $p > .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir. Fark puanlarının sıra ortalamaları ve toplam puanlar dikkate alındığında son test ve ön test karşılaştırmasında farkın pozitif sıralar (son test) ve yine kalıcılık testi ve ön test karşılaştırmasında farkın pozitif sıralar (kalıcılık testi) lehine olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, STEM temelli astronomi etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının temel astronomi bilgi düzeylerine anlamlı bir etkisinin bulunduğunu ve bu etkinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.2.1.3. Uygulanan etkinliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM tutum düzeylerine etkisine ilişkin bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi, “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu bağlamda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testine ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.9

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri

STEM Tutum Ölçeği	Boyut	n	\bar{x}	S	Medyan	Minimum	Maksimum
Ön Test	Matematik	23	36.26	5.10	38.00	21.00	40.00
	Fen	23	39.52	6.03	42.00	28.00	45.00
	Mühendislik ve Teknoloji	23	34.43	6.46	35.00	12.00	41.00
	21. yüzyıl Becerileri	23	42.65	7.33	45.00	27.00	52.00
	Toplam	23	152.86	18.30	157.00	107.00	173.00
Son Test	Matematik	23	38.00	2.25	39.00	32.00	40.00
	Fen	23	42.69	2.99	44.00	36.00	45.00
	Mühendislik ve Teknoloji	23	40.52	3.81	40.00	32.00	45.00
	21. yüzyıl Becerileri	23	51.56	3.23	52.00	45.00	55.00
	Toplam	23	172.78	7.99	174.00	153.00	185.00
Kalıcılık Testi	Matematik	23	37.91	2.82	39.00	30.00	40.00
	Fen	23	42.47	3.28	45.00	36.00	45.00
	Mühendislik ve Teknoloji	23	39.69	4.14	40.00	30.00	45.00
	21. yüzyıl Becerileri	23	51.69	2.60	52.00	46.00	55.00
	Toplam	23	171.26	8.24	173.00	156.00	185.00

Tablo 4.9’a göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM tutum puan ortalamalarının, uygulama öncesinde (ön test) 152.86 iken uygulama sonrasında (son test) 172.78 olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca belirli bir süre sonra uygulanan kalıcılık testi puan ortalamasının 171.26 ile ön test ve son test puan ortalamalarının arasında

değer aldığı görülmektedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığı Friedman testi ile incelenmiştir. İlgili sonuçlar Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4.10

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları

Boyut	STEM Tutum Ölçeği	n	Sıra Ortalaması	Sd	X ²	p
Matematik	Ön Test	23	1.74	2	4.23	.12
	Son Test	23	1.74			
	Kalıcılık Testi	23	2.13			
Fen	Ön Test	23	1.50	2	14.92	.00
	Son Test	23	2.30			
	Kalıcılık Testi	23	2.20			
Mühendislik ve Teknoloji	Ön Test	23	1.22	2	26.33	.00
	Son Test	23	2.63			
	Kalıcılık Testi	23	2.15			
21. yüzyıl Becerileri	Ön Test	23	1.04	2	38.63	.00
	Son Test	23	2.57			
	Kalıcılık Testi	23	2.39			
Toplam	Ön Test	23	1.02	2	38.78	.00
	Son Test	23	2.72			
	Kalıcılık Testi	23	2.26			

Tablo 4.10 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında fen ($Q_k = 14.92$, $p < .05$), mühendislik ve teknoloji ($Q_k = 26.33$, $p < .05$) ve 21. yüzyıl becerileri boyutlarında ($Q_k = 38.63$, $p < .05$) ve toplam puanlarda ($Q_k = 38.78$, $p < .05$) anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir. İlgili farkın hangi ölçümler arasında olduğunu belirlemek amacıyla kullanılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testi sonuçları Bonferroni düzeltmesi yapılarak Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Fen Boyutu, Mühendislik ve Teknoloji Boyutu, 21. Yüzyıl Becerileri Boyutu ve Toplam Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları

Boyut	STEM Tutum Ölçeği		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Fen	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	2	5.75	11.50	-2.75 ^a	.01
		Pozitif Sıra	13	8.35	108.50		
		Eşit	8				
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	2	6.50	13.00	-2.84 ^a	.00
		Pozitif Sıra	14	8.79	123.00		
		Eşit	7				
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	5	3.90	19.50	-.93 ^b	1.04
		Pozitif Sıra	2	4.25	8.50		
		Eşit	16				
Mühendislik ve Teknoloji	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	2	6.00	12.00	-3.84 ^a	.00
		Pozitif Sıra	21	12.57	264.00		
		Eşit	0				
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	2	8.00	16.00	-3.46 ^a	.00
		Pozitif Sıra	19	11.32	215.00		
		Eşit	2				
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	13	8.69	113.00	-2.36 ^b	.05
		Pozitif Sıra	3	7.67	23.00		
		Eşit	7				
21. yüzyıl Becerileri	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	0	.00	.00	-4.20 ^a	.00
		Pozitif Sıra	23	12.00	276.00		
		Eşit	0				
	Kalıcılık Testi-Ön Test	Negatif Sıra	0	.00	.00	-4.01 ^a	.00
		Pozitif Sıra	21	11.00	231.00		
		Eşit	2				
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	6	3.83	23.00	-.06 ^b	2.85
		Pozitif Sıra	3	7.33	22.00		
		Eşit	14				
Toplam	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	0	.00	.00	-4.19 ^a	.00
		Pozitif Sıra	23	12.00	276.00		
		Eşit	0				
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	0	.00	.00	-4.10 ^a	.00
		Pozitif Sıra	22	11.50	253.00		
		Eşit	1				
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	13	8.23	107.00	-2.03 ^b	.12
		Pozitif Sıra	3	9.67	29.00		
		Eşit	7				

a: Sonuç negatif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

b: Sonuç pozitif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

Tablo 4.11 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan STEM tutum ölçeği fen, mühendislik ve teknoloji, 21. yüzyıl becerileri boyutları ve toplam puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testi sonuçlarına göre fen boyutu ön test ve son test puanları ($z = -2.75, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -2.84, p < .05$), mühendislik ve teknoloji boyutu ön test ve son test puanları ($z = -3.84, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -3.46, p < .05$), 21. yüzyıl becerileri boyutu ön test ve son test puanları ($z = -4.20, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -4.01, p < .05$) ve toplam ön test ve son test puanları ($z = -4.19, p < .05$) ve toplam ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -4.10, p < .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu görülmektedir. Buna ek olarak, fen boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -.93, p > .05$), mühendislik ve teknoloji boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -2.36, p > .05$), 21. yüzyıl becerileri boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -.06, p > .05$) ve toplam son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -2.03, p > .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı anlaşılmaktadır. Fark puanlarının sıra ortalamaları ve toplam puanlar dikkate alındığında tüm son test-ön test karşılaştırmalarında farkın pozitif sıralar (son test) ve kalıcılık testi-ön test karşılaştırmalarında farkın yine pozitif sıralar (kalıcılık testi) lehine olduğu görülmektedir. Bu durum, STEM temelli astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerin fen, mühendislik ve teknoloji, 21. yüzyıl becerileri boyutu ve STEM tutum düzeylerine anlamlı bir etkisinin bulunduğunu ve bu etkinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.2.1.4. Uygulanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum düzeylerine etkisine ilişkin bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi, “Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testine ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4.12

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri

STEM Tutum Ölçeği	Boyut	n	\bar{x}	S	Medyan	Minimum	Maksimum
Ön Test	Matematik	67	27.79	6.29	28.00	8.00	40.00
	Fen	67	38.75	3.96	39.00	28.00	45.00
	Mühendislik ve Teknoloji 21. yüzyıl Becerileri	67	31.64	5.31	32.00	13.00	44.00
		67	40.22	6.05	41.00	23.00	54.00
	Toplam	67	138.40	15.09	138.00	103.00	180.00
Son Test	Matematik	67	29.19	6.94	30.00	8.00	40.00
	Fen	67	39.24	3.80	39.00	28.00	45.00
	Mühendislik ve Teknoloji 21. yüzyıl Becerileri	67	35.43	4.60	35.00	23.00	45.00
		67	43.81	5.77	44.00	33.00	55.00
	Toplam	67	147.67	13.94	147.00	120.00	181.00
Kalıcılık Testi	Matematik	67	28.51	6.85	30.00	8.00	40.00
	Fen	67	38.93	3.39	39.00	31.00	45.00
	Mühendislik ve Teknoloji 21. yüzyıl Becerileri	67	35.03	4.71	34.00	23.00	45.00
		67	43.45	5.72	44.00	33.00	55.00
	Toplam	67	145.91	13.92	144.00	115.00	175.00

Tablo 4.12 incelendiğinde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının STEM tutum puan ortalamalarının, uygulama öncesinde (ön test) 138.40 iken uygulama sonrasında (son test) 147.67 olduğu görülmektedir. Ayrıca son test uygulamasından 4 ay sonra uygulanan kalıcılık testi puan ortalamasının 145.91 ile ön test ve son test puan ortalamalarının arasında değer aldığı anlaşılmaktadır. Fen Bilgisi öğretmen adaylarına uygulanan STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığı Friedman testi ile araştırılmıştır. Friedman testi sonuçları Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.13

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları

Boyut	STEM Tutum Ölçeği	n	Sıra Ortalaması	Sd	X ²	p
Matematik	Ön Test	67	1.87	2	4.95	.08
	Son Test	67	2.20			
	Kalıcılık Testi	67	1.93			
Fen	Ön Test	67	1.92	2	1.92	.38
	Son Test	67	2.13			
	Kalıcılık Testi	67	1.96			
Mühendislik ve Teknoloji	Ön Test	67	1.21	2	86.66	.00
	Son Test	67	2.50			
	Kalıcılık Testi	67	2.29			
21. yüzyıl Becerileri	Ön Test	67	1.18	2	90.62	.00
	Son Test	67	2.51			
	Kalıcılık Testi	67	2.31			
Toplam	Ön Test	67	1.32	2	50.81	.00
	Son Test	67	2.49			
	Kalıcılık Testi	67	2.19			

Tablo 4.13'e bakıldığında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM tutum ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında Mühendislik ve Teknoloji boyutunda ($Q_k = 86.66$, $p < .05$), 21. yüzyıl becerileri boyutunda ($Q_k = 90.62$, $p < .05$) ve toplam puanlarda ($Q_k = 50.81$, $p < .05$) anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir. İlgili farkın hangi ölçümler arasında olduğunu belirlemek amacıyla kullanılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testi sonuçları Bonferroni düzeltmesi yapılarak Tablo 4.14'te sunulmuştur.

Tablo 4.14

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Mühendislik ve Teknoloji Boyutu, 21. Yüzyıl Becerileri Boyutu ve Toplam Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları

Boyut	STEM Tutum Ölçeği	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	
Mühendislik ve Teknoloji	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	2	14.50	29.00	-6.54 ^a	.00
		Pozitif Sıra	58	31.05	1801.00		
		Eşit	7				
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	1	9.00	9.00	-6.22 ^a	.01
		Pozitif Sıra	51	26.84	1369.00		
		Eşit	15				
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	19	14.47	275.00	-2.09 ^b	.10
		Pozitif Sıra	8	12.88	103.00		
		Eşit	40				
21. yüzyıl Becerileri	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	2	15.00	30.00	-6.68 ^a	.00
		Pozitif Sıra	60	32.05	1923.00		
		Eşit	5				
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	1	7.50	7.50	-6.36 ^a	.00
		Pozitif Sıra	53	27.88	1477.50		
		Eşit	13				
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	18	13.86	249.50	-1.90 ^b	.17
		Pozitif Sıra	8	12.69	101.50		
		Eşit	41				
Toplam	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	10	15.50	165.00	-6.01 ^a	.00
		Pozitif Sıra	56	16.54	2046.00		
		Eşit	1				
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	10	19.95	199.50	-5.70 ^a	.00
		Pozitif Sıra	55	35.37	1945.50		
		Eşit	2				
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	42	32.40	1361.00	-2.15 ^b	.09
		Pozitif Sıra	22	32.68	719.00		
		Eşit	3				

a: Sonuç negatif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

b: Sonuç pozitif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

Tablo 4.14'e bakıldığında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM tutum ölçeği mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri boyutları ve toplam puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testi sonuçlarına göre mühendislik ve teknoloji boyutu ön test ve son test puanları ($z = -6.54, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık

testi puanları ($z = -6.22, p < .05$), 21. yüzyıl becerileri boyutu ön test ve son test puanları ($z = -6.68, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -6.36, p < .05$), toplam ön test ve son test puanları ($z = -6.01, p < .05$) ve toplam ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -5.70, p < .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu görülmektedir. Buna ek olarak, mühendislik ve teknoloji boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -2.09, p > .05$), 21. yüzyıl becerileri boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -1.90, p > .05$) ve toplam son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -2.15, p > .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı anlaşılmaktadır. Fark puanlarının sıra ortalamaları ve toplam puanlar dikkate alındığında tüm son test ve ön test karşılaştırmalarında farkın pozitif sıralar (son test) ve kalıcılık testi ve ön test karşılaştırmasında farkın yine pozitif sıralar (kalıcılık testi) lehine olduğu görülmektedir. Bu durum, STEM temelli astronomi etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının mühendislik ve teknoloji, 21. yüzyıl becerileri ve STEM tutum düzeylerine anlamlı bir etkisinin bulunduğunu ve bu etkinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.2.1.5. Uygulanan etkinliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM ilgi düzeylerine etkisine ilişkin bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemi, “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu bağlamda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testine ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.15’te sunulmuştur.

Tablo 4.15

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri

STEM Semantik Ölçeği	Boyut	n	\bar{x}	S	Medyan	Minimum	Maksimum
Ön Test	Fen	23	31.34	6.04	35.00	18.00	35.00
	Matematik	23	30.60	6.52	35.00	14.00	35.00
	Mühendislik	23	31.47	4.77	34.00	20.00	35.00
	Teknoloji	23	32.43	3.82	35.00	23.00	35.00
	Kariyer	23	33.47	3.80	35.00	19.00	35.00
	Toplam	23	159.34	19.75	167.00	107.00	175.00

Son Test	Fen	23	33.95	2.16	35.00	28.00	35.00
	Matematik	23	32.09	4.70	35.00	17.00	35.00
	Mühendislik	23	33.30	3.40	35.00	23.00	35.00
	Teknoloji	23	33.95	2.56	35.00	23.00	35.00
	Kariyer	23	34.08	3.18	35.00	20.00	35.00
	Toplam	23	167.39	8.50	170.00	145.00	175.00
Kalıcılık Testi	Fen	23	34.00	2.33	35.00	27.00	35.00
	Matematik	23	32.08	3.70	34.00	23.00	35.00
	Mühendislik	23	32.91	3.32	35.00	23.00	35.00
	Teknoloji	23	33.86	2.05	35.00	26.00	35.00
	Kariyer	23	33.34	4.11	35.00	20.00	35.00
	Toplam	23	166.21	7.85	168.00	150.00	175.00

Tablo 4.15'e bakıldığında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM ilgi puan ortalamalarının, uygulama öncesinde (ön test) 159.34 uygulama sonrasında (son test) 167.39 olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca belirli bir süre sonra uygulanan kalıcılık testi puan ortalamasının 166.21 ile ön test ve son test puan ortalamalarının arasında değer aldığı görülmektedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığı Friedman testi ile incelenmiştir. Friedman testi sonuçları Tablo 4.16'da sunulmuştur.

Tablo 4.16

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları

Boyut	STEM Semantik Ölçeği	n	Sıra Ortalaması	Sd	X ²	p
Fen	Ön Test	23	1.72	2	5.90	.05
	Son Test	23	2.15			
	Kalıcılık Testi	23	2.13			
Matematik	Ön Test	23	1.89	2	1.08	.58
	Son Test	23	2.13			
	Kalıcılık Testi	23	1.98			
Mühendislik	Ön Test	23	1.74	2	5.43	.06
	Son Test	23	2.26			
	Kalıcılık Testi	23	2.00			
Teknoloji	Ön Test	23	1.83	2	2.51	.28
	Son Test	23	2.17			
	Kalıcılık Testi	23	2.00			
Kariyer	Ön Test	23	1.93	2	1.00	.60
	Son Test	23	2.09			
	Kalıcılık Testi	23	1.98			
Toplam	Ön Test	23	1.72	2	5.49	.06
	Son Test	23	2.35			
	Kalıcılık Testi	23	1.93			

Tablo 4.16 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine uygulanan STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum, uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM alanlarına ve bu alanlarda kariyer seçimlerine yönelik ilgilerinin ($\bar{X} = 159.34$, *Medyan* = 167.00) yüksek olduğunun, bu ilginin uygulama süreci sonrasında ($\bar{X} = 167.39$, *Medyan* = 170.00) ve uygulamadan 4 ay sonra da ($\bar{X} = 166.21$, *Medyan* = 168.00) devam ettiğinin bir göstergesidir. Bu bulgular, STEM temelli astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM alanlarına ve bu alanlarda kariyer seçimlerine yönelik ilgilerini sürdürmede etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4.2.1.6. Uygulanan etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi düzeylerine etkisine ilişkin bulgular

Araştırmanın altıncı alt problemi, “Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testine ilişkin aritmetik ortalama, standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değerleri Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tablo 4.17

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine İlişkin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum ve Maksimum Değerleri

STEM Semantik Ölçeği	Boyut	n	\bar{X}	S	Medyan	Minimum	Maksimum
Ön Test	Fen	67	30.97	2.90	31.00	20.00	35.00
	Matematik	67	22.79	7.56	24.00	5.00	35.00
	Mühendislik	67	24.16	5.40	25.00	13.00	35.00
	Teknoloji	67	29.71	4.98	30.00	9.00	35.00
	Kariyer	67	29.49	4.22	29.00	17.00	35.00
	Toplam	67	137.13	14.73	140.00	108.00	166.00
Son Test	Fen	67	34.23	1.32	35.00	31.00	40.00
	Matematik	67	25.07	5.80	25.00	15.00	35.00
	Mühendislik	67	29.77	4.25	31.00	20.00	35.00
	Teknoloji	67	32.52	3.17	33.00	23.00	35.00
	Kariyer	67	32.49	2.86	34.00	23.00	35.00
	Toplam	67	154.10	10.31	154.00	133.00	175.00

	Fen	67	33.89	1.85	34.00	28.00	40.00
	Matematik	67	24.97	7.17	25.00	5.00	35.00
Kalıcılık Testi	Mühendislik	67	29.82	4.43	30.00	19.00	35.00
	Teknoloji	67	32.31	3.44	33.00	19.00	35.00
	Kariyer	67	32.29	3.60	34.00	21.00	35.00
	Toplam	67	153.29	12.35	152.00	128.00	175.00

Tablo 4.17 incelendiğinde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının STEM ilgi puan ortalamalarının, uygulama öncesinde (ön test) 137.13 iken uygulama sonrasında (son test) 154.10 olduğu görülmektedir. Ayrıca belirli bir süre sonra uygulanan kalıcılık testi puan ortalamasının 153.29 ile ön test ve son test puan ortalamalarının arasında değer aldığı anlaşılmaktadır. Fen Bilgisi öğretmen adaylarına uygulanan STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığı Friedman testi ile incelenmiştir. Friedman testi sonuçları Tablo 4.18’de sunulmuştur.

Tablo 4.18

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Friedman Testi Sonuçları

Boyut	STEM Semantik Ölçeği	n	Sıra Ortalaması	Sd	X ²	p
Fen	Ön Test	67	1.26	2	75.07	.00
	Son Test	67	2.46			
	Kalıcılık Testi	67	2.28			
Matematik	Ön Test	67	1.71	2	10.53	.00
	Son Test	67	2.16			
	Kalıcılık Testi	67	2.13			
Mühendislik	Ön Test	67	1.40	2	43.67	.00
	Son Test	67	2.28			
	Kalıcılık Testi	67	2.31			
Teknoloji	Ön Test	67	1.54	2	31.55	.00
	Son Test	67	2.25			
	Kalıcılık Testi	67	2.22			
Kariyer	Ön Test	67	1.54	2	31.00	.00
	Son Test	67	2.26			
	Kalıcılık Testi	67	2.20			
Toplam	Ön Test	67	1.26	2	62.13	.00
	Son Test	67	2.40			
	Kalıcılık Testi	67	2.34			

Tablo 4.18’e bakıldığında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında fen boyutunda ($Qk = 75.07, p < .05$), matematik boyutunda ($Qk = 10.53, p < .05$), mühendislik boyutunda ($Qk = 43.67, p < .05$), teknoloji boyutunda ($Qk = 31.55, p < .05$), kariyer boyutunda ($Qk =$

31.00, $p < .05$) ve toplam puanlarda ($Q_k = 62.13$, $p < .05$) anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir. İlgili farkların hangi ölçümler arasında olduğunu belirlemek amacıyla kullanılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi sonuçları Bonferroni düzeltmesi yapılarak Tablo 4.19’da sunulmuştur.

Tablo 4.19

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Fen Boyutu, Matematik Boyutu, Mühendislik Boyutu, Teknoloji Boyutu, Kariyer Boyutu ve Toplam Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İki Bağımlı Örneklem İçin Wilcoxon İşaret Sıralaması Testi Sonuçları

Boyut	STEM Tutum Ölçeği		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	
Fen	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	0	.00	.00	-6.48 ^a	.00	
		Pozitif Sıra	55	28.00	1540.00			
		Eşit	12					
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	8	9.94	79.50	-6.17 ^a	.00	
		Pozitif Sıra	52	33.66	1750.50			
		Eşit	7					
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	16	14.81	237.00	-2.04 ^b	.12	
		Pozitif Sıra	9	9.78	88.00			
		Eşit	4					
	Matematik	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	21	29.86	627.00	-2.45 ^a	.04
			Pozitif Sıra	41	32.34	1326.00		
			Eşit	5				
Kalıcılık Testi-Ön test		Negatif Sıra	19	26.58	505.00	-2.55 ^a	.03	
		Pozitif Sıra	38	30.21	1148.00			
		Eşit	10					
Kalıcılık Testi-Son Test		Negatif Sıra	18	17.86	321.50	-.10 ^b	2.70	
		Pozitif Sıra	17	18.15	308.50			
		Eşit	32					
Mühendislik		Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	13	17.31	225.00	-5.45 ^a	.00
			Pozitif Sıra	51	36.37	1855.00		
			Eşit	3				
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	11	17.59	193.50	-5.66 ^a	.00	
		Pozitif Sıra	53	35.59	1886.50			
		Eşit	3					
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	13	12.12	157.50	-.45 ^a	1.8	
		Pozitif Sıra	13	14.88	193.50			
		Eşit	41					
	Teknoloji	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	15	28.07	421.00	-3.93 ^a	.00
			Pozitif Sıra	45	31.31	1409.00		
			Eşit	7				
Kalıcılık Testi-Ön test		Negatif Sıra	14	29.61	414.50	-3.55 ^a	.00	
		Pozitif Sıra	45	30.12	1355.50			
		Eşit	8					
Kalıcılık Testi-Son Test		Negatif Sıra	4	3.25	13.00	-.52 ^b	1.64	
		Pozitif Sıra	2	4.00	8.00			
		Eşit	61					

Kariyer	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	12	20.00	240.00	-4.77 ^a	.00
		Pozitif Sıra	46	31.98	1471.00		
		Eşit	9				
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	14	20.36	285.00	-4.20 ^a	.00
		Pozitif Sıra	42	31.21	1311.00		
		Eşit	11				
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	8	9.38	75.00	-85 ^b	1.17
		Pozitif Sıra	7	6.43	45.00		
		Eşit	52				
Toplam	Son Test-Ön Test	Negatif Sıra	9	11.22	101.00	-6.35 ^a	.00
		Pozitif Sıra	56	36.50	2044.00		
		Eşit	2				
	Kalıcılık Testi-Ön test	Negatif Sıra	7	14.43	101.00	-6.41 ^a	.00
		Pozitif Sıra	59	35.76	2110.00		
		Eşit	1				
	Kalıcılık Testi-Son Test	Negatif Sıra	23	21.15	486.50	-1.03 ^b	.90
		Pozitif Sıra	17	19.62	333.50		
		Eşit	27				

a: Sonuç negatif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

b: Sonuç pozitif sıralar temeline göre düzenlenmiştir.

Tablo 4.19 incelendiğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM semantik ölçeği fen, matematik, mühendislik, teknoloji, kariyer ve toplam puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan iki bağımlı örneklem için Wilcoxon İşaret Sıralaması testi sonuçlarına göre fen boyutu ön test ve son test puanları ($z = -6.48, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -6.17, p < .05$), matematik boyutu ön test ve son test puanları ($z = -2.45, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -2.55, p < .05$), mühendislik boyutu ön test ve son test puanları ($z = -5.45, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -5.66, p < .05$), teknoloji boyutu ön test ve son test puanları ($z = -3.93, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -3.55, p < .05$), kariyer boyutu ön test ve son test puanları ($z = -4.77, p < .05$) ve ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -4.20, p < .05$), toplam ön test ve son test puanları ($z = -6.35, p < .05$) ve toplam ön test ve kalıcılık testi puanları ($z = -6.41, p < .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu görülmektedir. Buna ek olarak, fen boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -2.04, p > .05$), matematik boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -.10, p > .05$), mühendislik boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -.45, p > .05$), teknoloji boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -.52, p > .05$), kariyer boyutu son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -.85, p > .05$) ve toplam son test ve kalıcılık testi puanları ($z = -1.03, p > .05$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı anlaşılmaktadır. Fark puanlarının sıra ortalamaları ve toplam puanlar dikkate alındığında tüm son test ve ön test karşılaştırmalarında farkın pozitif sıralar (son test) ve tüm kalıcılık testi ve ön test karşılaştırmalarında farkın yine

pozitif sıralar (kalıcılık testi) lehine olduğu görülmektedir. Bu durum, STEM temelli astronomi etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik, teknoloji, kariyer ve STEM ilgi düzeylerine anlamlı bir etkisinin bulunduğunu ve bu etkinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.2.1.7. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgi düzeylerinin karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

Araştırmanın yedinci alt problemi, “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?”, sekizinci alt problemi “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” ve dokuzuncu alt problemi “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu bağlamda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan astronomi başarı testi puanları sırası ile ön test ve ön test, son test ve son test ve kalıcılık testi ve kalıcılık testi puanları olarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İlgili bulgular Tablo 4.20’de sunulmuştur.

Tablo 4.20

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan Astronomi Başarı Testi Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Testi Sonuçları

	Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Ön Test	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	54.22	1247.00	570.00	.06
	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	42.51	2848.00		
Son Test	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	68.37	1572.50	244.50	.00
	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	37.65	2522.50		
Kalıcılık Testi	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	62.04	1427.00	390.00	.00
	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	39.82	2668.00		

Tablo 4. 20 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi başarı testi ön test puanları (*Medyan* = 11.00, *n* = 23) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının

astronomi başarı testi ön test puanları (*Medyan* = 9.00, *n* = 67) arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı anlaşılmaktadır ($U = 570.00, p > .05$). Buna karşın, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi başarı testi son test puanları (*Medyan* = 16.00, *n* = 23) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı testi son test puanları (*Medyan* = 13.00, *n* = 67) arasında anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir ($U = 244.50, p < .05$). Benzer şekilde, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi başarı testi kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 15.00, *n* = 23) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi başarı testi kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 13.00, *n* = 67) arasında da anlamlı bir farkın bulunduğu anlaşılmaktadır ($U = 390.00, p < .05$).

Bu sonuçlara bakılarak uygulama öncesinde iki çalışma grubunun astronomi bilgi düzeylerinin benzer olduğu söylenebilir. Buna ek olarak son test sıra ortalamaları dikkate alındığında, STEM temelli astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi bilgi düzeylerine etkisinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgi düzeylerine etkisinden daha yüksek olduğu yorumu yapılabilir. Kalıcılık testi sıra ortalamaları dikkate alındığında ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi bilgi düzeylerinin kalıcılık puanlarının, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgi düzeylerinin kalıcılık puanları daha yüksek olduğu ifade edilebilir. Bu durum, etkinliklerin uygulamasından 4 ay sonra Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerin temel astronomi bilgilerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından temel astronomi bilgilerinden daha fazla olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4.2.1.8. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum düzeylerinin karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

Araştırmanın onuncu alt problemi, “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?”, on birinci alt problemi “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” ve on ikinci alt problemi “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu bağlamda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM tutum testi puanları sırası ile ön test ve ön test, son test ve son test ve kalıcılık testi ve kalıcılık testi puanları olarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

İlgili bulgular Tablo 4.21’de sunulmuştur.

Tablo 4.21

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Tutum Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Testi Sonuçları

	Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p		
Ön Test	Matematik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	70.37	1618.50	198.50	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	36.96	2476.50			
	Fen	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	51.28	1179.50	637.50	.21	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	43.51	2915.50			
	Mühendislik ve Teknoloji	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	58.26	1340.00	477.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	41.12	2755.00			
	21. yüzyıl Becerileri	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	54.37	1250.50	566.50	.60	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	42.46	2844.50			
	Toplam	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	62.41	1435.50	381.50	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	39.69	2659.50			
	Son Test	Matematik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	64.63	1486.50	330.50	.00
			Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	38.93	2608.50		
Fen		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	73.74	1696.00	121.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	35.81	2399.00			
Mühendislik ve Teknoloji		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	65.37	1503.50	313.50	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	38.68	2591.50			
21. yüzyıl Becerileri		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	71.35	1641.00	176.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	36.63	2454.00			
Toplam		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	74.74	1719.00	98.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	35.46	2376.00			

Kalıcılık Testi	Matematik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	63.78	1467.00	350.00	.00
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	39.22	2628.00		
	Fen	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	73.70	1695.00	122.00	.00
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	35.82	2400.00		
	Mühendislik ve Teknoloji	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	63.63	1463.50	353.50	.00
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	39.28	2631.50		
	21. yüzyıl Becerileri	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	72.54	1668.50	148.50	.00
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	36.22	2426.50		
	Toplam	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	75.43	1735.00	82.00	.00
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	35.22	2360.00		

Tablo 4.21 incelendiğinde STEM tutum ölçeği fen boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test puanları ($Medyan = 42.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test puanları ($Medyan = 39.00, n = 67$) arasında ($U = 637.50, p > .05$) ve 21. yüzyıl becerileri boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test puanları ($Medyan = 45.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test puanları ($Medyan = 41.00, n = 67$) arasında ($U = 566.50, p > .05$) anlamlı bir farkın bulunmadığı anlaşılmaktadır. Buna karşın, STEM tutum ölçeği matematik boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test puanları ($Medyan = 38.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test puanları ($Medyan = 28.00, n = 67$) arasında ($U = 198.50, p < .05$), mühendislik ve teknoloji boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test puanları ($Medyan = 35.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test puanları ($Medyan = 32.00, n = 67$) arasında ($U = 477.00, p < .05$) ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test toplam puanları ($Medyan = 157.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test toplam puanları ($Medyan = 138.00, n = 67$) arasında ($U = 381.50, p < .05$) anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir.

STEM tutum ölçeği matematik boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları ($Medyan = 39.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının son test puanları ($Medyan = 30.00, n = 67$) arasında ($U = 330.50, p < .05$), fen boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları ($Medyan = 44.00, n = 23$) ve Fen

Bilgisi Öğretmen adaylarının son test puanları (*Medyan* = 39.00, $n = 67$) arasında ($U = 121.00$, $p < .05$), mühendislik ve teknoloji boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları (*Medyan* = 40.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının son test puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 67$) arasında ($U = 313.50$, $p < .05$), 21. yüzyıl becerileri boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları (*Medyan* = 52.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının son test puanları (*Medyan* = 44.00, $n = 67$) arasında ($U = 176.00$, $p < .05$) ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test toplam puanları (*Medyan* = 174.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının toplam son test puanları (*Medyan* = 147.00, $n = 67$) arasında ($U = 98.00$, $p < .05$) anlamlı bir farkın bulunduğu anlaşılmaktadır.

STEM tutum ölçeği matematik boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 39.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 30.00, $n = 67$) arasında ($U = 350.00$, $p < .05$), fen boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 45.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 39.00, $n = 67$) arasında ($U = 122.00$, $p < .05$), mühendislik ve teknoloji boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 40.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 34.00, $n = 67$) arasında ($U = 353.50$, $p < .05$), 21. yüzyıl becerileri boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 52.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 44.00, $n = 67$) arasında ($U = 148.50$, $p < .05$), ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi toplam puanları (*Medyan* = 173.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi toplam puanları (*Medyan* = 144.00, $n = 67$) arasında ($U = 82.00$, $p < .05$) anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir.

Bu sonuçlar incelendiğinde, ön test sıra ortalamalarına göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin fen ve 21. yüzyıl becerileri boyutları dışında kalan matematik ve mühendislik ve teknoloji boyutlarında ve STEM tutum düzeyi bağlamında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından daha yüksek tutuma sahip oldukları görülmektedir. Buna ek olarak, son test sıra ortalamaları temel alındığında tüm boyutlarda ve STEM tutum düzeyi bağlamında STEM temelli astronomi etkinliklerinin uygulanmasından sonra Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerin tutum düzeylerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tutum düzeylerinden daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Aynı durum,

kalıcılık testi sıra ortalamaları incelendiğinde de görülmektedir. İlgili etkinliklerin uygulanmasından 4 ay sonra, tüm boyut ve STEM tutum düzeylerinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tutumlarının Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tutumlarından daha yüksek olduğu görülmüştür.

4.2.1.9. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi düzeylerinin karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

Araştırmanın on üçüncü alt problemi, “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM semantik ölçeği ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?”, on dördüncü alt problemi “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM semantik ölçeği son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” ve on beşinci alt problemi “Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM semantik ölçeği kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu bağlamda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan STEM semantik ölçeği puanları sırası ile ön test ve ön test, son test ve son test ve kalıcılık testi ve kalıcılık testi puanları olarak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İlgili bulgular Tablo 4.22’de sunulmuştur.

Tablo 4.22

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerine ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Uygulanan STEM Semantik Ölçeği Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Testi Sonuçları

	Grup	n	Sıra Ort.	Sıra Toplamı	U	p
Fen	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	57.09	1313.00	504.00	.01
	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	41.52	2782.00		
Matematik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	65.70	1511.00	306.00	.00
	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	38.57	2584.00		
Mühendislik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	68.83	1583.00	234.00	.00
	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	37.49	2512.00		
Teknoloji	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	59.80	1375.50	441.50	.00
	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	40.59	2719.50		
Kariyer	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	66.93	1539.50	277.50	.00
	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	38.14	2555.50		
Toplam	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	67.54	1553.50	263.50	.00
	Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	37.93	2541.50		

Son Test	Fen	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	50.48	1161.00	656.00	.23	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	43.79	2934.00			
	Matematik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	66.52	1530.00	287.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	38.28	2565.00			
	Mühendislik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	64.07	1473.50	343.50	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	39.13	2621.50			
	Teknoloji	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	57.26	1317.00	500.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	41.46	2778.00			
	Kariyer	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	60.22	1385.00	432.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	40.45	2710.00			
	Toplam	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	68.04	1565.00	252.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	37.76	2530.00			
	Kalıcılık Testi	Fen	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	52.07	1197.50	619.00	.12
			Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	43.25	2897.50		
		Matematik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	65.85	1514.50	302.50	.00
			Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	38.51	2580.50		
Mühendislik		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	60.17	1384.00	433.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	40.46	2711.00			
Teknoloji		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	55.70	1281.00	536.00	.02	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	42.00	2814.00			
Kariyer		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	55.33	1272.50	544.50	.02	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	42.13	2822.50			
Toplam		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri	23	65.74	1512.00	305.00	.00	
		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları	67	38.55	2583.00			

Tablo 4.22 incelendiğinde STEM ilgi fen boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test puanları ($Medyan = 35.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test puanları ($Medyan = 31.00, n = 67$) arasında ($U = 504.00, p < .05$), matematik boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test puanları ($Medyan = 35.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test puanları ($Medyan = 24.00, n = 67$) arasında ($U = 306.00, p < .05$), mühendislik boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test puanları ($Medyan = 34.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test puanları ($Medyan = 25.00, n = 67$) arasında ($U = 234.00, p < .05$), teknoloji boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test puanları ($Medyan = 35.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test puanları ($Medyan = 30.00, n = 67$) arasında ($U = 441.50, p < .05$), kariyer boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test puanları ($Medyan = 35.00, n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen

adaylarının ön test puanları (*Medyan* = 29.00, $n = 67$) arasında ($U = 277.50$, $p < .05$) ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ön test toplam puanları (*Medyan* = 167.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test toplam puanları (*Medyan* = 140.00, $n = 67$) arasında ($U = 263.50$, $p < .05$) anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir.

STEM ilgi fen boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının son test puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 67$) arasında anlamlı bir farkın olmadığı anlaşılmaktadır ($U = 656.00$, $p > .05$). Buna karşın, matematik boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının son test puanları (*Medyan* = 25.00, $n = 67$) arasında ($U = 287.00$, $p < .05$), mühendislik boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının son test puanları (*Medyan* = 31.00, $n = 67$) arasında ($U = 343.50$, $p < .05$), teknoloji boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının son test puanları (*Medyan* = 33.00, $n = 67$) arasında ($U = 500.00$, $p < .05$), kariyer boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının son test puanları (*Medyan* = 34.00, $n = 67$) arasında ($U = 432.00$, $p < .05$) ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test toplam puanları (*Medyan* = 170.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının son test toplam puanları (*Medyan* = 154.00, $n = 67$) arasında ($U = 252.00$, $p < .05$) anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir.

Buna ek olarak, STEM ilgi fen boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 34.00, $n = 67$) arasında anlamlı bir farkın olmadığı anlaşılmaktadır ($U = 619.00$, $p > .05$). Buna karşın, matematik boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 34.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 25.00, $n = 67$) arasında ($U = 302.50$, $p < .05$), mühendislik boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 30.00, $n = 67$) arasında ($U = 433.00$, $p < .05$), teknoloji boyutunda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 35.00, $n = 23$) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanları (*Medyan* = 33.00, $n = 67$) arasında ($U = 536.00$, $p < .05$), kariyer boyutunda, Bilim ve

Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi toplam puanları (*Medyan* = 35.00, *n* = 23) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi toplam puanları (*Medyan* = 34.00, *n* = 67) arasında ($U = 544.50$, $p < .05$) ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi toplam puanları (*Medyan* = 168.00, *n* = 23) ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kalıcılık testi toplam puanları (*Medyan* = 152.00, *n* = 67) arasında ($U = 305.00$, $p < .05$) anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir.

Bu sonuçlara bakıldığında ön test sıra ortalamalarına göre uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin fen, matematik, mühendislik, teknoloji, kariyer ve STEM ilgi düzeylerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ilgi düzeylerinden daha yüksek olduğu söylenebilir. Buna ek olarak son test sıra ortalamaları temel alındığında, fen boyutu dışında matematik, mühendislik, teknoloji, kariyer ve STEM ilgi düzeylerinde STEM temelli astronomi etkinliklerinin uygulanmasından sonra, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ilgi düzeylerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ilgi düzeylerinden daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Kalıcılık testi sıra ortalamaları değerlendirildiğinde de benzer bir durum görülmektedir. İlgili etkinliklerin uygulanmasından 4 ay sonra, fen boyutu dışında matematik, mühendislik, teknoloji, kariyer ve STEM ilgi düzeylerinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerin ilgi düzeylerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ilgi düzeylerinden daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Çıkarımsal istatistiklere göre STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi bilgi, STEM tutum ve STEM ilgi düzeylerine etkisine ilişkin tüm sonuçlar Tablo 4.23’de özetlenmiştir.

Tablo 4.23

Uygulanan Etkinliklerin Katılımcı Gruplarının Astronomi Bilgi, STEM Tutum ve STEM İlgi Düzeylerine Etkilerine İlişkin Çıkarımsal İstatistik Sonuçları

	Grup içi karşılaştırmalar			
	İstatistiksel anlamda etkililik		İstatistiksel anlamda kalıcılık	
	Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri	Fen Bilgisi Öğretmen adayları	Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri	Fen Bilgisi Öğretmen adayları
Astronomiye yönelik başarı	✓	✓	-	✓
STEM alanlarına yönelik tutum	✓	✓	✓	✓
STEM alanlarına yönelik ilgi	-	✓	-	✓

	Gruplar arası karşılaştırmalar					
	Ön test		Son test		Kalıcılık	
	Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri	Fen Bilgisi Öğretmen adayları	Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri	Fen Bilgisi Öğretmen adayları	Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri	Fen Bilgisi Öğretmen adayları
Astronomiye yönelik başarı	-	-	✓	-	✓	-
STEM alanlarına yönelik tutum	✓	-	✓	-	✓	-
STEM alanlarına yönelik ilgi	✓	-	✓	-	✓	-

✓: Grup içi karşılaştırmalar için uygulamanın istatistiksel anlamda etkisi/kalıcılığı bulunmaktadır; Gruplar arası karşılaştırmalar için ilgili çalışma grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

-: Grup içi karşılaştırmalar için uygulamanın istatistiksel anlamda etkisi/kalıcılığı bulunmamaktadır; Gruplar arası karşılaştırmalar için ilgili çalışma grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 4.23'e göre grup içi karşılaştırmalar temel alındığında STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin iki katılımcı grubunun da astronomiye yönelik başarılarını arttırdığı ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgilerinin kalıcılığını sağladığı söylenebilir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi başarısının kalıcılığı bağlamında ise son test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamasına karşın, kalıcılık testinde medyan ve minimum değerlerinin ön testteki ilgili değerlerden yüksek olması uygulamanın etkisinin devam ettiğine işaret etmektedir. Ayrıca, astronomi başarı ön test ve kalıcılık testi puanlarının karşılaştırması da bu durumu desteklemektedir. Buna ek olarak uygulama, katılımcı gruplarının STEM tutumlarını geliştirmiş ve bu tutumların kalıcı olmasını sağlamıştır. STEM alanlarına yönelik ilgi bağlamında, Fen Bilgisi Öğretmen adayları için uygulamanın etkili olduğu ve ilginin kalıcılığını sağladığı anlaşılmaktadır. Ancak, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM ilgilerinin tüm ölçümlerde oldukça yüksek değerler alması, grup içi fark testlerinde istatistiksel anlamda bir farklılık görülmemesine yol açmıştır. Bu sonuç aynı zamanda uygulamalar ile Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin yüksek düzeyde olan STEM ilgilerinin sürdürüldüğünü göstermektedir. Gruplar arası karşılaştırmalar ise astronomi başarı ön test puan karşılaştırması dışındaki tüm ön test, son test ve kalıcılık testi karşılaştırmalarında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin daha yüksek düzeyde astronomi başarısına, STEM tutumuna ve STEM ilgisine sahip olduklarını göstermiştir.

4.2.2. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Yaklaşımlarına Etkisine İlişkin Bulgular

Araştırmanın on altıncı alt problemi, “STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM yaklaşımlarını nasıl etkilemektedir?” şeklindedir. Bu bağlamda, uygulanan etkinliklerin katılımcıların STEM yaklaşımlarına etkisini doğrudan ve derinlemesine inceleyebilmek amacıyla belirlenen altı Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve altı Fen Bilgisi Öğretmen adayı ile etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra yarı yapılandırılmış görüşme tekniğine dayalı görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Her bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi (B1, B2, B3, B4, B5 ve B6) ve Fen Bilgisi Öğretmen adayı (F1, F2, F3, F4, F5 ve F6) için bir rumuz belirlenmiş ve katılımcı ifadeleri bu rumuzlara göre sunulmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan sorular kapsamında elde edilen katılımcı yanıtları betimsel analiz ile STEM alanlarına yönelik “tanımlama”, STEM alanları arasında “ilişki kurma”, STEM alanlarına yönelik “ilgi” ve tasarım temelli “düşünme” olmak üzere dört temel temada kategorize edilmiştir. Belirtilen her bir tema bağlamında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının yanıtları uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüşmeler için karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, uygulamalar sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde katılımcıların uygulama sürecinde gerçekleştirilen etkinlikler hakkındaki düşünceleri de kategorize edilerek tablolastırılmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler ışığında ulaşılan bulgular, her bir tema kapsamında sırasıyla sunulmuştur.

4.2.2.1. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik tanımlamalarına etkisine ilişkin bulgular

Tanımlama teması altında katılımcı grupları ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular, bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ve astronomi kavramları için ayrı ayrı sunulmuştur. Bu durumun temel nedeni etkinliklerin ilgili kavramların tanımlanmasına etkisini, bilim ve STEM alanları içerisinde ve etkinliklerin kavramsal çerçevesini oluşturan astronomi bağlamında daha net ve anlaşılır şekilde sunabilmektir.

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik tanımlamalarına etkisine ilişkin bulgular

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji kavramlarını tanımlamalarını nasıl etkilediğini derinlemesine incelemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmeler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Betimsel analiz sürecinde, NAE ve NRC (2009) tarafından belirtilen fen, teknoloji, mühendislik ve matematik tanımları temel alınmıştır. NAE ve NRC (2009)'a göre bu tanımlar şu şekilde sıralanabilir.

- Fen: Fizik, kimya ve biyoloji ile ilgili yasaları da içeren doğanın araştırılmasıdır. Bu disiplinlerle ilgili olguların, ilkelerin ve kavramların uygulamalarını içerir. Fen yalnızca zamanla oluşan bilgi bütünlerini içermez. Aynı zamanda yeni bilgiler üreten bilimsel sorgulamaya dayanan bir süreçtir. Fen ile elde edilen bilgiler mühendislik tasarım süreçlerine ışık tutar.
- Teknoloji: Tam anlamıyla bir disiplin olarak kabul görmese de insanlardan, organizasyonlardan, bilimsel bilgiden, süreçlerden ve aygıtlardan oluşan bütün bir sistemi içerir. Bu sayede yeni teknolojik ürünler ortaya çıkarılır. Tarih boyunca insanlar kendi ihtiyaç ve isteklerini karşılamak amacıyla teknolojiyi ortaya çıkarmışlardır. Modern teknolojinin çoğu fen ve mühendisliğin kullanımı ile gelişmiştir. Aynı zamanda bu buluşlar, mühendislik ve fen disiplinlerinde de kullanılır.
- Mühendislik: İnsan yapımı ürünlerin tasarım ve üretimi ile ilgili olarak, hem bir bilgi bütünü hem de problem çözme sürecidir. Mühendisliğin üretim süreci ise bazı kısıtlamalara tabidir. Mühendislik tasarımlarındaki bu kısıtlamalar doğa veya fen yasalarıdır. Ayrıca zaman, bütçe, kullanılabilir malzemeler, ergonomi, çevresel düzenlemeler, üretilebilirlik ve tamir edilebilirlik diğer kısıtlamaları oluşturur. Mühendislik, teknolojinin de araçlarını kullanarak fen ve matematikten yararlanır.
- Matematik: Miktar, sayı ve uzay arasındaki desen ve ilişkileri inceleyen bir bilim dalıdır. Fen deneysel kanıtlara dayalı olarak ortaya atılan savların doğruluğunu 21 kanıtlamaya ya da yanlışlamaya dayanırken, matematik ortaya

atılan savları temel varsayımlara dayalı mantıksal argümanlar aracılığıyla kanıtlamayı amaçlar. Mantıksal argümanların kendileri savlar ile birlikte matematiğin bir parçasıdır. Fende olduğu gibi matematikte de bilgi artmaya devam eder. Ancak fenden farklı olarak matematikte bilgiler temel varsayımlara dönüşmediği sürece terk edilmez. Matematiksel bilgiler diğer bilim alanlarında kullanılır.

Bu bağlamda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji kavramlarına ilişkin tanımlamaları içerik, yöntem ve çalışma alanı olmak üzere üç alt temada toplanmıştır. İçerik alt teması, katılımcıların bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknolojinin hedeflerini ve bu kavramların özelliklerini belirtirken yararlandıkları nitelikleri ifade etmektedir. Yöntem alt teması, katılımcıların bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanında çalışanların araştırma süreçlerinde kullandıkları yöntemlere ilişkin düşüncelerini kapsamaktadır. Çalışma alanı alt teması ise katılımcıların bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknolojinin çalışma alanlarına ilişkin katılımcı değerlendirmelerinden oluşmaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji kavramlarına ilişkin tanımlamalarını içeren bulgular Tablo 4.24'te sunulmuştur.

Tablo 4.24

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Bilim, Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji Kavramlarına İlişkin Tanımlamaları

	Uygulama Öncesi			Uygulama Sonrası		
	Alt Tema			Alt tema		
	İçerik	Yöntem	Çalışma Alanı	İçerik	Yöntem	Çalışma Alanı
Bilim	Araştırma yapmak, Eğlence, Yenilik, Bilimsel gelişme, Sınırsız bilgi, Deney yapmak, Sürekli gelişim ve Bilim insanları	Deney, Gözlem, Teknoloji ve Merak	Merak edilen konular, Sonsuz evrenin gizemi ve Fizik, kimya ve biyoloji	Araştırma yapmak, Eğlence, Yenilik, Bilimsel gelişme, Sınırsız bilgi, Bütünsel bakış, Olgular ve olayları incelemek, Hipotezleri kanıtlamak, Bilinmeyeni keşfetmek, İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, Doğayı korumak, Sorgulama, İnsan çabası, Merak ve Hayal etmek	Deney, Gözlem ve Bilimsel yöntemler	Merak edilen konular, Fizik, kimya ve biyoloji, Evrendeki her şey, Bilinmeyen olgular, Mevcut bilimsel bilgiler, Sosyal bilimler ve Doğa
Fen	Fen bilimleri dersi, Fizik, kimya ve biyoloji, Deney yapmak ve Araştırma yapmak	Deney ve Gözlem	Fizik, kimya ve biyoloji ve Kimyasal maddeler	Fizik, kimya, biyoloji, Kanıtlama, Diğer disiplinler, Bilgi birikimi ve Teori ve kanunlar	Deney, Gözlem, Bilimsel yöntemler ve Sorgulama	Fizik, kimya ve biyoloji, Evren, Bilinmeyen olgular, Doğa ve Fiziksel dünya
Matematik	İşlemler, Sayılar, Sayıların zekâ ile buluşması ve Sayıları Yorumlama	Formüller ve Hesaplamalar	Problemler, Bilinmeyenler ve Sayısal işlemleri pratikleştirme	İşlemler, Sayılar, Evrenin dili ve Sayıların anlaşılması	Formüller, Hesaplamalar ve Mantık	Problemler, Çözümler, Sayıların gizemi ve Evren
Mühendislik	Üretim, Gelişim, İnşa etmek, Yeni icatlar, Mühendislik mesleği ve Planları uygulamak	Tasarım ve Çizim	Yazılımlar ve Binalar	Üretim, Gelişim, İnşa etmek, Yeni icatlar, Mühendislik mesleği, Bilim temelli ürünler, Problem çözme, Doğa yasalarının sınırlaması, İnsan ihtiyaçlarını karşılamak ve Yaratıcılık	Tasarım, Mühendislik tasarım süreci ve Bilimsel yöntemler	Yeni ürünler ve İnovasyon
Teknoloji	Teknolojik ürünler, Sürekli gelişim ve Yenilik	İcat, Üretim ve Araştırma	Ürün oluşturma ve Yazılımlar	Teknolojik ürünler, Sürekli gelişim, Sınırsızlık, Bilimsel bilgi temelli üretim, Süreç temelli üretim, Fen ve Mühendisliğin uygulaması, İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, Yaratıcılık ve Estetik	Bilimsel yöntemler ve Tasarım	Yazılımlar, Yöntem bulmak, Yeni araçlar, Aygıtlar ve İnovasyon

Tablo 4.24'e göre uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin bilim kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında araştırma yapmak, eğlence, yenilik, bilimsel gelişme, sınırsız bilgi, deney yapmak, sürekli gelişim ve bilim insanları kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında deney, gözlem, teknoloji ve merak çalışma alanı alt temasında ise merak edilen konular, sonsuz evrenin gizemi ve fizik, kimya ve biyoloji kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında ise içerik alt temasında araştırma yapmak, eğlence, yenilik, bilimsel gelişme, sınırsız bilgi, bütünsel bakış, olgu ve olayları incelemek, hipotezleri kanıtlamak, bilinmeyeni keşfetmek, insan ihtiyaçlarını karşılamak, doğayı korumak, sorgulama, insan çabası, merak ve hayal etmek kodları yer alırken, yöntem alt temasında deney, gözlem ve bilimsel yöntemler, çalışma alanı alt temasında ise merak edilen konular, evrendeki her şey, bilinmeyen olgular, mevcut bilimsel bilgiler, sosyal bilimler ve doğa kodları bulunmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede B5 rumuzlu katılımcı bilim kavramı ile ilgili olarak *“Bilim benim için eğlenceli şeyler yapmak demek.”* (içerik-eğlence) *“Sürekli gelişen ve hiç durmayan bir şey.”* (içerik-sürekli gelişim) *“... Bilim insanları bilimle uğraşırken deney yaparlar.”* (yöntem-deney) *“... Bilim insanları merak ettikleri her şeyi araştırırlar.”* (çalışma alanı-merak edilen konular) ifadelerini kullanmıştır. Uygulama sonrasında ise B1 rumuzlu katılımcı söylemlerinde bilim kavramına ilişkin *“Bilim araştırma yapmak demek... Araştırma yapmadan bilim yapamayız. Araştırma yaparken de ilk olarak daha önce insanların ne yaptığına bakarız. Çünkü daha önce araştırma yapıldıysa niye araşturalım ki? Yapılan bir şey bulamadıysak buna göre kendi araştırmamızı yaparız.”* (içerik-araştırma yapmak) *“... Araştırma yaparken ben olsam roket yaparken yaptığımız şeyler gibi şeyler yaparım... Önce araştırırım. Sonra belirli şeyleri yaparım neyin neyi etkilediğine bakarım. Ona göre test ederim. Ama bir defa test yapınca olmuyor. Çok fazla test yaparım ki düzgün çalışsın.”* (yöntem-bilimsel yöntemler) *“... Doğa bilim insanlarının iş yeri bence... Doğanın içinde olan her şeyi araştırabilirler... Doğa demek, hayvanlar, bitkiler, insanlar demek... Cansız varlıkları da araştırabilirler... Mesela robotlar, karadelikler, gezegenler...”* (çalışma alanı-doğa) ifadelerine yer vermiştir.

Bilim kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, bütünsel bakış, olgu ve olayları incelemek, hipotezleri kanıtlamak, bilinmeyeni keşfetmek, insan ihtiyaçlarını karşılamak, doğayı korumak, sorgulama, insan çabası, merak ve hayal etmek, (içerik) bilimsel yöntemler, (yöntem) evrendeki her şey, bilinmeyen olgular,

mevcut bilimsel bilgiler, sosyal bilimler ve doğa (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. Araştırma yapmak, eğlence, yenilik, bilimsel gelişme, sınırsız bilgi, (içerik) deney, gözlem (yöntem) merak edilen konular ve fizik, kimya ve biyoloji (çalışma alanı) kodlarına hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmıştır. Katılımcıların bilim kavramı ile tanımlamaları uygulama öncesinde bilimin yenilik ve bilimsel gelişme gibi belirli niteliklerini taşımakta ancak daha çok fen ile ilgili deney yapmak ve fizik, kimya ve biyoloji gibi kavramları içermektedir. Bu tanımlamalarda katılımcılar, bilimin yöntemlerini deney ve gözleme ek olarak teknoloji ve merak olarak nitelendirmişlerdir. Bilimin çalışma alanı ise katılımcılar için bilim insanların merak ettikleri konular, evrenin gizemini çözmek ve fizik, kimya ve biyoloji konuları ile ilgilidir. Uygulama sonrasında ise katılımcı ifadeleri fizik, kimya ve biyoloji bağlamından çıkmış, katılımcıların bilim tanımlamaları sınırlarını genişletmiştir. Bu tanımlamalarda sorgulama, hipotezleri kanıtlamak, doğayı korumak ve hayal etmek gibi farklı kavramlar bilimin içeriğinde yer almıştır. Bilimin yönteminde katılımcılar, deney ve gözlem vurgusunu yinelemiş ancak, merak ve teknolojiyi yöntem kategorisinden çıkarmışlardır. Bunun yerine bilimsel yöntemlere ilişkin ifadelere vurgu yapmışlardır. Bilimin çalışma alanı ise oldukça genişlemiş, hem mevcut bilgi odaklı hem de bilinmeyen keşfetmeye yönelik bir yapıya dönüşmüştür. Bu bağlamda, özellikle bilimin çalışma alanının sosyal bilimleri de içerecek şekilde evrendeki her şeyi kapsadığı vurgusu öne çıkmaktadır. Özetle, uygulama sonrasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin bilim tanımları bilimin içeriğinde yer alan hayal gücü, merak, bilimin bütünselliği, bilimsel süreçler, bilimin insan ürünü olması, yalnızca fen bilimleri değil aynı zamanda sosyal bilimleri de kapsamı ve evrendeki tüm olgu ve olaylarla ilgili olmasını niteler hale gelmiş ve bilimin doğasına daha uygun bir yapıya bürünmüştür.

Tablo 4.24'e göre uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin fen kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında fen bilimleri dersi, fizik, kimya ve biyoloji, deney yapmak ve araştırma yapmak kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında deney ve gözlem, çalışma alanı alt temasında ise fizik, kimya ve biyoloji ve kimyasal maddeler kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin fen kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında fizik, kimya, biyoloji, kanıtlama, diğer disiplinler, bilgi birikimi ve teori ve kanunlar kodlarının yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, yöntem alt temasında deney, gözlem, bilimsel yöntemler ve sorgulama, çalışma alanı alt temasında ise fizik, kimya ve biyoloji, evren, bilinmeyen olgular, doğa ve fiziksel dünya kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede B3 rumuzlu katılımcı fen kavramı ile ilgili olarak *“Fen denilince aklıma fen bilimleri dersi geliyor. Bir de deney yapmak.”* (içerik-fen bilimleri dersi ve deney yapmak), *“Fen bilimleri ile uğraşanlar deney yaparlar.”* (yöntem-deney) *“... Fen bilimlerinin alanı, fizik, kimya ve biyolojidir. Bu alanlardan birinde çalışırlar.”* (çalışma alanı-fizik, kimya ve biyoloji) ifadelerini kullanmıştır. Aynı katılımcı uygulama sonrasına gerçekleştirilen görüşme de ise fen kavramına ilişkin *“Fenin içinde fizik, kimya ve biyoloji var.”* (içerik-fizik, kimya ve biyoloji) *“ama bunun dışında astronomi ve tıp gibi bilimler de var.”* (içerik-diğer disiplinler) *“... Ayrıca teori ve kanunlar da var... Mesela büyük patlama teorisi... Astronomlar bunu keşfetmişler sonra bunu teoriye dönüştürmüşler.”* (içerik-teori ve kanunlar). *“Fenci bilim insanları mesela fizikçiler her şeyi sorgularlar. Anlamaya çalışırlar.”* (yöntem-sorgulama). *“Anlayamadıkları bir şey olunca da gözlem ve deney yaparlar.”* (yöntem-deney ve gözlem). *“Fenin çalışma alanı en genel olarak kozmosdur... Ama bunun içinde edebiyat şiir gibi şeyler yok.”* (çalışma alanı-evren) söylemlerinde bulunmuştur.

Fen kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, kanıtlama, diğer disiplinler, bilgi birikimi, teori ve kanunlar, (içerik) bilimsel yöntemler, sorgulama, (yöntem) evren, bilinmeyen olgular, doğa ve fiziksel dünya (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. Fizik, kimya ve biyoloji, (içerik) deney, gözlem, (yöntem) ve fizik, kimya ve biyoloji (çalışma alanı) kodlarına son görüşmelerde de rastlanmıştır. Uygulama öncesinde katılımcıların fen kavramı ile ilgili tanımlamalarını daha çok okullarındaki fen bilimleri dersi ile ilgilidir. Katılımcıların, fen kavramını bu derslerde işledikleri konularla ilişkilendirdikleri ve deney yaparken kullandıkları süreçler ve materyaller üzerine odaklanarak kavramı tanımladıkları söylenebilir. Uygulama sonrasında ise tanımlamalarına astronomi başta olmak üzere diğer disiplinleri ve deney ve gözlem dışındaki diğer bilimsel yöntemleri de dahil etmişlerdir. Ayrıca, fenin doğayı ve fiziksel dünyayı anlamak için kullanıldığının farkına vardıkları görülmektedir. Özetle, fen kavramı fizik, kimya ve biyoloji bağlamından çıkmış ve içerik, yöntem ve çalışma alanı bakımından fen kavramının doğasına daha yakın bir hale gelmiştir.

Tablo 4.24'e göre uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin matematik kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında işlemler, sayılar, sayıların zekâ ile buluşması ve sayıları yorumlama kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında formüller ve hesaplamalar, çalışma alanı alt temasında ise problemler, bilinmeyenler ve sayısal işlemleri

pratikleştirme kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin matematik kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında işlemler, sayılar, evrenin dili ve sayıların anlaşılması kodlarının yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, yöntem alt temasında formüller, hesaplamalar ve mantık, çalışma alanı alt temasında ise problemler, çözümler, sayıların gizemi ve evren kodlarının bulunduğu görülmektedir.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede B2 rumuzlu katılımcı matematik kavramı ile ilgili olarak *“Matematik sayılar ve bu sayılarla yaptığımız işlemlerden oluşur.”* (içerik-işlemler ve sayılar) *“Matematiğin yöntemi formüller olabilir.”* (yöntem-formüller) *“Matematik derslerinde hep problem çözüyoruz... Böyle düşünürsek matematikçiler sürekli problemlerle uğraşırlar.”* (çalışma alanı-problemler) ifadelerini kullanmıştır. Aynı katılımcının uygulamalardan sonra matematik kavramı ile ilgili söylemleri ise şu şekildedir: *“Matematik evrenin bizimle konuşma şekli ama tam olarak bu dili bilmiyoruz. Matematik geliştikçe daha çok şey öğreniyoruz.”* (içerik-evrenin dili) *“...Matematikte en çok sevdiğim şey mantığa dayalı olması. Matematikçiler de mantığı kullanıyorlar. Mesela müzeye gittiğimizde oradaki öğretmen ilk defa Güneş tutulmasını hesaplayan bir matematikçiden bahsetmişti. Güneş tutulmasını mantıkla ürettiği formüllerle hesaplamıştı.”* (yöntem-mantık ve formüller). *“... Örneğin derste hesaplamıştık bize en yakın yıldızın uzaklığını, bir sürü sıfır vardı. Evrenin bilmediğimiz yerleri de var. Orada da yıldızlar var. Bence biz o kadar uzağa gidemeyeceğiz ama orada ne olduğunu matematik ile keşfedeceğiz.”* (çalışma alanı-evren).

Matematik kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, evrenin dili, sayıların anlaşılması, (içerik) mantık, (yöntem) çözümler, sayıların gizemi ve evren (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. İşlemler, sayılar (içerik) formüller, hesaplamalar (yöntem) ve problemler (çalışma alanı) kodlarına hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmıştır. Bu bulgulara göre katılımcıların uygulama öncesinde matematiği sayılar ve bunlar arasındaki ilişkiler ile bağdaştırdığı, uygulama sonrasında ise yine sayılar ve bunlar arasındaki ilişkilere tanımlamalarında yer verdikleri anlaşılmaktadır. Katılımcıların uygulama sürecinde astronomi içerikli etkinlikler gerçekleştirmeleri nedeniyle, evren ile ilgili kavramları matematiğe yönelik tanımlamalarına dahil ettikleri görülmektedir. Bunun yanında uygulama sonrasındaki görüşmelerde mantık kavramına da bazı katılımcıların söylemlerinde yer vermeleri göze çarpmaktadır. Yine de katılımcıların matematik kavramına yönelik tanımlamaları uygulama öncesine göre belirgin

şekilde farklılaşmamıştır. Bu bulgular, uygulamaların katılımcıların matematik kavramına ilişkin tanımlamalarına sınırlı düzeyde etki ettiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Tablo 4.24'e göre uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerini mühendislik kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında üretim, gelişim, inşa etmek, yeni icatlar, mühendislik mesleği ve planları uygulamak kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında tasarım ve çizim, çalışma alanı alt temasında ise yazılımlar ve binalar kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin mühendislik kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında üretim, gelişim, inşa etmek, yeni icatlar, mühendislik mesleği, bilim temelli ürünler, problem çözme, doğa yasalarının sınırlaması, insan ihtiyaçlarını karşılamak ve yaratıcılık kodlarının yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, yöntem alt temasında tasarım, mühendislik tasarım süreci ve bilimsel yöntemler, çalışma alanı alt temasında ise yeni ürünler ve inovasyon kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede B4 rumuzlu katılımcı mühendislik kavramı ile ilgili olarak şu ifadeleri kullanmıştır: “*Mühendislik deyince aklıma yeni binalar inşa etmek geliyor.*” (içerik-inşa etmek). “... *Mühendislik bir meslek. Mesela inşaat mühendisliği...*” (içerik-mühendislik mesleği) “... *Tam olarak yöntemlerini bilmiyorum ama mühendislerin çizim yapması gerekiyor... Böyle bir yöntem kullanırlar. Çizim yapmadan nasıl bina yapacaklar ki?...*” (yöntem-çizim) “...*Mühendisler binalar üzerinde çalışır. Binaları dayanıklı ve güzel yapmaya çalışırlar.*” (çalışma alanı-binalar). Aynı katılımcı uygulama sonrasına gerçekleştirilen görüşmede ise mühendislik kavramına ilişkin “*Mühendislik denilince iki şey düşünüyorum. Birincisi bir şeyler üreten bir meslek dalı. Mesela, inşaat mühendisliği, veri mühendisliği...*” (içerik-üretim ve mühendislik mesleği) “*İkinci şey ise fizik ve kimya gibi bilim dallarını kullanarak ürün oluşturmak.*” (içerik-bilim temelli ürünler) “...*Mesela, Mars'ta yaşamayı düşünüyoruz. Oraya bir şekilde gitmemiz lazım... Bunu mühendisler bilim insanları ile birlikte yaparlar ama işleri çok zor. Fiziğin kanunları var. Bunun dışına çıkamazlar. Işınlanma bulunmuş olsa ışınlanırlardı.*” (içerik-bilimin sınırlaması) “*Ama ışınlanma bulunmadığına göre bir şekilde sorunları çözmeleri lazım. Ben roket yaparken grubumun mühendisiydim. Sürekli problemler çıktı ve bunlarla uğraşmak zorunda kaldım. Ama bir şekilde çözdüm... Aslında mühendislik çıkan problemleri çözmek ile ilgili.*” (içerik-problem çözme) “*Mühendisler, mühendislik tasarım sürecini kullanırlar... Kendilerine verilen işe göre bir tasarım yaparlar. Buna göre prototip oluştururlar. Bunun küçük bir şey olması lazım. Sonra bunu deneyip gerçeğini*

yaparlar. Ama çok iyi düşünmek lazım. Prototipte hata olursa her şey boşa gider. Gerçeğini de yaptıktan sonra tamamlanmış olmaz... Eklemeler ve çıkarmalar yapmak gerekebilir.” (yöntem-mühendislik tasarım süreci) *“Mühendisler yeni ürünler yapmaya çalışırlar.”* (çalışma alanı-yeni ürünler) *“Bunu daha çok, var olan bir şey ile yaparlar... Mesela uçak yaparken bir uçağı örnek alırlar. Ona eklemeler ve çıkarmalar yaparlar. Daha iyisini yapmaya çalışırlar.”* (çalışma alanı-inovasyon) söylemlerinde bulunmuştur.

Mühendislik kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, bilim temelli ürünler, problem çözme, doğa yasalarının sınırlaması, insan ihtiyaçlarını karşılamak, yaratıcılık, (içerik) tasarım, mühendislik tasarım süreci, bilimsel yöntemler, (yöntem) yeni ürünler ve inovasyon (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. Yalnızca üretim, gelişim, inşa etmek, yeni icatlar, mühendislik mesleği (içerik) ve tasarım (yöntem) kodlarına hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmıştır. Uygulama öncesinde katılımcıların mühendislik kavramı ile ilgili tanımlamaları doğrudan mühendislik mesleği ile ilgilidir. Uygulamalar sonrasında ise katılımcılar, temelde problem çözme süreçlerini içeren mühendisliği daha kapsamlı ve bütünsel olarak tanımlamışlardır. Bu tanımlamalarda mühendisliği, özellikle bilimsel bilgilere dayalı, doğa yasalarının sınırlayıcılığından etkilenen ve yaratıcılık becerilerini içerisinde barındıran bir kavram olarak ele almışlardır. Mühendislik tasarım süreci temelinde bilimsel yöntemlerden yararlanan bir disiplin olarak mühendisliği, ürün oluşturma ve inovasyon odaklı olarak değerlendirmişlerdir. Bu bağlamda, uygulanan etkinliklerin tasarım ve ürün odaklı yapısının katılımcıların mühendisliğe yönelik tanımlamalarını genişlettiği, derinleştirdiği ve birçok farklı süreci ve kavramı keşfetmelerine olanak sağladığı söylenebilir.

Tablo 4.24'e göre uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin teknoloji kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında teknolojik ürünler, sürekli gelişim ve yenilik kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında icat, üretim ve araştırma, çalışma alanı alt temasında ise ürün oluşturma ve yazımlar kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin teknoloji kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında teknolojik ürünler, sürekli gelişim, sınırsızlık, bilimsel bilgi temelli üretim, süreç temelli üretim, fen ve mühendisliğin uygulaması, insan ihtiyaçlarını karşılamak, yaratıcılık ve estetik kodlarının yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, yöntem alt temasında bilimsel yöntemler ve tasarım, çalışma alanı alt temasında ise yazılımlar, yöntem bulmak, yeni araçlar, aygıtlar ve inovasyon kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede B2 rumuzlu katılımcı teknoloji kavramı ile ilgili olarak *“Teknoloji telefonlar, tabletler... demek bence.”* (içerik-teknolojik ürünler). *“Teknoloji ile uğraşanlar araştırma yaparlar ve icat yaparlar.”* (yöntem-araştırma ve icat) *“Teknolojinin çalışma alanı daha önce de söylediğim gibi teknolojik ürünler üretmektir.”* (çalışma alanı-ürün oluşturma) ifadelerini kullanmıştır. Aynı katılımcı uygulama sonunda gerçekleştirilen görüşmede ise söylemlerinde şu ifadelere yer vermiştir: *“Teknoloji çok geniş bir şey. Tam olarak tanımlamak bayağı zor aynı evren gibi. Limitleri yok.”* (içerik-sınırsızlık) *“Çünkü durmadan teknoloji ilerliyor. Mesela ilk yapılan teleskobun aynısını yapmıştım. Onunla Ay’a baktığımda tam göremedim. Ama büyük teleskopla baktığımda bir sürü ayrıntı gördüm...”* (içerik-sürekli gelişim) *“...Teknoloji bilim insanlarının işini kolaylaştırıyor ama aslında bizim işimizi de kolaylaştırıyor... Mesela hafta sonları okula geldiğimde telefonum oluyor. Arkadaşlarımla çok rahat konuşabiliyorum.”* (içerik-insan ihtiyaçlarını karşılamak) *“... Teknoloji ile uğraşanların bilim insanlarından çok farkı yok bence, neredeyse aynı şeyi yapıyorlar. O nedenle aynı yöntemleri kullanırlar.”* (yöntem-bilimsel yöntemler) *“Teknoloji ile yeni araçlar üretmeye çalışırlar. Bazen hiç olmayan bir şeyi icat ederler... Mesela dronlar...”* (çalışma alanı-yeni araçlar) *“... Ya da olan bir şeyi geliştirirler sürekli yenilerler... Mesela... Telefonun her yıl yeni modeli çıkıyor.”* (çalışma alanı-inovasyon).

Teknoloji kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, sınırsızlık, bilimsel bilgi temelli üretim, süreç temelli üretim, fen ve mühendisliğin uygulaması, insan ihtiyaçlarını karşılamak, yaratıcılık, estetik, (içerik) bilimsel yöntemler, tasarım, (yöntem) yöntem bulmak, yeni araçlar, aygıtlar ve inovasyon (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. Teknolojik ürünler, sürekli gelişim (içerik) ve yazılımlar (çalışma alanı) kodlarına hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmıştır. Uygulama öncesinde katılımcılar, genellikle teknoloji ile cep telefonu gibi teknolojik ürünleri ilişkilendirmişler ve tanımlamalarında sınırlı düzeyde kavram kullanmışlardır. Ancak uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde katılımcıların kullandıkları kavram çeşitliliği belirgin düzeyde artmıştır. Katılımcılar, uygulamalar sonrasında ise teknoloji kavramını yaratıcılık ve estetik içeren, süreç odaklı ve bilimsel bilgi temelli bir yapıda değerlendirmişler, teknolojiyi fen ve mühendislik gibi disiplinlerin uygulama alanı olarak tanımlamışlardır. Teknolojide, bilimsel ve tasarım temelli yöntemlerin kullanıldığı vurgusunu yapmışlar ve teknolojiyi daha çok araç-aygıt üretimi ve inovasyon çalışma alanları

ile ilişkilendirmişlerdir. Bu bağlamda, uygulanan etkinliklerin katılımcıların teknolojiye yönelik farkındalıklarını arttırdığı, düşüncelerinin ürün odaklı bir yapıdan çok süreç odaklı bir yapıya şekillendiği söylenebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ile uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen bulgular genel olarak incelendiğinde özellikle bilim, fen, mühendislik ve teknolojiye ilişkin farkındalıklarının ve bu alanları tanımlarken kullandıkları kavram çeşitliğinin arttığı gözlemlenmektedir. Buna ek olarak bahsi geçen bu dört kavram için uygulama sonrasında kavramların doğasına daha yakın tanımlamalar yaptıkları ifade edilebilir. Ancak, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında matematik kavramına ilişkin tanımlamaları NAE ve NRC (2009) tarafından belirtilen matematik tanımı ile karşılaştırıldığında kavram çeşitliliği açısından sınırlı düzeyde değişmiştir.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji kavramlarına ilişkin tanımlamalarını içeren bulgular Tablo 4.25'te sunulmuştur.

Tablo 4.25

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Bilim, Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji Kavramlarına İlişkin Tanımlamaları

	Uygulama Öncesi			Uygulama Sonrası		
	Alt Tema			Alt tema		
	İçerik	Yöntem	Çalışma Alanı	İçerik	Yöntem	Çalışma Alanı
Bilim	İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, Yaşamı kolaylaştırmak, Sürekli ilerleme ve Üretim	Gözlem, Deneysel ve Deneyim	Merak edilen konular ve Doğa	İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, Yaşamı kolaylaştırmak, Evreni anlamak, Bütünsel bakış, Bilgi birikimi, Bilimsel gelişme, Teori ve kanunlar, Merak ve Bilinmeyeni keşfetmek	Gözlem, Deneysel, Sorgulama, Araştırma ve Bilimsel yöntemler	Merak edilen konular ve Evrendeki her şey
Fen	Fizik, kimya ve biyoloji, İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, Yaşamı sürdürmek, Deneysel tasarımı ve Buluşlar	Deneysel ve Gözlem	Maddesel yapılar, İnsanın varoluşu ve Evren	Fizik, kimya, biyoloji, İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, Yeni şeyler üretmek, Diğer disiplinler, Teori ve kanunlar ve Yaşamı kolaylaştırmak	Deneysel, Gözlem, Bilimsel yöntemler ve Sorgulama	Mikro ve makro dünya ve Doğa
Matematik	Sayılar, Rasyonellik, Hesaplamalar, Feni kolaylaştırmak, Sayıların birleşimi ve Formüller bütünü	İspat ve Neden sonuç ilişkisi	Formüller ve Sonsuzluk	Sayılar, Rasyonellik, Hesaplamalar, Bilimin dili, İnsan ihtiyaçlarını karşılamak ve Yaşamı kolaylaştırmak	İspat, Denklemler ve Mantık	Formüller, Evren ve Doğa
Mühendislik	Yaşamı kolaylaştırmak, Mühendislik mesleği, Bilginin ürüne dönüşmesi, İnşa etmek, Kavramları derinlemesine inceleme ve İnsan çabası	Tasarım, Matematik, Simya ve Teknoloji	Yeni ürünler, İnsan sorunları, Ölümsüzlük ve Çizimler	Yaşamı kolaylaştırmak, Mühendislik mesleği, Bilginin ürüne dönüşmesi, Üretim, Gelişim, Bilim temelli ürünler, Problem çözme, İnsan İhtiyaçlarını karşılamak ve Yaratıcılık	Tasarım, Mühendislik tasarımı süreci ve Bilimsel yöntemler	Yeni ürünler, İnsan sorunları ve İnovasyon
Teknoloji	İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, Yeni icatlar, Yaşamı kolaylaştırmak, Bilim, Bilgi, İnsan çabası ve Alt disiplin	Tasarım ve Araştırma	Yeni ürünler	İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, Yeni icatlar, Yaşamı kolaylaştırmak, Teknolojik araçlar, Yenilik, Fen ve mühendisliğin uygulaması ve Yaratıcılık	Tasarım ve Bilimsel yöntemler	Yeni ürünler, Yazılımlar, Yeni araçlar ve İnovasyon

Tablo 4.25'e göre uygulama öncesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında insan ihtiyaçlarını karşılamak, yaşamı kolaylaştırmak, sürekli ilerleme ve üretim kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında gözlem, deney ve deneme-yanılma, çalışma alanı alt temasında ise merak edilen konular ve doğa kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında insan ihtiyaçlarını karşılamak, yaşamı kolaylaştırmak, evreni anlamak, bütünsel bakış, bilgi birikimi, bilimsel gelişme, teori ve kanunlar, merak ve bilinmeyeni keşfetmek kodlarının yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, yöntem alt temasında gözlem, deney, sorgulama, araştırma ve bilimsel yöntemler, çalışma alanı alt temasında ise merak edilen konular ve evrendeki her şey kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede F6 rumuzlu katılımcı bilim kavramı ile ilgili olarak *“Bilim, insan ihtiyaçlarına yardımcı olacak şeyleri bulmak...”* (içerik-insan ihtiyaçlarını karşılamak) *“... Bilim bir şeyleri üretmektir.”* (içerik-üretim) *“... Bilimin temel yöntemi deney ve gözlemdir. Özellikle deney olmalı. Deney olmadan çocuklara bilim öğretemeyiz. Kendimiz de öğrenemeyiz.”* (yöntem-deney ve gözlem) *“... deneme yanılma olabilir. Sürekli hata yapa yapa öğrenirler, doğru sonucu bulurlar.”* (yöntem-deneme-yanılma) *“Bilim alanında çalışanlar, doğada karşılaştığımız olayları bilimsel olarak açıklamaya çalışırlar.”* (çalışma alanı-doğa) ifadelerini kullanmıştır. Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmede ise aynı katılımcı bilim kavramını tanımlarken söylemlerinde şu ifadeler yer vermiştir: *“Bilim benim için her yerde vardır. Felsefede de vardır. Fende de vardır. Sokakta da vardır. Derste de vardır. Bilim her şey ile ilgilidir.”* (içerik-bütünsel bakış) *“... Tabi ki bilim sadece bunlar demek değil. İçinde yer çekimi kanunu gibi kanunlar da var... Büyük patlama da var...”* (içerik-teori ve kanunlar) *“... Bunları yapabilmek için farklı bir şey olması lazım insanda, sıradan insanla bilim insanını birbirinden ayıran şey merak...”* (içerik-merak) *“Yöntem olarak düşünürsek kesin bir şey söyleyemem... Felsefecinin yöntemiyle kimyacının yöntemi farklı... Ama kullandıkları yöntemler ikna edici olmalı. Belirli bir sistemi olmalı. Başkası yapınca da kontrol edebilsin. Aynı yöntemi ben de kullanınca yakın bir şeye ulaşabileyim.”* (yöntem-bilimsel yöntemler) *“Bilim aslında şu an aklımıza gelebilecek her şeyi araştırır... İnsanın var oluşunu da araştırır. İhtiyaç duyduğumuz şeyleri de... Mars'a nasıl gideriz onu da araştırır... Burada bir sınır yok. Düşünce varsa araştırılacak konu da vardır.”* (çalışma alanı-evrendeki her şey).

Bilim kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama

sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, evreni anlamak, bütünsel bakış, bilgi birikimi, bilimsel gelişme, teori ve kanunlar, merak, bilinmeyi keşfetmek, (içerik), sorgulama, araştırma, bilimsel yöntemler (yöntem) ve evrendeki her şey (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, yaşamı kolaylaştırmak, (içerik) gözlem, deney (yöntem) ve merak edilen konular (çalışma alanı) kodlarına hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmıştır. Katılımcılar tarafından uygulama öncesinde daha çok gözlem ve deney yöntemlerine dayalı ve merak edilen konuların ve doğanın incelendiği, insan ihtiyaçlarını karşılamak ve insan yaşamını kolaylaştırmak odaklı bir yapıda tanımlanan bilim kavramı, uygulama sonrasında daha farklı ve spesifik kavramları içerecek şekilde gelişmiştir. Bu bağlamda, uygulama sonrasındaki katılımcıların zihinlerindeki bilim tanımı, sınırlarını genişleterek bütünselliği içeren, bilimsel birikim ve gelişime dayalı ilerleyen, kanun ve teoriler gibi bilimsel bilgi türlerini bünyesinde barındıran, insanın doğasında yer alan merak duygusu ile bilinmeyi keşfetmeye yönelik ve insan ihtiyaçlarını temeline alan bir yapıya bürünmüştür. Bu süreçte, bilimsel çalışmalarda kullanılan yöntemlerin çeşitliliği artmış ve bilim, merak temelinde evrende bulunan her olguyu inceleyen bir kavram olarak katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Öne çıkan bir diğer bulgu ise katılımcıların uygulama öncesinde bilim tanımlamalarında yer verdikleri insan ihtiyaçları ve yaşamı kolaylaştırma niteliklerine uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde de yer vermeleridir.

Tablo 4.25'e göre uygulama öncesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının fen kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında fizik, kimya ve biyoloji, insan ihtiyaçlarını karşılamak yaşamı sürdürmek, deney tasarımı ve buluşlar kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında deney ve gözlem, çalışma alanı alt temasında ise maddesel yapılar, insanın varoluşu ve evren kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının fen kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında fizik, kimya, biyoloji, insan ihtiyaçlarını karşılamak, yeni şeyler üretmek, diğer disiplinler, teori ve kanunlar ve yaşamı kolaylaştırmak kodlarının yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, yöntem alt temasında deney, gözlem, bilimsel yöntemler ve sorgulama, çalışma alanı alt temasında ise mikro ve makro dünya ve doğa kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede F2 rumuzlu katılımcı fen kavramı ile ilgili olarak şu ifadeleri kullanmıştır: “*Fen, fizik, kimya, biyolojiyi kapsar.*” (içerik-fizik, kimya ve biyoloji) “*Fen, ihtiyaçlarımızı karşılamamız için uğraşır.*” (içerik-insan ihtiyaçlarını karşılamak) “*Fenciler deney ve gözlemlerle olayları*

çözümler.” (yöntem-deney ve gözlem) “*Dünyada madde ile ilgili şeyleri araştırırlar... Fizik, kimya ve biyoloji madde ile ilgili, bunların ilişkileri, bileşikler...*” (çalışma alanı-maddesel yapılar). Aynı katılımcı, uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmede fen kavramı ile ilgili söylemlerinde “*Fen, fizik, kimya ve biyolojiyi içerir. Bunlar ilk aklıma gelenler*” (içerik-fizik, kimya ve biyoloji) “*Bunun dışında astronomi de var, yer bilimi de var. Bunlar da fenin içinde...*” (içerik-diğer disiplinler) “*Fenin en temel görevi insanların hayatta kalmasını sağlamak... Takvimler olmadan insanlar gökyüzüne göre mevsimleri anlıyorlarmış. Böyle düşününce fen olmadan hayatta kalmak çok zor olurdu.*” (içerik-insan ihtiyaçlarını karşılamak) “*Fende yöntem olarak bildiğim önce gözlem var.*” (yöntem-gözlem) “*Gözlemden sonra deney var. Önce gözlem yapacağız ki bunun üstüne deney yapabilelim.*” (yöntem-deney) “*... Tam olarak yöntem mi bilemiyorum ama bu gözlemleri ve deneyleri de sorgulamak gerekiyor... Mesela havasız ortamda deney yapıyorduk. Diğer grupla aynı deneyi yaptık ama bizim deney sonucu farklı oldu. İki sonucun neden farklı çıktığını sorgulamamız gerekti ki nasıl olduğunu anlayalım.*” (yöntem-sorgulama) “*Gökyüzü, bitkiler, hayvanlar... hep doğanın parçası, astronomi gökyüzü ile botanikçiler bitkilerle ilgilenir. Bunlar fenin içinde var... O zaman fen doğa ile ilgilenir diyebiliriz.*” (çalışma alanı-doğa) ifadelerine yer vermiştir.

Fen kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, yeni şeyler üretmek, diğer disiplinler, teori ve kanunlar, yaşamı kolaylaştırmak, (içerik) bilimsel yöntemler, sorgulama, (yöntem) mikro ve makro dünya ve doğa (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. Fizik, kimya ve biyoloji, insan ihtiyaçlarını karşılamak, (içerik) deney ve gözlem (yöntem) kodlarına hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmıştır. Bu durum, uygulama öncesinde katılımcıların fen kavramı ile tanımlamalarını fizik, kimya ve biyoloji ile ilişkilendirdiklerini ve fenin insan ihtiyaçları temelinde buluşları içeren ve deneylerle ilgili bir yapıda olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Fenin yöntemlerini ise deney ve gözlem ile sınırlandırarak, feni insanın var oluşunu, maddesel yapıları ve evreni araştıran bir disiplin olarak tanımlamışlardır. Uygulama sonrasında ise tanımlamalarına diğer disiplinleri, fenin üretim odaklı yapısını ve fenin içeriğinde bulunan teori ve kanunları, deney ve gözlem dışındaki diğer bilimsel yöntemleri de dahil etmişlerdir. Sorgulamayı, fenin bir yöntemi olarak tanımlamaları dikkat çekicidir. Ayrıca fenin doğayı ve fenin sınırlarını oluşturan makro ve mikro dünyayı araştıran bir yapıya büründüğü görülmektedir. Özetle, fen kavramı fizik, kimya ve biyoloji bağlamından çıkmış ve insan ihtiyaçlarını da kapsayacak şekilde içerik, yöntem ve çalışma alanı bakımından fen

kavramının doğasına daha yakın bir hale gelmiştir.

Tablo 4.25'e göre uygulama öncesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematik kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında sayılar, rasyonellik, hesaplamalar, feni kolaylaştırmak, sayıların birleşimi ve formüller bütünü kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında ispat ve neden sonuç ilişkisi, çalışma alanı alt temasında ise formüller ve sonsuzluk kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematik kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında sayılar, rasyonellik, hesaplamalar, bilimin dili, insan ihtiyaçlarını karşılamak ve yaşamı kolaylaştırmak kodlarının yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, yöntem alt temasında, ispat, denklemler ve mantık, çalışma alanı alt temasında ise formüller, evren ve doğa kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede F4 rumuzlu katılımcı matematik kavramı ile ilgili söylemlerinde *“Matematik sadece fen dallarında bilimi biraz daha kolaylaştırmak amacıyla oluşturulmuş formüller bütünü benim için.”* (içerik-feni kolaylaştırmak ve formüller bütünü) *“Matematiğin içinde birçok farklı hesaplama var. Bir alanı hesaplama, hacim hesaplama gibi.”* (içerik-hesaplamalar) *“Matematikçiler ispat yaparlar, bir formül öne sürecekleri zaman formül ne kadar doğru diye bunu denerler, sağlamasını yaparlar, bu şekilde ispat ederler.”* (yöntem-ispat) *“Matematikçiler formüller ile uğraşırlar. Formüllerini denerler. Bunları her duruma uyuyor mu diye incelerler.”* (çalışma alanı-formüller) ifadelerine yer vermiştir. Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmede ise aynı katılımcı matematik kavramı ile ilgili şu ifadelere yer vermiştir: *“Matematiğin içinde sayılar ve bu sayılarla ilgili hesaplamalar var.”* (içerik-sayılar ve hesaplamalar) *“... Ama bunları tek başına düşünmemek lazım. Matematiğin farklı bir görevi daha var bence. Mesela, kütüphanede İngilizce kimya kitapları var. Bakınca pek bir şey anlaşılmıyor. Ama oradaki matematiği anlayabiliyorum. Çünkü dünyanın her yerinde matematik aynı. Bilim insanlarının bulduklarını paylaşması için gerekli olan bir şey.”* (içerik-bilimin dili) *“Matematiğin yöntemi bulunan bir şeyi ispat etmektir.”* (yöntem-ispat) *“İspat yaparken en gerekli şey denklemlerdir. Bazen ispat yapmak için bir denklem bulmaları gerekir.”* (yöntem-denklemler) *“Matematik, sayılar ve hesaplamalara dayandığı için bunun dünya dışında da geçerli olduğunu düşünebiliriz. Öyleyse aslında matematikçiler evrende çalışıyorlardır.”* (çalışma alanı-evren).

Matematik kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, bilimin dili, insan ihtiyaçlarını karşılamak, yaşamı kolaylaştırmak, (içerik)

denklemler, mantık, (yöntem) evren ve doğa (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. Sayılar, rasyonellik, hesaplamalar, (içerik) ispat (yöntem) ve formüller (çalışma alanı) kodlarına hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmıştır. Bu bulgulara göre katılımcıların uygulama öncesinde matematiği, rasyonel bir yapıya sahip, sayılar ve bunlar arasındaki ilişkiler ile tanımlayarak feni kolaylaştıran bir yapıda tanımladıkları anlaşılmaktadır. Ayrıca ispatları ve neden sonuç ilişkilerini yöntem olarak kullanan matematik, formüller ve sonsuzluk konularını araştırmaktadır. Katılımcılar, uygulama sonrasında ise yine rasyonel bir yapıya sahip matematiği, sayılar ve bunlar arasındaki ilişkilerle açıklamış buna ek olarak, matematiği bilimin dili olarak tanımlamış ve insan ihtiyaçları temelinde değerlendirmişlerdir. İspat yönteminin yanı sıra denklemler ve mantığı da matematiğin yöntemi olarak ifade eden katılımcılar, matematiğin çalışma alanını formüller, evren ve doğa olarak belirtmişlerdir. Bu durum, uygulamaların katılımcıların matematik kavramına ilişkin tanımlamalarına olumlu yönde etki ettiğinin bir göstergesidir. Ancak bu tanımlamalara göre katılımcıların uygulama sonrasında matematiği, bir bilim dalından çok diğer disiplinlere destek olan bir araç olarak değerlendirdikleri söylenebilir. Bu bağlamda, bu tanımlamalar matematiğin kavramsal içeriğini tam olarak yansıtmamaktadır.

Tablo 4.25'e göre uygulama öncesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının mühendislik kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında yaşamı kolaylaştırmak, mühendislik mesleği, bilginin ürüne dönüşmesi, inşa etmek, kavramları derinlemesine inceleme ve insan çabası kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında tasarım, matematik, simya ve teknoloji, çalışma alanı alt temasında ise yeni ürünler, insan sorunları, ölümsüzlük ve çizimler kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının mühendislik kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında yaşamı kolaylaştırmak, mühendislik mesleği, bilginin ürüne dönüşmesi, üretim, gelişim, bilim temelli ürünler, problem çözme, insan ihtiyaçlarını karşılamak ve yaratıcılık kodlarının yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, yöntem alt temasında tasarım, mühendislik tasarım süreci ve bilimsel yöntemler, çalışma alanı alt temasında ise yeni ürünler, insan sorunları ve inovasyon kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede F3 rumuzlu katılımcı mühendislik kavramı ile ilgili olarak şu ifadeleri kullanmıştır: *“Mühendislik bir meslektir... Mesela kimya mühendisleri...”* (içerik-mühendislik mesleği) *“Mühendisler bilgilerini kullanarak çalışırlar... Burada bilginin var olan bir şeye dönüşmesi vardır.”* (içerik-bilginin ürüne dönüşmesi) *“Mühendisler yöntem olarak simyayı kullanırlar.”*

(yöntem-simya) “Mühendisler ölümsüzlüğü araştırırlar. Maddelerin insan üzerindeki etkilerini incelerler. Nasıl bir tepki verir? ... kullandıklarında neye mal olacağını incelerler.” (çalışma alanı-ölümsüzlük) Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmede ise aynı katılımcı mühendislik kavramı ile ilgili olarak söylemlerinde şu ifadeler yer vermiştir: “Bir şeyler ortaya çıkarıldığında bunların hayata somut bir şekilde sunulmasıdır... Mesela, inşaat mühendisliğinde, öncelikle fizik önemli, fizik kanunları kullanılarak bu kanunlar en sonunda somut bir şekle dönüşür.” (içerik-bilginin ürüne dönüşmesi) “...Mühendislik üretimle uğraşır.” (içerik-üretim) “... Mesela bir şeyler üretirken köprü gibi, bir sürü sorunla karşılaşılır. Bu sorunları çözmeleri gerekir...” (içerik-problem çözme) “ Mühendislikte bildiğim yöntem tasarım yapmaktır. Tasarımlarını yaparlar onda göre de yapacakları şeyi inşa ederler.” (yöntem-tasarım). “Mühendisler hep problemlerle uğraşırlar... Bu problemler insan sorunları ile ilgilidir... Mesela insanların barınması için binalar, ulaşımı için arabalar gibi...” (çalışma alanı-insan sorunları).

Mühendislik kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, üretim, gelişim, bilim temelli ürünler, problem çözme, insan ihtiyaçlarını karşılamak, yaratıcılık, (içerik) mühendislik tasarım süreci, bilimsel yöntemler, (yöntem) ve inovasyon (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. Yalnızca yaşamı kolaylaştırmak, mühendislik mesleği, bilginin ürüne dönüşmesi, (içerik) tasarım, (yöntem) yeni ürünler ve insan sorunları (çalışma alanı) kodlarına hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmıştır. Uygulama öncesinde katılımcıların mühendislik kavramı ile mühendislik mesleğini ilişkilendirdikleri anlaşılmaktadır. Bu ilişkilendirmenin sonucu olarak mühendislik, insan çabası olarak yaşamı kolaylaştırmayı amaçlayan ve temelde bilginin ürüne dönüştürülmesini ve inşa etmeyi içeren bir alan olarak tanımlanmıştır. Bunun yanında mühendislik ile simya ve ölümsüzlük arasında ilişki kurulması mühendisliği bilim temelli bir yapıdan çıkarmıştır. Uygulamalar sonunda ise katılımcılar, temelde problem çözme süreçlerini içeren mühendisliği daha kapsamlı ve bütünsel olarak tanımlamışlardır. Bu tanımlamalarda katılımcılar mühendisliği, özellikle üretim ve gelişim odaklı, bilimsel bilgilere dayalı, insan ihtiyaçlarını temele alan ve yaratıcılık becerilerini içerisinde barındıran bir kavram olarak ele almışlardır. Mühendislik tasarım süreci temelinde bilimsel yöntemlerden yararlanan bir disiplin olarak mühendisliği, ürün oluşturan, insan sorunlarına çözüm üreten ve inovasyon odaklı olarak değerlendirmişlerdir. Uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde yer alan mühendisliğin ölümsüzlüğü araştırın ve

simyayı yöntem olarak kullanan bir yapıda olduğu ifadelerine uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmamıştır. Bu bağlamda, uygulanan etkinliklerin tasarım ve ürün odaklı yapısının katılımcıların mühendisliğe yönelik tanımlamalarını geliştirdiği ve bu tanımlamalarda bilim dışı söylemlerin yer almadığı söylenebilir.

Tablo 4.25'e göre uygulama öncesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının teknoloji kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında insan ihtiyaçlarını karşılamak, yeni icatlar, yaşamı kolaylaştırmak, bilim, bilgi, insan çabası ve alt disiplin kodlarının yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, yöntem alt temasında tasarım ve araştırma çalışma alanı alt temasında ise yeni ürünler oluşturma kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının teknoloji kavramı tanımlamalarında içerik alt temasında insan ihtiyaçlarını karşılamak, yeni icatlar, yaşamı kolaylaştırmak, teknolojik araçlar, yenilik, fen ve mühendisliğin uygulaması ve yaratıcılık kodlarının yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, yöntem alt temasında tasarım ve bilimsel yöntemler, çalışma alanı alt temasında ise yeni ürünler, yazılımlar, yeni araçlar ve inovasyon kodlarının bulunduğu anlaşılmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede F6 rumuzlu katılımcı teknoloji kavramı ile ilgili olarak söylemlerinde *“Teknoloji denilince aklıma gelen ilk şey yeni icatlar... Telefonlar ve robotlar gibi.”* (içerik-yeni icatlar) *“İnsanların ihtiyaçlarına göre değişiklik gösteren bilimin bir alt disiplindir.”* (içerik-insan ihtiyaçlarını karşılamak ve alt disiplin) *“Genel olarak araştırma yaparlar. Çünkü ihtiyaç duyulan ortaya çıkarma görevi söz konusu...”* (yöntem-araştırma) *“Teknolojinin çalışma alanı tamamen yeni ürünler ortaya çıkarmaktır. Neredeyse her gün yeni bir teknoloji ortaya çıkıyor. Biz de bunları pahalı olsa da kullanıyoruz.”* (çalışma alanı-yeni ürünler) ifadelerini kullanmıştır. Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmede ise aynı katılımcı teknoloji kavramı ile ilgili olarak söylemlerinde şu ifadeler yer vermiştir: *“Teknoloji iki şeye hizmet ediyor. İlki bizim ihtiyaç duyduğumuz şeyleri karşılamak...”* (içerik-insan ihtiyaçlarını karşılamak) *“İkincisi de tam ihtiyaç duymasak da ihtiyaç duyabileceğimiz şeyleri yapmak... Örnek verecek olursak ... telefonlarda iki ekran tipi var. Birisi diğerinden daha büyük. İkisi de aynı işe yarıyor ama büyük olanda video izlemek daha kolay.”* (içerik-yaşamı kolaylaştırmak) *“Teknoloji tek başına olan bir şey değil... Daha çok fen ve mühendislik alanlarının uygulaması gibi... Bu iki alanı kullanarak teknoloji üretilebilir... Şöyle bir örnek verebilirim: Grup olarak yaptığımız su saatinde dönme periyotlarını hesapladık burada fizik kullandık, bunun tasarımını yaparken de mühendislikten yararlandık. Bunları kullanmasaydık su saatini yapamazdık.”* (içerik-fen ve mühendisliğin uygulaması) *“... Dediğim gibi teknoloji tek başına bir alan değil. Hem feni hem*

de mühendisliği kullanıyor. O nedenle bunların yöntemlerini de kullanır... Spesifik olarak belirtecek olursam bilimde kullanılan yöntemlerin hepsini kullanıyor.” (yöntem-bilimsel yöntemler) *“Teknoloji ile uğraşanlar yeni ürünler üretirler.”* (çalışma alanı-yeni ürünler) *“... Bu ürünlerin üretilmesi yoktan var olması demek değil. Benim bildiğim böyle ilk defa çıkan bir ürün yok. Hep var olan bir şeyi değiştirerek üretiyorlar. Bu telefon örneğinde verdiğim gibi. Önce küçük ekranlar çıktı sonra geliştirip büyük ekranlı telefonları yaptılar.”* (çalışma alanı-inovasyon).

Teknoloji kavramı ile ilgili olarak öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerden farklı olarak, teknolojik araçlar, yenilik, fen ve mühendisliğin uygulaması, yaratıcılık, (içerik) bilimsel yöntemler, (yöntem) yazılımlar, yeni araçlar ve inovasyon (çalışma alanı) kodları ortaya çıkmıştır. İnsan ihtiyaçlarını karşılamak, yeni icatlar, yaşamı kolaylaştırmak, (içerik) tasarım (yöntem) ve yeni ürünler (çalışma alanı) kodlarına hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde rastlanmıştır. Uygulama öncesinde katılımcıların genellikle teknoloji kavramı ile insan ihtiyaçlarını ve cep telefonu gibi teknolojik ürünleri ilişkilendirdikleri görülmektedir. Katılımcılar uygulamalar sonrasında ise teknoloji kavramını yaratıcılık içeren, fen ve mühendisliği temeline alan bir yapıda değerlendirmişlerdir. Bu alanda, bilimsel ve tasarım temelli yöntemlerin kullanıldığı vurgusunu yapmışlar ve kavramı daha çok yenilik üzerine kurulu üretim ve inovasyon çalışma alanları ile ilişkilendirmişlerdir. Bu bağlamda, uygulanan etkinliklerin katılımcıların teknolojiye yönelik farkındalıklarına katkı sağladığı, teknolojiyi diğer disiplinlerden yararlanan bir alan olarak tanımlamaya başladıkları ifade edilebilir. Buna ek olarak teknolojinin insan ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir alan olduğu düşüncesinin uygulama sonrasında da değişmediği söylenebilir.

Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen bulgular genel olarak incelendiğinde özellikle bilim, fen, mühendislik ve teknolojiye ilişkin farkındalıklarının ve bu kavramları tanımlarken kullandıkları kavram çeşitliğinin arttığı anlaşılabılır. Buna ek olarak bahsi geçen bu dört kavram için uygulamadan sonra kavramların doğasına daha yakın tanımlamalar yaptıkları söylenebilir. Ancak, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında matematik kavramına ilişkin tanımlamalarının NAE ve NRC (2009) tarafından belirtilen matematik tanımı ile karşılaştırıldığında kavramın doğasına daha sınırlı düzeyde yaklaştığı ifade edilebilir. Uygulama öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde bilim, fen, matematik,

mühendislik ve teknolojiye yönelik tanımlamalarda göze çarpan bir diğer nokta ise tanımlamaların hemen hemen hepsinde insanın ihtiyaçlarını karşılama ve yaşamı kolaylaştırma vurgusunun yapılmasıdır. Bu durum, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknolojiyi insanlığa hizmet eden araçlar olarak değerlendirdikleri olarak yorumlanabilir.

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji kavramlarını tanımlamalarını nasıl etkilediği karşılaştırıldığında genel olarak şu değerlendirmeler yapılabilir: Bilim kavramına yönelik olarak hem Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin hem de Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama sonrasında kullandıkları kavramlar bilimin doğasına daha uygun kavramlardır. Ancak uygulama sonrasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kullandıkları kavramlar Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kullandıkları kavramlara göre daha çeşitlidir. Uygulama sonrasında her iki çalışma grubu da söylemlerinde bilimin bütünselliği, bilimsel süreçler ve bilimin insan ürünü olması gibi ifadeler yer vermiş, bilimi fen odaklı tanımlamaktan ziyade sosyal bilimler de dahil olmak üzere evrendeki her şeyi inceleyen bir alan olarak ifade etmişlerdir. Fen kavramına yönelik olarak hem Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin hem de Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama sonrasında kullandıkları kavramlar bir bilim dalı olarak feni daha çok tanımlamaktadır. Uygulama öncesinde her iki çalışma grubu için daha çok fizik, kimya ve biyoloji alanlarında sınırlı olarak tanımlanan fen kavramı, uygulamalar sonrasında diğer disiplinleri de içeren bir yapıya bürünmüş, bu kavramın doğasında bulunan bilimsel bilgi türleri ve bilimsel yöntemler gibi süreçler kavram tanımlarına eklenmiştir. Bir diğer öne çıkan bulgu fenin yönteminin yalnızca deney ve gözlemi kapsayan yapıdan çıkıp bilimsel yöntemleri içeren bir yapıya bürünmesidir. Matematik kavramına ilişkin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama sonrasında kullandıkları ifadeler değerlendirildiğinde ise her iki çalışma grubu için sınırlı düzeyde bir gelişim gözlenmiştir. Mühendislik kavramına yönelik iki çalışma grubundaki değişim incelendiğinde ise ürün ve tasarım odaklı etkinliklere dayalı uygulamaların etkisinin açıkça ortaya çıktığı ifade edilebilir. Mühendislik ve problem çözme ilişkisi tanımlarda net bir şekilde belirtilmiş ve mühendislik tasarım süreci vurgusu katılımcı ifadelerine yansımıştır. Mühendisliğin inovasyon ve üretim odaklı yapısı katılımcılar tarafından keşfedilmiştir. Özetle mühendislik katılımcılar için bir meslek olmaktan çok bir disiplin olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Teknoloji tanımlamalarına yönelik olarak ise her iki çalışma grubunun farkındalığı artmış, teknoloji diğer

disiplinlerin bir uygulama alanı olarak katılımcılar tarafından kabul görmeye başlamıştır. Yeni araçların üretilmesi ve inovasyon iki çalışma grubu tarafından da teknolojinin çalışma alanı olarak değerlendirilmiştir. Tüm bunlara ek olarak, öğretmen adaylarının hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası tanımlamalarında özellikle bilim, fen, mühendislik ve teknoloji kavramlarına ilişkin insan ihtiyaçlarını karşılama ve yaşamını kolaylaştırma gibi insan gereksinimleri odaklı ifadeler yer vermeleri öne çıkmaktadır. Benzer ifadeler Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tanımlamalarında sınırlı düzeyde yer almaktadır.

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomiye yönelik tanımlamalarına etkisine ilişkin bulgular

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulanmasından önce ve sonra gerçekleştirilen görüşmelerde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi kavramına yönelik tanımlamaları betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi kavramına ilişkin tanımlamaları, araştırma alanı, araştırma, bilim dalı, gök cisimleri ve araçlar alt temaları altında toplanmıştır. Bu alt temalar katılımcıların söylemlerinde yer verdikleri ifadelerle göre sınıflandırılmıştır. Araştırma alanı alt teması, katılımcıların astronominin çalışma alanına yönelik değerlendirmelerini, araştırma alt teması katılımcılara göre astronomi kapsamında gerçekleştirilen araştırmaları, bilim dalı alt teması katılımcıların astronomiyi bilim ile ilişkilendirmelerini, gök cisimleri alt teması katılımcıların astronomi tanımlamalarında yer verdikleri gök cisimlerini ve araçlar alt teması ise katılımcılara göre astronomi biliminde kullanılan araçları kapsamaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra astronomi kavramına ilişkin tanımlamalarını içeren bulgular Tablo 4.26'da sunulmuştur.

Tablo 4.26

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Astronomi Kavramına İlişkin Tanımlamaları

	Astronomi				
	Alt Tema				
	Araştırma Alanı	Araştırma	Bilim Dalı	Gök Cisimleri	Araçlar
Uygulama Öncesi	Evren ve Uzay	Uzayı keşfetmek, Evreni keşfetmek ve Güneş sistemi dışı yaşam	Gök bilimi, Uzay bilimi ve Gözleme dayalı bilim	Gezegenler, Yıldızlar, Güneş ve Kara delikler	Teleskoplar
Uygulama Sonrası	Evren, Uzay, Görünen evren ve Sonsuzluk	Uzayı keşfetmek, Evreni keşfetmek, Güneş sistemi dışı yaşam, Mars'ta yaşam ve Uzayda bilim	Gök bilimi, Gözleme dayalı bilim ve Teknolojiye dayalı bilim	Gezegenler, Yıldızlar, Güneş, Kara delikler, Galaksiler, Kuyruklu yıldızlar, Asteroidler, Süper novalar ve Nötron yıldızları	Teleskoplar, Uzay araçları ve Roketler

Tablo 4.26'ya göre uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi kavramı tanımlamalarında araştırma alanı alt teması evren ve uzay, araştırma alt teması uzayı keşfetmek, evreni keşfetmek ve güneş sistemi dışı yaşam, bilim dalı alt teması gök bilimi, uzay bilimi ve gözleme dayalı bilim, gök cisimleri alt teması gezegenler, yıldızlar, Güneş ve kara delikler ve araçlar alt teması teleskoplar kodlarından oluşmaktadır. Uygulama sonrasında katılımcıların astronomi kavramı tanımlamalarında ise araştırma alanı alt temasında evren, uzay, görünen evren ve sonsuzluk, araştırma alt temasında uzayı keşfetmek, evreni keşfetmek, güneş sistemi dışı yaşam, Mars'ta yaşam ve uzayda bilim, bilim dalı alt temasında gök bilimi, gözleme dayalı bilim ve teknolojiye dayalı bilim, gök cisimleri alt temasında gezegenler, yıldızlar, Güneş, kara delikler, galaksiler, kuyruklu yıldızlar, asteroidler, süper novalar ve nötron yıldızları ve araçlar alt temasında teleskoplar, uzay araçları ve roketler kodları yer almaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede B2 rumuzlu katılımcı astronomi kavramı ile ilgili olarak “*Astronomi gök bilimidir.*” (bilim dalı-gök bilimi) “... *Gökyüzünü inceleyenler teleskopları kullanırlar.*” (araçlar-teleskop) “*Astronominin görevi evreni keşfetmek...*” (araştırma-evreni keşfetmek) “... *ve diğer yıldızlarda yaşam var mı yok mu bulmaktır.*” (araştırma-güneş sistemi dışı yaşam) ifadelerini kullanmıştır. Aynı katılımcının uygulamalardan sonra astronomi kavramı ile ilgili söylemleri ise şu şekildedir: “*Astronomi gök bilimidir.*” (bilim dalı-gök bilimi) “*Astronomlar evrenin*

bilinmeyen yerlerini araştırabilmek için...” (araştırma-evreni keşfetmek) “... teleskopları kullanırlar. Ama bizim yaptığımız gibi bu teleskoplar yeryüzünde değil sadece uzayda da teleskoplar var...” (araçlar-teleskoplar) “... Bu teleskopları kullanarak diğer yıldızları izliyorlar... Etrafında yaşam olan bir gezegen arıyorlar.” (araştırma-güneş sistemi dışı yaşam) “... Bazıları da bu gezegenlerde nasıl yaşarız diye araştırıyor... Önce Mars’a gidecekler orda yaşam var mı yok mu, ya da yaşanır mı diye araştırıyorlar.” (araştırma-Mars’ta yaşam).

Astronomi kavramı ile ilgili olarak, öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde, görünen evren, sonsuzluk, (araştırma alanı) Mars’ta yaşam, uzayda bilim, (araştırma) teknolojiye dayalı bilim, (bilim dalı), kuyruklu yıldızlar, asteroidler, süper novalar, nötron yıldızları, (gök cisimleri) uzay araçları ve roketler (araçlar) kodlarının ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Evren, uzay, (araştırma alanı) uzayı keşfetmek, evreni keşfetmek, güneş sistemi dışı yaşam, (araştırma) gök bilimi, uzay bilimi ve gözleme dayalı bilim, (bilim dalı) gezegenler, yıldızlar, Güneş, kara delikler (gök cisimleri) ve teleskoplar (araçlar) kodlarına son görüşmede de rastlanmıştır. Bu bulgulara göre katılımcıların hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında astronomi kavramını tanımlarken kavramın doğasına yakın tanımlar yaptıkları söylenebilir. Buna ek olarak uygulanan etkinlikler her bir alt tema için katılımcıların kullandıkları kavramları çeşitlendirmiştir. Uygulama sonrasında katılımcılar, astronomi konusunda gerçekleştirilen çalışmaların farkına varmışlar, farklı gök cisimlerini keşfetmişler ve astronomi alanında kullanılan araçları, teleskoplar dışındaki uzay araçları ve roketler gibi teknolojik ürünlerle ilişkilendirmişlerdir.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi kavramına ilişkin tanımlamaları, araştırma alanı, araştırma, bilim dalı, sözde bilim, gök cisimleri ve araçlar alt temaları altında toplanmıştır. Bu alt temalar katılımcıların söylemlerinde yer verdikleri ifadelerle göre sınıflandırılmıştır. Araştırma alanı alt teması, katılımcıların astronominin çalışma alanına yönelik değerlendirmelerini, araştırma alt teması katılımcılara göre astronomi kapsamında gerçekleştirilen araştırmaları, bilim dalı alt teması katılımcıların astronomiyi bilim ile ilişkilendirmelerini, sözde bilim alt teması astronominin katılımcılar tarafından bilimin özelliklerini taşımayan nitelikler ile ilişkilendirilmesini, gök cisimleri alt teması katılımcıların astronomi tanımlamalarında yer verdikleri gök cisimlerini ve araçlar alt teması ise katılımcılara göre astronomi biliminde kullanılan araçları kapsamaktadır. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra astronomi kavramına ilişkin tanımlamalarını içeren bulgular Tablo 4.27’de sunulmuştur.

Tablo 4.27

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Astronomi Kavramına İlişkin Tanımlamaları

	Astronomi					
	Alt Tema					
	Araştırma Alanı	Araştırma	Bilim Dalı	Sözde Bilim	Gök Cisimleri	Araçlar
Uygulama Öncesi	Evren ve Uzay	Gök cisimlerini keşfetmek, Uzayı keşfetmek ve Evreni tanımlayabilmek	Gök bilimi, Uzay bilimi, Gözleme dayalı bilim	Burçlar, Geleceği tahmin etmek, Astroloji ve Gök cisimlerinin insan yaşamına etkisi	Yıldızlar, Gezegenler ve Galaksiler	Teleskoplar
Uygulama Sonrası	Evren ve Uzay	Gök cisimlerini keşfetmek, Uzayı keşfetmek, Evreni keşfetmek, Evrenin oluşumu, Gök cisimlerinin hareketleri, Gök cisimleri arasındaki ilişki ve Güneş sistemi dışı yaşam	Gök bilimi, Uzay bilimi, Gözleme dayalı bilim Fen bilimi ve Evren bilim	Burçlar ve Astroloji	Yıldızlar, Gezegenler, Galaksiler, Uydular, Kara delikler, Yaşanabilir gezegenler ve Asteroidler	Teleskoplar, Uzay araçları ve Roketler

Tablo 4.27'ye göre uygulama öncesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi kavramı tanımlamalarında araştırma alanı alt teması evren ve uzay, araştırma alt teması gök cisimlerini keşfetmek, uzayı keşfetmek ve evreni tanımlayabilmek, bilim dalı alt teması gök bilimi, uzay bilimi, gözleme dayalı bilim, sözde bilim alt teması burçlar, geleceği tahmin etmek, astroloji ve gök cisimlerinin insan yaşamına etkisi, gök cisimleri alt teması yıldızlar, gezegenler ve galaksiler ve araçlar alt teması teleskoplar kodlarından oluşmaktadır. Uygulama sonrasında katılımcıların astronomi kavramı tanımlamalarında ise araştırma alanı alt temasında, evren ve uzay, araştırma alt temasında gök cisimlerini keşfetmek, uzayı keşfetmek, evreni keşfetmek, evrenin oluşumu, gök cisimlerinin hareketleri, gök cisimleri arasındaki ilişki ve Güneş sistemi dışı yaşam, bilim dalı alt temasında gök bilimi, uzay bilimi, gözleme dayalı bilim, fen bilimi ve evren bilim, sözde bilim alt temasında burçlar ve astroloji, gök cisimleri alt temasında yıldızlar, gezegenler, galaksiler, uydular, kara delikler, yaşanabilir gezegenler ve asteroidler ve araçlar alt temasında teleskoplar, uzay araçları ve roketler kodları yer almaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmede F4 rumuzlu katılımcı astronomi kavramı ile ilgili olarak “*Astronomi evren ile ilgilidir.*” (araştırma alanı-evren) “... *Astronomi yıldızlara göre insanın gelecekte yaşayacaklarını inceler.*” (sözde bilim-gök cisimlerinin insan yaşamına etkisi) “... *Burada hangi burç olduğumuz önemli... Burcumuza göre gezegenlerin hareketleri karakterimizi belirler...*” (sözde

bilim-burçlar) ifadelerini kullanmıştır. Aynı katılımcının uygulamalardan sonra astronomi kavramı ile ilgili söylemleri ise şu şekildedir: *“Her şeyin kendine özgü bir alanı var. Mesela bitkilerle botanik bilimi ilgilenir. Evren ile de astronomi bilimi ilgilidir...”* (araştırma alanı-evren) *“Yani astronomi evren ile uğraşır... Kısaca evrenin bilimidir diyebilirim.”* (bilim dalı-evren bilim) *“... Evren çok geniş, zihnimiz o büyüklüğü çok algılayamıyor. Astronomi de anlayamadığımız böyle şeyleri keşfetmemizi sağlıyor.”* (araştırma-evreni keşfetmek) *“Bilim insanları evrenin tam bilmediğimiz yerlerine keşif araçları gönderiyor. Bunlarla bilgi topluyorlar.”* (araçlar-uzay araçları).

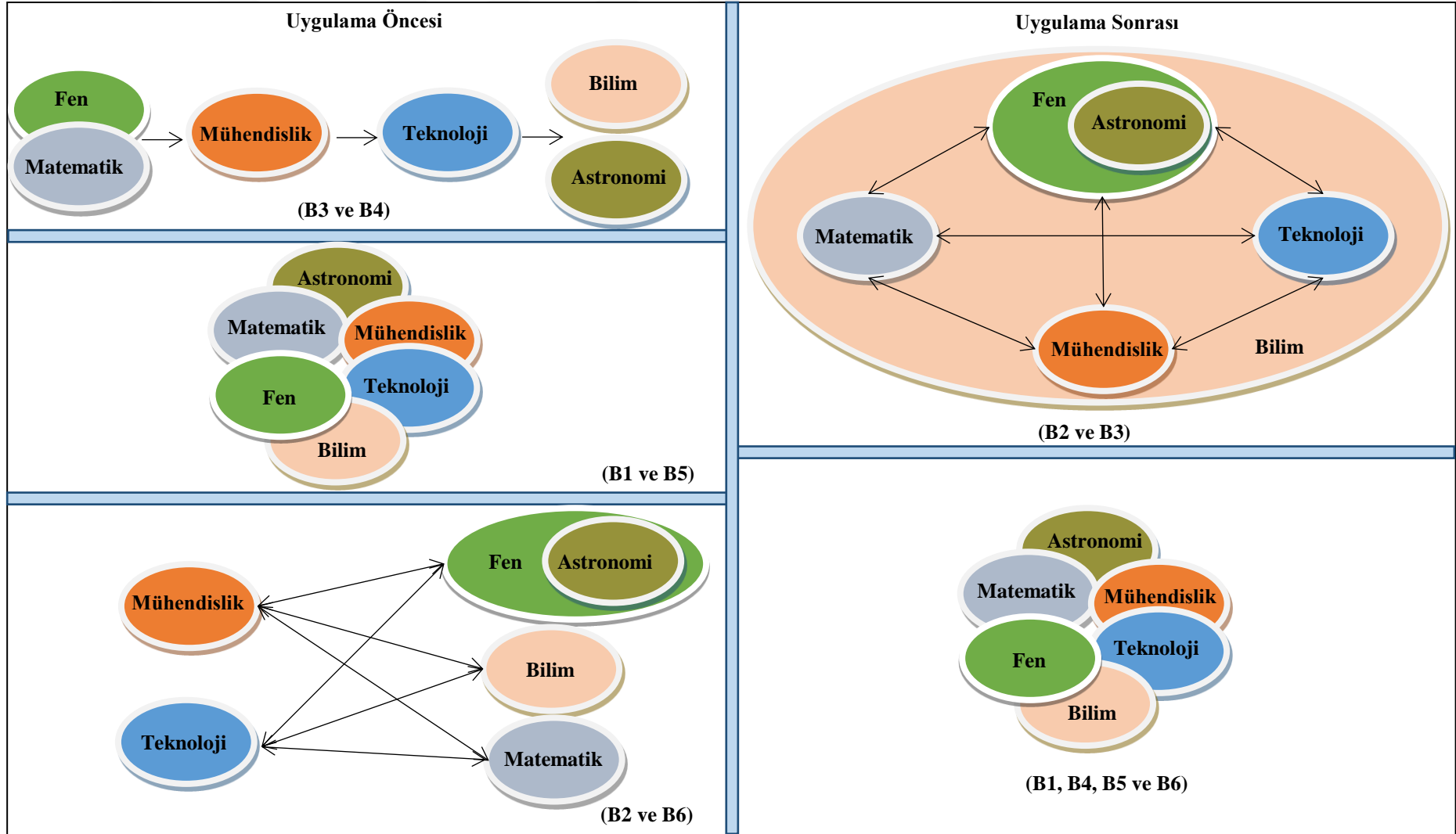
Astronomi kavramı ile ilgili olarak, öne çıkan bulgular incelendiğinde, katılımcılarla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde, evreni keşfetmek, evrenin oluşumu, gök cisimlerinin hareketleri, gök cisimleri arasındaki ilişki, güneş sistemi dışı yaşam, (araştırma) fen bilimi ve evren bilim, (bilim dalı) uydular, kara delikler, yaşanabilir gezegenler, asteroidler, (gök cisimleri) uzay araçları ve roketler (araçlar) kodlarının ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Evren, uzay, (araştırma alanı) gök cisimlerini keşfetmek, uzayı keşfetmek, (araştırma) gök bilimi, uzay bilimi, gözleme dayalı bilim (bilim dalı) burçlar, astroloji, (sözde bilim) yıldızlar, gezegenler, galaksiler (gök cisimleri) ve teleskoplar (araçlar) kodlarına son görüşmelerde de rastlanmıştır. Bu bulgulara göre katılımcıların hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında genellikle astronominin kavramsal içeriğine uygun tanımlamalar yaptıkları ifade edilebilir. Ancak sözde bilim teması altında bulunan astroloji ile ilişkili kodlara hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrasında rastlanmıştır. Bu durum, bazı katılımcıları astroloji ve astronomi kavramlarının ayrımını tam olarak yapamamalarından kaynaklı olabilir. Buna ek olarak uygulanan etkinlikler her bir alt tema için katılımcıların kullandıkları kavramları çeşitlendirmiştir. Uygulama sonrasında astronomi alanında Güneş sistemi dışında yaşam ve evrenin oluşumu gibi araştırmaları ve farklı gök cisimlerini keşfetmişler ve astronomide kullanılan teknolojik araçların farkına varmışlardır.

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi tanımlamalarını nasıl etkilediği karşılaştırıldığında genel olarak şu değerlendirmeler yapılabilir: Astronomi kavramı tanımlamaları her iki çalışma grubu için de uygulama sonrasında özellikle araştırma alanları, bir bilim dalı olarak astronomi, gök cisimleri ve astronomide kullanılan araçlar göz önünde bulundurulduğunda gelişim göstermiştir. Bunun yanında, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin uygulama öncesi ve uygulamadan astronomiye yönelik söylemlerinde sözde bilim (astroloji) içeriği bulunmamaktadır. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının

söylemlerinde ise uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde azalmasına karşın sözde bilim içeriğine sahip ifadeler yer almıştır. Astronominin araştırma alanları, bir bilim dalı olarak astronomi, gök cisimleri ve astronomide kullanılan araçlar gibi nitelikler, katılımcıların uygulama sürecinde öğrendikleri veya ilgi duyarak bilgi edindikleri içerikler ile gelişme göstermiş olduğu düşünülmektedir.

4.2.2.2. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramları arasında ilişki kurmalarına etkisine ilişkin bulgular

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarını ilişkilendirmelerini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmeler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Betimsel analiz sonucunda oluşturulan örüntüler, bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler göz önünde bulundurularak görselleştirilmiştir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik ilişkilendirmelerini içeren bulgular Şekil 4.1’de sunulmuştur.



Şekil 4.1 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik ilişkilendirmeleri

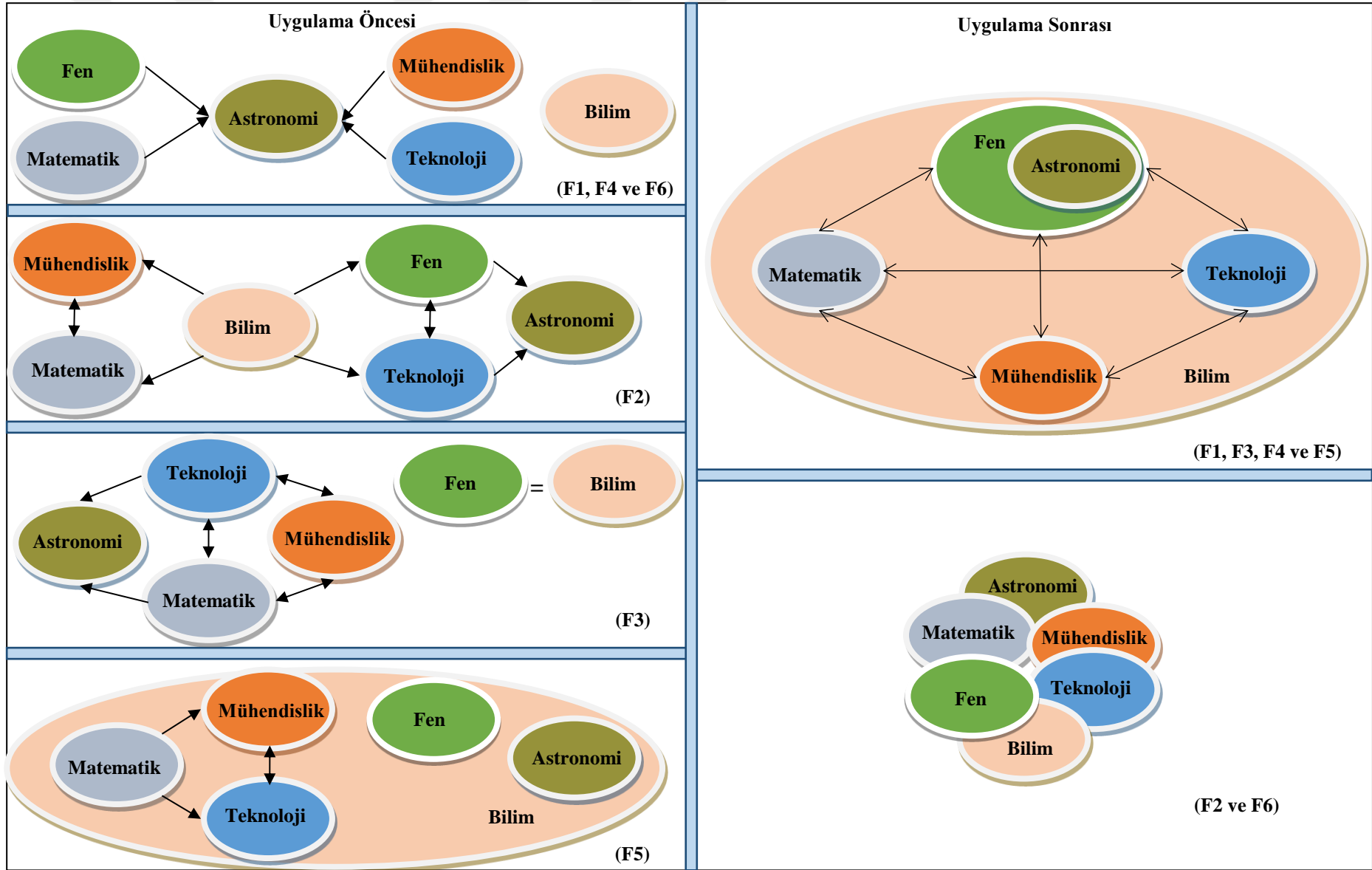
Şekil 4.1 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin uygulama öncesinde bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik ilişkilendirmelerinin üç farklı şekilde, uygulama sonrasında ise bu kavramlara yönelik ilişkilendirmelerin iki farklı şekilde gruplandığı görülmektedir.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde B3, B1 ve B2 rumuzlu katılımcılar bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramları arasındaki ilişkiye yönelik şu ifadeleri kullanmışlardır: B3: *“Hepsi birbirinin çok benzeri alanlar... Aralarında bence şöyle bir bağlantı var... Matematik ve fen birlikte mühendisler yetiştiriyor. O mühendisler teknolojiyi geliştiriyor. Teknoloji de bilim insanlarının bilimi ilerletmesinde fayda sağlıyor... Matematik ve fen dediğim gibi mühendisler yetiştiriyor. Mühendislik mesela teleskopları geliştiriyor. Bu teknolojik aletlerle astronomlar uzayı inceliyor.”*, B1: *“Bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi birbiriyle bir bütün. Çünkü sanki birbirleri için çok önemliler. Mesela biri olmazsa diğeri de olmayacakmış gibi.”* ve B2: *“Şimdi iki grup var. Teknoloji ve mühendislik bir grup. Fen, bilim, matematik bir grup. Bu gruplardakiler diğer gruptakilerle karşılıklı besleniyorlar... Bir gruptakiler diğer gruptakiler olmadan gerilerler... Astronomi de fen, bilim ve matematiğin olduğu grupta ama astronomi fenin alt dalı...”*. Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde ise B3 ve B5 rumuzlu katılımcılar bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramları arasındaki ilişkiye yönelik sırası ile şu ifadeleri kullanmışlardır: B3: *“Bilim hepsini kapsayan en genel şey. Hepsinin birbiriyle ilişkisi var. Mesela, teknoloji gelişmedikçe fenin gelişmesi pek de söz konusu değil. Fen geliştikçe de teknoloji de gelişir... Teknolojinin belli bir noktaya gelmesi gerekiyor. Teknolojinin gelişmesi için de mühendisliğin gelişmesi lazım. Mühendisliği destekleyen şey de matematik temelde... En çok ilişkili alan diye bir şey aslında söz konusu değil çünkü hepsi birbirini destekliyor... Bunların içinde astronomi fenin içinde. Diğer fen bilimleri gibi...”* ve B5: *“Bunların hepsi çorba gibi bir şey. Birbirinden ayırmak imkansız. Biri eksik olursa tam olmazlar... Farklı olarak isim vermemizin sebebi, kendi alanlarına özgü çalışmaları. Mesela bir kişi fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronominin hepsinde çalışsa çok derin bilgiler edinemeyebilir. Buna zamanı yetmez.”*

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarını ilişkilendirmeleri ile ilgili olarak, öne çıkan bulgular incelendiğinde, uygulama öncesinde B3 ve B4 rumuzlu öğrencilerin disiplinleri birbirini destekleyen doğrusal bir yapıda değerlendirdikleri anlaşılmaktadır. Bu katılımcılar için fen ve matematik, mühendisliğin temelini oluşturmaktadır. Mühendislik, teknolojiyi ve teknoloji de bilim ve

astronomiyi destekleyerek zincir benzeri bir yapı oluşturmuştur. B1 ve B5 rumuzlu katılımcılar için bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi birbirinden ayrılmaz bir bütünün parçaları olarak düşünülmektedir. B2 ve B6 rumuzlu katılımcılar ise ilgili kavramlar için iki temel grup ve bunlar arasındaki etkileşimi ilişkilendirmelerinde kullanmışlardır. Mühendislik ve teknoloji ve bilim, fen, fenin alt disiplini olarak astronomi ve matematik bu iki temel grubu oluşturmuştur. Uygulama sonrasında ise B3 ve B2 rumuzlu katılımcılar, fen, fenin alt disiplini olarak astronomi, matematik, mühendislik ve teknolojiyi birbiri ile ilişkili olarak tanımlamış ve bu alanları bilimin kapsamında değerlendirmişlerdir. B1, B4, B5 ve B6 rumuzlu katılımcılar ise bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarını bir bütünün parçaları olarak ifade etmişlerdir. Genel olarak değerlendirildiğinde B1 ve B5 rumuzlu katılımcıların bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarını ilişkilendirmeleri uygulama öncesi ve sonrasında değişmemiş, B2, B3, B4 ve B6 rumuzlu katılımcıların ilgili kavramlara yönelik ilişkilendirmeleri uygulama sonrasında daha bütünsel bir yapıya dönüşmüştür.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik ilişkilendirmelerini içeren bulgular Şekil 4.2’de sunulmuştur.



Şekil 4.2 Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik ilişkilendirmeleri

Şekil 4.2 incelendiğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarına yönelik ilişkilendirmelerinin dört farklı şekilde, uygulama sonrasında ise bu kavramlara yönelik ilişkilendirmelerin iki farklı şekilde gruplandığı görülmektedir.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde F1, F2, F3 ve F5 rumuzlu katılımcılar bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramları arasındaki ilişkiye yönelik şu ifadeleri kullanmışlardır: F1: *“Bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknolojiyi düşünürsek bunların hepsi birerinden farklı... Çünkü hepsinin amacı farklı... Astronomiyi düşünürsek fen, matematik, mühendislik ve teknolojiden destek alıyor... Örneğin Ay’ı incelemek için ilk önce mühendislikten faydalanılıyor, yani bir teknoloji gerekiyor. Daha sonra o teknolojiyle orada bir takım çalışmalar yapılıyor. O çalışmalar mesela taş inceleniyor. İçinde ne gibi kimyasallar var? Su var mı? ... Teleskoplar için matematik ve mühendislik gerekiyor...”*, F2: *“Mühendislikte mesela bir bina yapılacak diyelim. Matematiği kullanmadan onun tasarımını yapamazlar ya da ölçümleri falan yapılamaz. Fen ile teknoloji de insanların hayatı için var. Bu alanlar ikili olarak bağlantılı. Hepsi de bilime bağlı. Bilim bu dört alanı sürekli destekliyor... Astronomi fen ve teknolojiden destek alıyor. Newton yasaları olmadan astronomi olmaz. Teleskop olmadan astronomi yapılmaz.”*, F3: *“Teknoloji, matematik ve mühendislik arasında sürekli bilgi alış verişi var... Mesela matematikte bir şey bulunuyor. Bunu mühendisler kullanıyor. Mühendislerin ürettiği bilgiler de teknolojide işe yarıyor. Yeni teknoloji çıkıyor. Mühendisler bunlarla bina yapıyor... Fen ve bilim aynı şey... İkisi de İngilizcede science demek. Bunlar diğerlerinden bağımsız kendi başına.”* ve F5: *“Fen biraz daha temel bilimlerle alakalıdır. Matematik kendi başlı başına ayrı bir şey, diğerlerinden yardım almaz diğerlerine yardım eder. Mühendislikte bir ürünü ortaya koyacağın zaman matematiği ortaya koyarsın, daha sonra teknoloji ortaya çıkar. Matematik teknolojiyi de geliştirir. Aynı zamanda teknolojiyi kullanarak mühendislik ortaya çıkabilir. Sürekli bir döngü içerisinde... Fen ve astronomi ayrı alanlar... Bilim de bunların hepsidir.”* Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde ise F5 ve F2 rumuzlu katılımcılar bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramları arasındaki ilişkiye yönelik sırası ile şu ifadeleri kullanmışlardır: F5: *“Hepsi birbiri ile ilişkilidir. Fen neyi nasıl yapacağımızı anlatır, matematik onları sayılara realiteye döker. Mühendislik psikomotor becerilerini kullanarak daha somut hale dönüştürür. Teknoloji bunları tamamlar. Bunların hepsi bilimin bir parçasıdır... Astronomi fenin bir paçası olduğu için diğerleri ile aynı şekilde ilişkilidir.”* ve F2: *“ ... Şöyle bir şeye benzetebilirim: Mesela, Teleskop... Mercekleri var.*

Bunlar fizik yani fen. Bunun büyütmesini hesaplayabiliyoruz. Bu da matematik. Bunu tasarlamak... tüpünün uzunluğunu göre oluşturmak mühendislik. Teleskobun kendisi teknoloji. Bununla yaptığımız gözlem de astronomi... Gözleme bulduğumuz da bilim. Birini çıkarırsak hepsi bozulur... Hepsi birbirinin parçası.”

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarını ilişkilendirmeleri ile ilgili olarak, öne çıkan bulgular incelendiğinde, uygulama öncesinde F1, F4 ve F6 rumuzlu katılımcıların bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji alanlarını birbirinden farklı ve ilişkisiz bir yapıda düşündükleri, astronomiyi ise fen, matematik, mühendislik, teknoloji alanlarından destek alan bir formda değerlendirdikleri anlaşılmaktadır. F2 rumuzlu katılımcı ise mühendislik ve matematiği ve fen ve teknolojiyi birbirlerini karşılıklı olarak etkileyen, bilimi ise bu dört alanı tek yönlü olarak destekleyen bir yapıda değerlendirmiştir. F2 rumuzlu katılımcı astronomi için ise fen ve teknolojiden destek alan bir alan değerlendirmesini yapmıştır. F3 rumuzlu katılımcı matematik, mühendislik, teknolojiyi birbirlerini karşılıklı olarak sürekli geliştiren bir döngü içerisinde tanımlamış, fen ve bilimi aynı kavramlar olarak ifade etmiş ve bu döngünün dışında değerlendirmiştir. Astronomi ise F3 rumuzlu katılımcı için matematik ve teknolojiden destek alan bir alandır. Uygulama sonrasında ise F1, F3, F4 ve F5 rumuzlu katılımcılar, fen, fenin alt disiplini olarak astronomi, matematik, mühendislik ve teknolojiyi birbiri ile karşılıklı ilişkili olarak değerlendirmiş ve bu alanları bilimin kapsamında düşünmüşlerdir. F2 ve F6 rumuzlu katılımcılar için ise bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi bir bütünün parçalarıdır. Genel olarak değerlendirildiğinde görüşme yapılan tüm öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomiye yönelik ilişkilendirmeleri uygulama sonrasında daha bütünsel bir yapıya dönüşmüştür.

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarını ilişkilendirmeleri nasıl etkilediği karşılaştırıldığında genel olarak şu değerlendirmeler yapılabilir: Eğitim süreçleri göz önünde bulundurulduğunda disiplinler arasındaki ilişkiler için ilişki düzeylerine göre disiplinler, multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner olmak üzere dört temel sınıflandırma bulunmaktadır (English, 2016; Ertas, Maxwell, Rainey ve Tanik, 2003; Vasquez ve diğerleri, 2013). Uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin alanlara yönelik ilişkilendirmeleri disiplinler, multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner yaklaşımlardan her birini içermektedir. Ağırlıklı olarak ise interdisipliner ve transdisipliner yaklaşımları alanları ilişkilendirirken

kullanmışlardır. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulamalar öncesindeki ilişkilendirmeleri benzer şekilde disiplinler, multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner yaklaşımları içermekte ancak ağırlıklı olarak disiplinler, multidisipliner, interdisipliner yaklaşımları içermektedir. Uygulamalar sonrasında ise her iki çalışma grubunun ilgili kavramlar için oluşturdukları örüntüler aynıdır. Oluşan bu örüntüler ya tamamı ile transdisipliner veya interdisipliner içeriğe sahip bir transdisipliner yapıya dönüşmüştür. Bu bağlamda etkinliklerin katılımcıların bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramlarını ilişkilendirmelerini bütünsel bir yapıya dönüştürdüğü söylenebilir. Bu bütünsel yapılarda alanların sınırları kesin olarak ayrılmamakta ve bu bütünsel yapı, alanlar arası geçişlerin gerçekleşebildiği şeffaf bir formdadır. Her iki çalışma grubu içinde alanlar bu bağlamda birbiri ile iç içedir ve karşılıklı olarak birbirlerinden etkilenmektedirler.

4.2.2.3. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgilerine etkisine ilişkin bulgular

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgilerini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmeler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Betimsel analiz sonucunda elde edilen bulgular tablolaştırılarak sunulmuştur. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgilerini içeren bulgular Tablo 4.28’de sunulmuştur.

Tablo 4.28

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknolojiye Yönelik İlgileri

	Katılımcı	İlgi Duyulan Alan				Kariyer Tercihi
		Fen	Matematik	Mühendislik	Teknoloji	
Uygulama Öncesi	B1	✓	✓	✓	✓	Bilgisayar mühendisi
	B2	✓	✓	✓	✓	Bilgisayar mühendisi
	B3	✓	-	-	-	Bilim insanı ve Astronot
	B4	✓	✓	✓	✓	Bilgisayar Mühendisi
	B5	✓	✓	✓	✓	Teknoloji Mühendisi
	B6	✓	-	✓	✓	Bilim insanı
Uygulama Sonrası	B1	✓	✓	✓	✓	Bilgisayar mühendisi ve Malzeme bilimi (Nanoteknoloji)
	B2	✓	✓	✓	✓	Bilgisayar mühendisi ve Bilim insanı
	B3	✓	✓	✓	✓	Bilim insanı, Astronot ve Doktor
	B4	✓	✓	✓	✓	Bilgisayar Mühendisi ve Astronom
	B5	✓	✓	✓	✓	Teknoloji Mühendisi ve Tasarımcı
	B6	✓	-	✓	✓	Bilim İnsanı

✓: İlgi duyulan alan - : İlgi duyulmayan alan

Tablo 4.28 incelendiğinde uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin B3 ve B6 rumuzlu katılımcılar dışında hepsinin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarına yönelik ilgi duydukları görülmektedir. B6 rumuzlu katılımcı yalnızca matematiğe ilgi duymazken, B3 rumuzlu katılımcı yalnızca fene ilgi duymaktadır. Katılımcıların uygulama öncesinde kariyer tercihleri incelendiğinde ise ağırlıklı olarak bilgisayar mühendisliği ve bilim insanı kariyerlerine yöneldikleri anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin B6 rumuzlu katılımcı dışında fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarına yönelik ilgi duydukları görülmektedir. B6 rumuzlu katılımcı yalnızca matematiğe ilgi duymamaktadır. Katılımcıların uygulama sonrasındaki kariyer tercihleri incelendiğinde ise bilgisayar mühendisliği, bilim insanı, nanoteknoloji, astronom ve tasarımcı gibi kariyerlere yöneldikleri anlaşılmaktadır.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde B1, B3 ve B4 rumuzlu katılımcılar fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarına yönelik şu ifadeleri kullanmışlardır: B1: “*Hepsi ilgimi çekiyor, nedeni ben bilimi çok severim. Bu dördü*

de bilime dayalı olduğu için hepsi ilgimi çekiyor. Mühendislikte bilgisayar mühendisi olmak isterdim çünkü bilgisayar çok ilgimi çekiyor.”, B3: *“Fen tek ilgimi çeken... Bilim insanı veya astronot olmak isterdim. Uzayı ve bilimi seviyorum. Uzayda deneyler yapmak isterdim.”* ve B4: *“Matematik ilgimi çekiyor... Fen ve matematik en sevdiğim derslerden... Fen çok ilgimi çekiyor... çok merak uyandırıyor bende... Teknolojiye bağımlıyız o olmazsa olmaz. Mühendislik çok güzel bir şey bence... Bilgisayar mühendisi olmak isterdim. Teknoloji alanında da bir şey olsaydım mesela özellikle yeni teknolojiyi geliştiren birileri ya da teknolojiye katkı sağlayan birileri olmak isterdim.”* Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde ise B2 ve B3 rumuzlu katılımcılar fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik sırası ile şu ifadeleri kullanmışlardır: B1: *“Dördüne de ilğim var. Ama bilgisayarlar ilgimi en çok çekiyor... Bir de geziye gittiğimiz laboratuvarda atomları gösteren mikroskoplar vardı... Hem bilgisayarları kullanıp hem de bilimle uğraşabileceğim bir meslek sanki... Nanoteknolojide çalışan biri olsam uzaya çıkan roketleri daha dayanıklı ve hafif yapmaya çalışırdım...”* ve B3: *“Hepsi ilginç aslında... Hepsinin birbiriyle ilişkisi var. Mesela, teknoloji ilerlemezse fenin gelişmesi pek de söz konusu değil... Birbirine bağlı olduklarından biriyle ilgilenince ister istemez diğerlerine de ilgi duyuyorum... Bilim insanı, astronot ya da doktor olmak isterdim. Ama en çok doktor... Çünkü hem doktorluk yapıp hem de bilim insanı olabilirim.”*

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgilerine ilişkin, öne çıkan bulgular incelendiğinde, uygulama öncesinde ilgilerinin B3 ve B6 rumuzlu katılımcılar dışında tüm alanlara yönelik bulunduğu, uygulama sonrasında ise B6 rumuzlu katılımcı dışında yine tüm alanları kapsadığı anlaşılmaktadır. Buna ek olarak, örneğin, B1 rumuzlu katılımcının uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmede uygulamaların merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan Araştırma Laboratuvarları Merkezi gezisine yönelik *“Bir de geziye gittiğimiz laboratuvarda atomları gösteren mikroskoplar vardı... Hem bilgisayarları kullanıp hem de bilimle uğraşabileceğim bir meslek sanki.”* ifadesi uygulamaların katılımcıların kariyer tercihlerine katkı sağladığına işaret etmektedir. Bu durum ve katılımcıların söylemlerinde nanoteknoloji ve tasarımcı gibi farklı meslek gruplarına yer vermeleri uygulama sonrasında katılımcıların mesleklere yönelik farkındalıklarının arttığına işaret etmektedir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgilerini içeren bulgular Tablo 4.29’da sunulmuştur.

Tablo 4.29

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknolojiye Yönelik İlgileri

Katılımcı	İlgi Duyulan Alan				Kariyer Tercihi	
	Fen	Matematik	Mühendislik	Teknoloji		
Uygulama Öncesi	F1	✓	✓	-	-	Biyolog ve matematikçi
	F2	✓	-	✓	-	Kimya mühendisi
	F3	-	-	-	✓	Öğretmen
	F4	✓	-	-	✓	Mikrobiyolog
	F5	✓	✓	-	✓	Öğretmen ve tüccar
	F6	✓	✓	-	✓	Teorik fizikçi
Uygulama Sonrası	F1	✓	✓	-	✓	Biyolog, matematikçi ve öğretmen
	F2	✓	-	✓	✓	Kimya mühendisi
	F3	✓	-	✓	✓	Öğretmen ve makine mühendisi
	F4	✓	✓	✓	✓	Mikrobiyolog ve öğretmen
	F5	✓	✓	✓	✓	Öğretmen ve tüccar
	F6	✓	✓	✓	✓	Teorik fizikçi ve öğretmen

✓: İlgi duyulan alan - : İlgi duyulmayan alan

Tablo 4.29 incelendiğinde uygulama öncesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının F3 rumuzlu katılımcı dışında fene, F2, F3 ve F4 rumuzlu katılımcılar dışında matematiğe, F1, F3, F4, F5 ve F6 rumuzlu katılımcılar dışında mühendisliğe ve F1 ve F2 rumuzlu katılımcılar dışında teknolojiye ilgi duydukları görülmektedir. Katılımcıların uygulama öncesinde kariyer tercihleri incelendiğinde ise yalnızca iki katılımcının öğretmenlik mesleğine ilgi duyduğu, bunun dışında biyolog, mikrobiyolog teorik fizik veya tüccarlık gibi kariyerlere ilgi duydukları anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında ise Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının her birinin fene ve teknolojiye, F2 ve F3 rumuzlu katılımcılar dışında matematiğe ve F1 rumuzlu katılımcı dışında mühendisliğe ilgi duydukları görülmektedir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama sonrasındaki kariyer tercihleri incelendiğinde ise makine mühendisliği mesleğinin kariyer tercihleri arasında yer aldığı ve öğretmenlik mesleğinin ağırlığının arttığı görülmektedir.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde F3, F4 ve F5 rumuzlu katılımcılar fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarına yönelik şu ifadeleri kullanmışlardır: F3: *“Feni çok sevmiyorum. Ben üniversiteyi kazandığım zaman*

eksi fizik netiyle geldim. Ona rağmen buradayım. Demek ki çok lazım bir şey değilmiş... Sadece yapılan deneyler ilgimi çekiyor... Teknolojiyi hayatımda çok kullandığım için takip ediyorum. Onun dışında diğerlerine uzağım... Çok tercih diyemesem de öğretmenlik...", F4: "Fen, özellikle biyoloji ilgimi çekiyor. Çünkü canlıları incelemek, küçük mikroorganizmaların neler olduğunu öğrenmek hoşuma gidiyor... Mühendislikle ilgili bir anım yok bu nedenle ilgimi çekmiyor... Mesela mikroskop kullanacağım... mikroskopların özellikleri, hangi mikroskop daha iyi, maliyeti ne bunları bilmem için teknoloji gerekiyor... Matematik ilgimi çekmiyor... Bir fırsatım daha olsa mikrobiyolog olmayı gerçekten isterdim." ve F5: "Bir şeyleri parçalayıp birleştirmeyi severim ama mühendislik çok ilgi alanımda değil. Diğerleri ile ilgiliyim... Çünkü hepsi geleceğim ile alakalı... Mesela ben öğretmen olup para kazanacağım. Diğer taraftan da kendi işimi yapacağım. Öğretmen olmam için fen lazım. Ticarete de matematik şart zaten. Teknolojiden anlayınca da ticarete bir adım öndesin demektir..." Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde ise F3 ve F6 rumuzlu katılımcılar fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik sırası ile şu ifadeleri kullanmışlardır: F3: "Fen, mühendislik ve teknoloji ilgimi çekenler... Fen aslında çok ilginçmiş, yani aslında ne iş yapacağımı ben bu derste anladım diyebilirim... İlk başlarda bayağı zorlandım. Çok zor geldi ama sonra fark ettim ki sürekli bir şeyler yapıyoruz hiç sıkılmıyorum... Mühendislik ve teknoloji yapacağımız işin bir parçası, bunları bilmeden tasarım yapmak mümkün değil. Çünkü neredeyse her okul proje yapmak veya bilim şenliği düzenlemek durumunda. Bunlar olursa hem çocuklar sıkılmaz hem de öğretmenlere eziyet olmaz..." ve F6: "... Fen neden ilgimi çekiyor?... Çünkü genel olarak ben de meraklıyım... Matematik, sayılarla uğraşmayı aslında severim... Şu dönemde artık teknoloji ilgimizi çekmek zorunda. Çünkü teknolojik ürünler çok çabuk bir şekilde elimize ulaşabiliyor. Ürünlerin tasarım aşamalarını ben de bu dönem kendim tasarım yaptığım için merak ediyorum. O nedenle mühendislik de ilgi çekici... Ben meslek sahibi olmak isteseydim şu anki bölümüm dışında sanırım fen isterdim. Fen biraz daha cazip geliyor... Teorik fizikçi... Çünkü uzay zaman kavramları ya da evrenin varoluş hikayesi ilgimi çekiyor..."

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgilerine ilişkin, öne çıkan bulgular incelendiğinde, uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde tüm katılımcıların fene ilgi duydukları, mühendisliğe yönelik ilgilerinin büyük oranda arttığı ve matematik ve teknolojiye yönelik ilgilerinde artış görüldüğü ortaya çıkmıştır. Bunun yanında Fen Bilgisi Öğretmen adayları uygulama öncesindeki kariyer tercihlerini uygulamalar sonrasında da ifade etmişlerdir. Buna ek olarak, uygulamalar sonrasında F1, F4 ve F6 rumuzlu katılımcılar öğretmenliği de kariyer tercihleri arasında belirtmişlerdir. Uygulama öncesinde altı

katılımcıdan her birinin Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmesine karşın, yalnızca iki katılımcı öğretmenlik mesleğine ilgisi olduğunu belirtmiştir. Bu katılımcılardan F3 rumuzlu katılımcı, fene ilgisi olmadığı halde öğretmen olmak istediğini belirtmiş, F6 rumuzlu katılımcı ise öğretmenliği yalnızca maddi gelir elde edebileceği bir araç olarak görmüştür. Bunun dışındaki katılımcılar farklı kariyer tercihlerini ifade etmişlerdir. Uygulamalar sonrasında ise katılımcılardan F2 rumuzlu katılımcı dışında her biri öğretmenlik mesleğini kariyer tercihleri arasında yer vermiştir. Katılımcıların uygulamalar sonrasında mühendisliğe yönelik ilgilerinde büyük oranda artış görülmesinin ve teknolojiye ve matematiğe yönelik ilgilerindeki artışın temel nedeni etkinliklerin matematik içerikli mühendislik tasarım süreci temelinde gerçekleştirilmesi ve farklı teknolojilerin kullanımını içermesi olarak değerlendirilebilir. Uygulama sonrasındaki katılımcı ifadeleri de göz önünde bulundurulduğunda, katılımcıların süreç içerisindeki deneyimlerini ifade ederek ilgilerinin arttığını belirtmesi bu durumun bir göstergesidir.

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgileri nasıl etkilediği karşılaştırıldığında genel olarak şu değerlendirmeler yapılabilir: İlgi, bireyin ortam ve bu ortamdaki olanaklar ile etkileşimini içerir. Bu nedenle, her bir bireyin herhangi bir şeye ilgi duyma potansiyeli vardır. Bu durumda, öğrencilerin ilgi gelişiminin temelini oluşturan bireyin akranları, içerik, uygulamalar ve çevresi ile etkileşimidir (Barron, 2006). Bu bağlamda, uygulama sonrasında her iki katılımcı grubu ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik ilgilerinin STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri ile geliştiğine işaret etmektedir. Bu süreçte, bu gelişimi destekleyen temel niteliklerin, etkinliklerin STEM alanlarına yönelik içeriklerle farkındalık oluşturan, grup çalışmaları ile akran etkileşimine olanak sağlayan, hem okul içi hem de okul dışı öğrenmeyi içeriğinde barındıran bir öğrenme ortamının oluşturulmuş olması olabilir. Buna ek olarak katılımcı gruplarının kariyer tercihleri incelendiğinde her iki çalışma grubu için uygulama sonrasında farklı disiplinlerde kariyer tercihlerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu durum, etkinlikler boyunca katılımcıların farklı disiplinleri ve bu disiplinlerde yapılan çalışmaları deneyimlemelerinden kaynaklandığı düşünülebilir.

4.2.2.4. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarım temelli düşüncelerine etkisine ilişkin bulgular

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarım temelli düşüncelerini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmeler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Bu bağlamda her iki katılımcı grubuna uygulama öncesinde ve sonrasında yöneltilen bir mühendislik problemine verilen yanıtlar incelenmiştir. Bu mühendislik problemi “*Dünya yaklaşık 4,5 milyar yıl önce oluştu. Bilim insanları tarafından yapılan gözlem ve hesaplamalar Güneş’in etkisiyle Dünya’nın bir süre sonra yaşanamayacak hale geleceğini ortaya koyuyor. Bilim insanlarının ilk tercihi Mars’a taşınmak ve yaşamı orada devam ettirmektir. İnsanlığı Mars’a taşıma görevi size verilseydi oraya nasıl ulaşırdınız? Ayrıntılı olarak açıklayabilir misiniz?*” şeklindedir. STEM eğitiminin önemli bir unsuru mühendislik ile ilgili süreçlerdir. Mühendislik için tasarım, bir mühendislik probleminin çözümüne yönelik ortaya konulan yaklaşımdır. Bir mühendislik probleminin çözümü için mühendislik tasarım süreci temelinde düşünme süreçlerinin işletilmesi beklenir (NAE ve NRC, 2009). Bu bağlamda, analiz için Tayal (2013) tarafından önerilen ve araştırma sürecinde uyarlanan 5 temel aşamadan oluşan mühendislik tasarım süreci temel alınmıştır. Soru sorma, hayal etme, planlama, oluşturma ve geliştirme olarak sıralanabilecek aşamaların her biri bir alt tema ve bu alt temaların içerdiği süreçlerden her biri bir kod (nitelik) olarak belirlenmiştir. Soru sorma, problemi tanımlama, çözüm için gerekli bilimsel bilgileri toplama ve sınırlılıkları belirlemeyi içerir. Hayal etme, problemin çözümüne yönelik fikirlerin tartışılması ve en iyi çözüme karar verilmesinden oluşur. Tasarım için gerekli materyallerin belirlenmesi ve tasarım için organizasyonun yapılması ise planlamadır. Oluşturma, prototip oluşturma ve test etmeyi içerir. Geliştirme ise test sonuçlarına göre prototipin geliştirilmesini ve tekrar test edilmesini ifade eder (Tayal, 2013). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra tasarım temelli düşüncelerine yönelik bulgular Tablo 4.30’da sunulmuştur.

Tablo 4.30

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Tasarım Temelli Düşüncelerine Yönelik Bulgular

Alt Tema	Kod	Uygulama Öncesi						Uygulama Sonrası						
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
Soru Sorma	Problemi Tanımlama	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Gerekli Bilimsel Bilgileri Belirleme	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
	Sınırlılıkları Belirleme	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hayal Etme	Fikirlerin Tartışılması	-	-	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Çözüme Karar Verme	-	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
Planlama	Materyallerin Belirlenmesi	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Organizasyon	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓
Oluşturma	Prototip Oluşturma	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Prototipi Test Etme	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Geliştirme	Prototipi Geliştirme	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Prototipi Tekrar Test Etme	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓

✓: Nitelik var -: Nitelik yok

Tablo 4.30 incelendiğinde uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin belirlenen tasarım temelli düşünme niteliklerini çok sınırlı düzeyde karşıladığı görülmektedir. B1, B2, B5 ve B6 rumuzlu katılımcılar, yalnızca soru sorma alt temasındaki gerekli bilimsel bilgileri ve sınırlılıkları belirleme niteliklerine söylemlerinde yer vermişlerdir. B3 rumuzlu katılımcı, sadece hayal etme alt teması altındaki fikirlerin tartışılması ve çözüme karar verme niteliklerini sağlamıştır. B4 rumuzlu katılımcı ise yanıtında soru sorma, hayal etme, planlama ve oluşturma alt temalarındaki tüm nitelikleri sağlamıştır. Uygulama sonrasında ise katılımcı ifadelerinin tasarım temelli düşünme niteliklerini büyük oranda sağladığı anlaşılmaktadır. B2, B4 ve B6 rumuzlu katılımcıların tüm alt temalarda yer alan tüm nitelikleri sağladığı görülmektedir. B1 rumuzlu katılımcı, soru sorma alt temasında yer alan gerekli bilimsel bilgileri belirleme ve geliştirme alt temasında yer alan prototipi tekrar test etme, B3 rumuzlu

katılımcı, soru sorma alt temasında yer alan gerekli bilimsel bilgileri belirleme, hayal etme alt temasında yer alan çözüme karar verme, planlama alt temasında yer alan organizasyon ve geliştirme alt temasında yer alan prototipi tekrar test etme ve B5 rumuzlu katılımcı planlama alt temasında yer alan organizasyon ve geliştirme alt temasında yer alan prototipi tekrar test etme nitelikleri dışındaki tüm niteliklere söylemlerinde yer vermiştir.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde B2 ve B4 rumuzlu katılımcılar ilgili mühendislik probleminin çözümüne yönelik şu ifadeleri kullanmışlardır: B2: *“Mars’a ulaşmak için gerekli bilgileri bulurdum... Mesela daha önce gidilmeye çalışılmış mı? ... Ne ile gitmeye çalışmışlar?...”* (soru sorma-gerekli bilimsel bilgileri belirleme) *“... Sonra ne kadar param olacak ona bakardım?... İlk önce kaç kişi götürmem lazım?...”* (soru sorma-sınırlılıkları belirleme) *“... Sonra uzay gemileri ile insanları oraya taşırdım.”* ve B4: *“... İlk önce durumu anlamaya çalışırdım. Neden Mars’a gitmek zorundayız?... Önce Dünya’yı kurtarmayı denerdim. Kurtaramıyorsam oturup bir gün düşünürdüm... Mesela, soru çözerken yaptığım gibi bildiklerimi yazardım bir kağıda bir de bilmediklerimi. Olayı tam bir anlardım.”* (soru sorma-problemi tanımlama) *“... Önce Mars’ta hayat var mı ona bakardım. Yoksa nasıl nefes alırız? Ne yeriz?... Bunları bir bilmem lazım.”* (soru sorma-gerekli bilimsel bilgileri belirleme) *“... Birde ne kadar param olacak? Mesela çok lazım bir şey olursa onu bana verecekler mi?”* (soru sorma-sınırlılıkları belirleme) *“... Tüm akıllıları bir yere toplardım. Bulduklarımı onlara söylerdim. Onlar da düşündüklerini söylerlerdi. Benim düşünemediğim bir şey varsa onu da düşünmüş olurum.”* (hayal etme-fikirlerin tartışılması) *“Sonra hepsini toplar. Gidiş yolunu beraberce bulurdum.”* (hayal etme-çözüme karar verme) *“Lazım malzemeleri tüm dünyadan toplardım gizli gizli...”* (planlama-materyallerin belirlenmesi) *“... Mars’ı herkesten habersiz yaşanır bir hale getirirdim. Sonra ağaçların hepsine böyle kağıt asarım Mars’a yolculuk diye. Ondan sonra uzay gemileri ya da UFO yapıp Mars’a yolculuk yapardım. Ya da en iyisi ışınlanma makinesini bulup herkesi oraya ışınlardım.”* (planlama-organizasyon)... *“Şöyle bir UFO olurdu: Çok büyük olurdu. İçinde her şey olurdu. İçine girseniz Dünya’dayım sanırdınız... Ama ilk önce küçüğünü yapardım.”* (oluşturma-prototip oluşturma) *“Bununla bir Ay’a gider gelirdim... Tam çalışıyorsa tamam demektir.”* (oluşturma-prototipi test etme). Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde ise B6 rumuzlu katılımcı *“... Önce bu işler ile ilgili en iyileri toplardım bilinmeyen bir yere... Sonra durumu anlatırdım. Hepsini dinlerdim.”* (hayal etme-fikirlerin tartışılması) *“Yapabilecekleri işe göre hepsini gruplara ayırırdım. Hepsinin bir patronu olurdu. Sonra patronları ile görüşür, yapabileceklerimi öğrenirdim.”* (soru sorma-problemi tanımlama)

“...Onlara iş dağılımı yapar. Her şeyi araştırmalarını isterdim.” (soru sorma-gerekli bilimsel bilgileri belirleme) “Oraya gitmek için gerekenler neler? Su var mı?... Bizi zorlayacaklar ne olur? Bulurlardı.” (soru sorma-sınırlılıkları belirleme) “...Patronları tekrar toplardım. İçlerinden en beğendiğimi seçerdim. Bunu yapın derdim... Seçtiğim en güvenli yol olurdu. Çünkü dünya olmayacağına göre paranın da anlamı olmaz.” (hayal etme-çözüme karar verme) “... Dünyadaki en iyi mühendisleri toplar. Işınlanma makinesinin yapımına başladım... Gereken ne kadar teknoloji varsa sağlardım.” (planlama-materyallerin belirlenmesi) “... Işınlanmayı bulamazlarsa diye başka en iyi mühendisleri de uzay gemisi yapması için işe alırdım... Birbirlerinden haberleri olmazdı. Hepsine iki yıl verirdim... Takvimleri olurdu. O takvimden yaptıklarını işaretlerlerdi... Çabuk bitsin diye sürekli kontrol etmeye giderdim.” (planlama-organizasyon) “İki yıl sonra yaptıklarını deneme için getirirlerdi.” (Oluşturma-prototip oluşturma ve prototipi test etme). “Prototip güvenliyse önce kapalı binaları gönderirdim... Kendi kendine yetebilen... dışarı ile bağlantısı olmayan binaları... Sonra tek tek insanları gönderirdim. Mühendisleri tekrar çağırır insanları toplu gönderecek büyük ışınlanma makineleri yapmalarını söylerdim.” (geliştirme-prototipi geliştirme) “... Bu daha zor olurdu bence çünkü insanları toplu gönderince atomları karışabilir. Deneye deneye tam güvenli olunca insanları gönderirdim...” (geliştirme-prototipi tekrar test etme) “... İşim bittikten sonra kalan paramla mühendislere bu sefer daha uzağa gidecek bir makine yaptırırdım. Bununla da yıldızlara giderdim. Ben yıldızlarda yaşadım. İnsanlar Mars'ta.” (geliştirme-prototipi geliştirme) ifadelerini kullanmıştır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarım temelli düşüncelerine yönelik öne çıkan bulgular incelendiğinde, uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde katılımcıların bir mühendislik probleminin çözümüne yönelik tasarım temelli düşüncelerinin soru sorma, hayal etme, planlama, oluşturma ve geliştirme olmak üzere tüm boyutlarda büyük oranda arttığı anlaşılmaktadır. Uygulama öncesinde verilen probleme yönelik katılımcı cevapları B4 rumuzlu katılımcı dışında, bir süreci içermekten çok doğrudan sonuca ulaşma odaklıdır. Oysaki mühendislik, dolayısıyla mühendislik problemleri, matematik, fen ve teknik bilgileri kullanarak problemlerin çözümünü içeren bir süreçle ilgilidir. Uygulama sonrasında tüm katılımcıların beş temada da en az bir niteliğe söylemlerinde yer vermeleri, ilgili problemin çözümünde süreç odaklı bir yaklaşıma sahip olduklarının bir göstergesidir. Buna ek olarak, uygulama sonrasında tüm katılımcılar oluşturma teması altında yer alan prototip oluşturma ve prototipi test etme niteliklerine söylemlerinde yer vermişlerdir. Örneğin, B6 rumuzlu katılımcı uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmede “Prototip güvenliyse önce kapalı binaları gönderirdim.”

ifadesinde mühendislikte önemli bir kavram olan prototip kavramını kullanmıştır. Bu durum uygulamaların katılımcıların tasarım temelli, dolayısıyla mühendislik tasarım süreci temelli düşündüklerinin doğrudan bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra tasarım temelli düşüncelerine yönelik bulgular Tablo 4.31’de sunulmuştur.

Tablo 4.31

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklerin Uygulanmasından Önce ve Sonra Tasarım Temelli Düşüncelerine Yönelik Bulgular

Alt Tema	Kod	Uygulama Öncesi						Uygulama Sonrası						
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	
Soru Sorma	Problemi Tanımlama	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Gerekli bilimsel bilgileri belirleme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Sınırlılıkları Belirleme	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hayal Etme	Fikirlerin tartışılması	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Çözüme Karar Verme	-	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Planlama	Materyallerin Belirlenmesi	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Organizasyon	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓
Oluşturma	Prototip Oluşturma	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Prototipi Test Etme	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Geliştirme	Prototipi Geliştirme	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
	Prototipi Tekrar Test Etme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	✓

✓: Nitelik var - : Nitelik yok

Tablo 4.31 incelendiğinde uygulama öncesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarım temelli düşünme niteliklerini ifadelerinde çok sınırlı düzeyde yer verdikleri görülmektedir. F1, F2, F4 ve F5 rumuzlu katılımcılar, yalnızca soru sorma alt temasındaki problemi tanımlama, gerekli bilimsel bilgileri ve sınırlılıkları belirleme niteliklerine ifadelerinde yer vermişlerdir. F3 rumuzlu katılımcının ifadeleri, soru sorma alt temasında yer alan tüm niteliklerin yanı sıra hayal etme alt temasındaki çözüme karar verme ve oluşturma alt temasındaki prototip

oluşturma ve prototipi test etme niteliklerini sağlamıştır. F6 rumuzlu katılımcı ise ifadelerinde yalnızca soru sorma alt temasındaki problemi tanımlama ve gerekli bilimsel bilgileri belirleme ve hayal etme alt temasındaki çözüme karar verme nitelikleri ile ilgili söylemlerde bulunmuştur. Uygulama sonrasında ise katılımcı ifadelerinin tasarım temelli düşünme niteliklerini büyük oranda sağladığı anlaşılmaktadır. F4 ve B6 rumuzlu katılımcıların tüm alt temalarda yer alan tüm nitelikleri sağladığı anlaşılmaktadır. F1 rumuzlu katılımcı hayal etme alt temasında yer alan fikirlerin tartışılması ve geliştirme alt temasında yer alan prototipi tekrar test etme, F3 rumuzlu katılımcı planlama alt temasında yer alan organizasyon ve geliştirme alt temasında yer alan prototipi tekrar test etme ve F5 rumuzlu katılımcı planlama alt temasında yer alan organizasyon geliştirme alt temasında yer alan prototipi geliştirme ve prototipi tekrar test etme nitelikleri dışındaki tüm niteliklere söylemlerinde yer vermiştir.

Katılımcı ifadelerine örnek verilecek olursa, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde F1 ve F3 rumuzlu katılımcılar ilgili mühendislik probleminin çözümüne yönelik şu ifadeleri kullanmışlardır: F1: “*Önce elimdeki tüm verilere bakar sorunu tam bir anlamaya çalışırdım... Bu sorunu çözmek için hangi şeylere ihtiyacım var belirlerdim.*” (soru sorma-problemi tanımlama) “*Sonra orda yaşam var mı ona bakarım. Bunun için araştırmalar deneyler yapardım.*” (soru sorma-gerekli bilimsel bilgileri belirleme) “*Elimdeki imkanlarla insanı oraya götürürdüm... İmkan derken limitlerim neler hem benim hem teknolojinin onları bulurdum.*” (soru sorma-sınırlılıkları belirleme) “*... Sonra uzay gemileri ile insanları bölge bölge yavaş yavaş taşırdım.*” ve F3: “*...Bu çok karmaşık ve çok düşünülmesi gereken bir problem. İçinde bir sürü farklı yapılması gereken şey var. Önce ne yapmam gerektiğini ve sorunu hangi yol haritasını izleyerek çözeceğimi bir belirlerdim.*” (soru sorma-problemi tanımlama) “*... Burada ilk önce teknoloji oluşturmak gerekiyor. Uzayda gidebilecek farklı uzay araçları yapmaya çalışırdım. Uzay aracı ne kadar sürede Mars’a varacak? Yakıt ne kadar yeter?*” (soru sorma-gerekli bilimsel bilgileri belirleme) “*... Aracın yapımı Dünya’nın yok oluşuna yetişecek mi?...*” (soru sorma-sınırlılıkları belirleme) “*...Bunları hesaplatır. En ucuzunu seçerdim.*” (hayal etme-çözüme karar verme) “*Uzay aracını deneme amaçlı olarak yapar...*” (Oluşturma-prototip oluşturma) “*... Ve sonra bunu insansız gönderirdim. Ulaşabilecek mi? diye. Ulaşamazsa ikinci en ucuzu gönderirdim.*” (Oluşturma-prototipi test etme) “*Böylece insanları Mars’a ulaştırırdım.*” Uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde ise F4 rumuzlu katılımcı “*Öncelikle Mars’ta yaşam var mı? Yaşam varsa ne kadar insanı kapsayabilecek, bu birinci araştırma sorumuz. İki maliyeti, oraya gitmenin maliyeti ne olur? Üç, insanlar oraya adapte olabilecek mi? Dört, ondan sonra nasıl bir araç yapılabilir ki bunlar oraya gitsin? Bu sorular*

cevap verilmesi gereken temel sorular.” (soru sorma-problemi tanımlama) *“Mars’a denekler gönderirdim. Onlarla astronomlar ve mühendisler de. Yaşam orada nasıl olabilir diye?”* (soru sorma-gerekli bilimsel bilgileri belirleme) *“... Asıl önemli nokta benim kısıtlamalarım ne olacak?... Hem maddi yönden hem de yapacaklarıma fen ve mühendislik ne kadar olanak sağlayacak...”* (soru sorma-sınırlılıkları belirleme) *“... Mühendisleri bir köşeye toplardım, bilim insanlarını, profesörleri... Neler yapabileceğimizi konuşur, onlardan bilgiler alırdım.”* (hayal etme-fikirlerin tartışılması) *“En hızlı, en güvenli ve en ucuz şekilde yapabileceğim çözümü hayata geçirirdim.”* (hayal etme-çözüme karar verme) *“... Ergonomik bir uzay gemisi yapımı için gereken en sağlam ve hafif malzemeleri mühendislere verirdim.”* (planlama-materyallerin belirlenmesi). *“Mühendisler, seçtiğim en iyi ayrıntılı tasarıma göre parça parça bunu birleştirirlerdi.”* (planlama-organizasyon) *“Yaptıkları ilk tasarımı yapay zeka pilotu olacak şekilde denerlerdi. Sonra insanlı denemeler başladılar.”* (oluşturma-prototip oluşturma ve prototipi test etme). *“Tüm işler tamamlandıktan sonra yola çıkardık. Bu ilk yolculukta Dünya’nın en gerekli beyinlerini gönderirdim. Yolculuk 8 aydan fazla sürer. Bu arada boş durmazdım daha hızlı ulaşım için geminin motorlarını geliştirdim. Güvenlik denemelerini yaptıktan sonra seri üretime geçirdim.”* (geliştirme-prototipi geliştirme ve prototipi tekrar test etme) ifadelerini kullanmıştır.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarım temelli düşüncelerine yönelik öne çıkan bulgular incelendiğinde, uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde katılımcıların bir mühendislik probleminin çözümüne yönelik tasarım temelli düşüncelerinin soru sorma, hayal etme, planlama, oluşturma ve geliştirme olmak üzere tüm boyutlarda büyük oranda arttığı anlaşılmaktadır. Uygulama öncesinde verilen probleme yönelik katılımcı cevaplarının neredeyse hepsinin soru sorma alt temasındaki tüm nitelikleri sağladığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda görüşme yapılan öğretmen adaylarının bir problemi tanımlama, problemin çözümü için gerekli bilimsel bilgileri belirleme ve çözüme ilişkin sınırlılıkları belirleme konularında yeterli oldukları, ancak bu adımdan sonra gerçekleştirecek süreçlerin farkında olmadıkları düşünülebilir. Uygulama sonrasında ise F4 rumuzlu örnek katılımcı ifadesinden de anlaşılacağı üzere katılımcıların probleme çoklu değişkenleri de dahil ederek, planlı ve mühendislik tasarım sürecine uygun bir düşünme biçimi oluşturdukları söylenebilir.

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarım temelli düşüncelerini nasıl etkilediği karşılaştırıldığında genel olarak şu değerlendirmeler yapılabilir: Mühendislik bir problemi, iyi tanımlanmış kriterler çerçevesinde çözebilmek ile ilgilenir. Mühendislik

problemlerini çözmek için sistematik bir süreç olan mühendislik tasarımı kullanılır (NRC, 2012). Uygulama öncesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine göre soru sorma alt temasında problemi tanımlama, gerekli bilimsel bilgileri ve sınırlılıkları belirleme niteliklerine söylemlerinde daha fazla yer vermelerine karşın hayal etme, planlama, oluşturma ve geliştirme alt temaları her iki katılımcı grubunun verilen problemin çözümüne yönelik yanıtlarında çok büyük oranda yer almamıştır. Ancak uygulama sonrasında her iki çalışma grubu için 5 alt temada birçok niteliğin sağlanması bir mühendislik probleminin çözümünde büyük çoğunlukla tasarım odaklı yani mühendislik tasarım süreci odaklı düşünmeye başladıklarını göstermektedir. Mühendislik genellikle tasarımlar oluşturmayı içerir. STEM eğitiminin önemli bir parçası mühendislik ile ilgili niteliklere öğretim süreçlerinde daha çok yer verilmesidir (Bybee, 2010). Mühendislik öğretiminde temel alınan iki temel problem türü vardır. Bunlar, basit ve karmaşık problemler olarak sınıflandırılır. Basit problemlerde çözümün değerlendirilmesi için kısıtlamalar ve kriterler niteliksel olarak benzerdir. Başka bir ifade ile problem sınırlı sayıda değişkeni içerir ve bu değişkenler arasındaki ilişkiler oldukça açıktır. Karmaşık problemlerde ise değerlendirme kriterleri nitelik olarak benzer değildir ve birlikte optimize edilemezler. Bu tip problemler, çok fazla değişken içerir ve bu değişkenler arasındaki ilişkiler doğrudan kestirilemeyebilir. Bu süreçte, mühendisler genellikle problemi parçalara ayırmayı tercih ederler (Robinson, 1998). Araştırmada kullanılan iki adet modül temelde mühendislik tasarım süresine dayanmaktadır ve bu modüller birlikte değerlendirilerek basitten karmaşığa ilkesine göre tasarlanmıştır. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülü basit problemlerin çözümüne odaklıdır. Bu modüldeki etkinlik akışına göre problemlerin çözümünde kullanılması gereken değişkenlerin sayıları ve nitelikleri modüller ilerledikçe artmaktadır. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde ise katılımcılar karmaşık bir problemle karşı karşıya kalmışlar ve tüm süreci kendileri planlamışlardır. Bu bağlamda her iki çalışma grubunun tasarım odaklı düşüncelerindeki gelişimin kaynağı bu iki modülün basitten karmaşığa ilkesine göre tasarlanmış ürün oluşturma odaklı yapısı olduğu değerlendirilebilir.

4.2.2.5. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri hakkındaki düşüncelerine ilişkin bulgular

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından nasıl değerlendirildiğini belirlemek amacıyla uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmeler betimsel olarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının

etkinliklere yönelik düşünceleri ilgi çeken etkinlik, zorlanılan etkinlik ve geliştirilmek istenen etkinlik/ürün olmak üzere üç alt temada toplanmıştır. Bu alt temalarda bulunan etkinlikler ve katılımcı ifadeleri tablolaştırılmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklere yönelik düşüncelerine ilişkin bulgular Tablo 4.32’de sunulmuştur.



Tablo 4.32

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Etkinliklere Yönelik Düşüncelerine İlişkin Bulgular

Katılımcı	İlgi Çeken Etkinlik		Zorlanılan Etkinlik		Geliştirilmek İstenen Etkinlik/Ürün	
	Etkinlik	Katılımcı ifadesi	Etkinlik	Katılımcı ifadesi	Etkinlik/Ürün	Katılımcı ifadesi
B1	Çıplak Gözle ve Teleskop ile Gökyüzü Gözlemi	<i>Gözlemleri ayrı bir sevdim. Çünkü çok zaman alıyorlardı. Ders çok zevkli geçmişti.</i>	Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?	<i>Roketin yapımında birazcık üşendiğim için zorlandım.</i>	MİX: Uçan Lamba	<i>Küçük kutu meyve suları var. Yarısında meyve suyu var. Yarısı boş. İçinde hangi meyve suyu varsa lamba o renk yanıyor. Havada ileri geri hareket edip kalıyor.</i>
B2	Araştırma Laboratuvarları Merkezi Gezisi	<i>Atomların dizilişini gördüm... Mikroskop denilince küçük bir şey düşündüm ama mikroskoplar bir odanın tamamındaydı.</i>	-	-	Zaman Hızlandırıcı	<i>Bazen çok sıkılıyorum derslerde. Bir kol saati olsa basınca ders bitse eve gitsem. Bundan herkese bir tane lazım bence</i>
B3	Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi	<i>Çok güzel uçmuştu. Yaparken en çok keyif bundan aldım.</i>	Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket	<i>Yapamadığım için zorlandım... Grup arkadaşım yardım edince nasıl yapıldığını öğrendim.</i>	Yapay Zeka: Tüm Arabalar Arasında İletişim	<i>Arabalar üstünde çalışırdım. Arabalar kendi içinde mesajlaşabilecek... Şurada kaza var. Yol kapalı. Ona göre hareket edecekler.</i>
B4	Uzayda Bilim Nasıl İşler?	<i>Havasız ortamda kendi istediğim deneyleri yapmıştım. O çok güzeldi.</i>	-	-	Engelliler İçin Ulaşım	<i>Ben hep görüyorum. Tekerlekli sandalye ile ...'da yaşamak çok zor. Burası yokuş zaten. Bunun daha pratik bir yolunu bulmak gerekiyor.</i>
B5	Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi	<i>Grup yardımlaşması vardı. Bir de rokete en çok benzeyen oydu. Arkasından yakıtı yani su çıkıyordu. Çok zevkliydi. Gerçeğine daha yakındı.</i>	Kendi Roketini Tasarla-II: Alka Seltzer Roket	<i>Rokette mide ilacını bir türlü ayarlayamadık. Bayağı zorluklar çekmiştik. Bayağı bir denedik. Sonunda bir şekilde çözdük.</i>	Ulaşım Teknolojileri	<i>Günlük hayatımıza teknolojiyi biraz daha koymak istiyorum. Ulaşımında en büyük sıkıntı sürtünme kuvveti. Bunu azaltıp daha hızlı ve daha az maliyetli tramvaylar ve otobüsler yapabilirim.</i>
B6	Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket	<i>Yapması çok pratikti ve zevkliydi. Tasarlarken kalıbı çok iyi oluşturdum. O nedenle seri üretime geçtim.</i>	Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi	<i>Roketi hazırlamak ve uçurmak uzun sürdü. Grup çalışmasını biraz beceremedik... Normalde 4 kanat planladık ama 8 kanat yapmışız. Roketin ucunu unutmuşuz.</i>	Gerçek Roket	<i>Gerçek bir roket yapmak isterdim. Zaten derslerden sonra bayağı bir araştırdım. Kulüpleri varmış. Okulda sordum ama yapamayız dediler. Seneye belki burada (Bilim ve Sanat Merkezi) yapabiliriz.</i>

-: Katılımcı bu alt temada herhangi bir söylemde bulunmamıştır.

Tablo 4.32 incelendiğinde, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ile uygulama sonrasında yapılan görüşmelerde ilgi çeken etkinlik alt temasında çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi, araştırma laboratuvarları merkezi gezisi, kendi roketini tasarla-IV: Su roketi, uzayda bilim nasıl işler? ve kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket etkinliklerinin yer aldığı görülmektedir. Bu etkinliklerden kendi roketini tasarla-IV: Su roketi, uzayda bilim nasıl işler? ve kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket etkinlikleri tasarım ve ürün oluşturma odaklı, teleskop ile gökyüzü gözlemi ve araştırma laboratuvarları merkezi gezisi ise sınıf dışı etkinliklerdir. Katılımcı ifadeleri incelenecek olursa, katılımcılar çoğunlukla tasarım odaklı ve sınıf dışındaki öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen bu etkinlikleri keyif aldıkları ve eğlendikleri etkinlikler olarak tanımlamışlardır. Zorlanılan etkinlik alt temasında ise iki katılımcı zorlandığı etkinlik olmadığını belirtmiş, diğerleri ise uzaya nasıl ulaşabiliriz?, kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket, kendi roketini tasarla-II: Alka seltzer roket ve kendi roketini tasarla-IV: Su roketi etkinliklerine vurgu yapmıştır. Bu etkinliklerin her biri tasarım odaklı etkinliklerdir ve grup çalışmalarına dayalıdır. Katılımcı ifadeleri incelenecek olursa genel olarak prototipleri oluşturmakta zorlandıkları ve süreçte hatalar yaptıkları anlaşılmaktadır. Ancak bu hatalar STEM eğitiminde öğrenmenin çok önemli bir parçası olarak kabul edilir (Corbett ve Coriell, 2014). Geliştirilmek istenen etkinlik/ürün alt teması incelendiğinde ise yalnızca B6 rumuzlu katılımcı uygulanan etkinliklerle ilgili Gerçek Roket isimli bir ürün tasarlamak istediğini belirtmiştir.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklere yönelik düşüncelerine ilişkin bulgular Tablo 4.33'de sunulmuştur.

Tablo 4.33

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkinliklere Yönelik Düşüncelerine İlişkin Bulgular

Katılımcı	İlgi Çeken Etkinlik		Zorlanılan Etkinlik		Geliştirilmek İstenen Etkinlik/Ürün	
	Etkinlik	Katılımcı ifadesi	Etkinlik	Katılımcı ifadesi	Etkinlik/Ürün	Katılımcı ifadesi
F1	Çıplak Gözle ve Teleskop ile Gökyüzü Gözlemi	Üniversiteye geldiğimden beri sıradan şeyler yaptık. Bu yıl gelince direkt teleskopla gözlem yaptık... En çok ilgimi çeken Satürn oldu... Teleskobu kullanmak için bana özel ders yapmıştık.	Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket	Yapımı zor geldi. Hep rampada havaya uçtu... Derste uçuramadım ama evde başardım.	Cep Teleskobu	Teleskoplar çok ağır oluyor... Çünkü aynaları büyüyor. Bir öğretmen için de kullanışsız... Satürn'ün halkalarını gösteren, cebimde taşıyabileceğim bir teleskop isterdim.
F2	STEM Temelli Bilim Şenliği	Yaptığımız ürünleri sergilemek... Kendi tasarımlarımızı çocuklarla paylaşmak ayrıca keyifliydi...	Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket	İnce motor kasları gelişmediği için folyoya kibriti saramadık...	Boğulmayı Engelleyen Bileklik	Çocuklar için çok faydalı olur. Bileğine takıyorsun denize girerken boğulacağını hissettiğinde basıyorsun şişip su üstüne çıkarıyor
F3	STEM Temelli Bilim Şenliği	Değer gördüğümü hissettim. Hocalarım geldi. Öğretmenler geldi. Çok çocuk vardı. Anlatmaktan yoruldu ama akşama kadar hiç susmadım.	Zaman Alternatif Yollarla Nasıl Ölçülebilir?	Biz insan güneş saati yapmıştık. Ama çok hesaplama var içinde. 3. yaptığımız çalıştı. Tasarımları yanlış yapmışız. Hesaplar yanlış olmuş. Sonra tasarıma öncelik verdik. Kısa sürede bitti.	Deneyimli Öğretmen	Herkes deneyimli öğretmen istiyor. Hemen de deneyimli olunmuyor. Robotlara duygu kazandırabiliyorlar. Böyle çip bir şey yapıp insan beynine yerleştirsem bir anda deneyimli öğretmen olsam çok iyi olur.
F4	Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?	Kendim tasarladım. O nedenle en çok ilgimi çeken o oldu. Başta garip oldum. Ne yaparım diye düşündüm. Çok karmaşık geldi. Ama plan yapıp başladıktan ve roketimiz şekillenmeye başladıktan sonra çok iyiydi.	Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?	En çok keyif aldığım da buydu en zorlandığım da ama sonra en basiti de bu oldu... Paraşütü yerleştirip iç malzemelerini tamamladıktan sonra basitti.	Kanser ile Mücadele	Şu anda bu alanda ilerleme çok az. Kanseri hızlıca tespit edecek bir alet olsa çok iyi olurdu. Bunu tasarlamak isterdim
F5	Çıplak Gözle ve Teleskop ile Gökyüzü Gözlemi	Ekliptik düzlem gibi kavramları öğrendim... Gezegenlerin çıplak gözle görülebildiğini ilk kez bu yıl öğrendim.	Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket	Bir türlü uçuramadım roketimi... En sonunda başardım gibi oldu ama yere çakıldı...	İğne deliği Kamera	Çok büyük bir kamera yapıp her sabah Güneş'i izleyebilirim.
F6	Çıplak Gözle ve Teleskop ile Gökyüzü Gözlemi	Çıplak gözle bakmıştım ama teleskopla bakma imkanım olmamıştı... Satürn'ün halkasını gördüm. Çok farklı hissettim... Şu anda teleskobu bana bıraksanız başından sonuna kadar gökyüzü gözlemi yapabilirim.	Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket	Altıncı denememde başarabilmişim hiç unutmuyorum... El becerim yeterli gelmemişti.	Manyetik Kuvvete Dayalı Uçan Araba	Elimde mknatıslar vardı. Bundan enerji üretebilirim diye düşündüm. Bu kuvveti uçan araba yapmak için kullanabilirim dedim. Sonuçta mknatıslar birbirini itip çekiyor.

Tablo 4.33'e bakıldığında Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama sonrasında yapılan görüşmelerde ilgi çeken etkinlik alt temasında çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi, STEM temelli bilim şenliği ve uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliklerinin yer aldığı anlaşılmaktadır. Bu etkinlikler arasında özellikle çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinliği üç katılımcı tarafından vurgulanmıştır. Katılımcılar, çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinliklerini, ifadelerine göre öğrenim hayatları boyunca ilk kez deneyimlemişlerdir. Katılımcıların ekliptik düzlem, Satürn ve Satürn'ün halkaları gibi ifadelerle söylemlerinde yer vermeleri hem kavramsal anlamda hem de ilgi oluşturma anlamında etkinliklerin katılımcılara katkı sağladığına işaret etmektedir. STEM temelli bilim şenliği etkinliği katılımcıların kendi tasarladığı ürünü paylaşma fırsatı sağladığı ve özgüvenlerini geliştirdiği ve uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliği katılımcının kendi roket tasarımını gerçekleştirmesinden dolayı katılımcılar tarafından ilgi çekici etkinlikler olarak nitelendirilmiştir. Zorlanılan etkinlik alt temasında ise kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket, zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir?, uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinlikleri bulunmaktadır. Özellikle kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket etkinliği dört katılımcı tarafından ifade edilmiştir. Bu etkinlik, ürünün yapım aşamasında ince motor becerilerinin kullanımını gerektirmektedir. Zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir? etkinliğinde ise katılımcı tasarım sürecinde özellikle matematiksel hesaplamaları yaparken zorlandığını ifade etmiştir. Uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliğinde ise katılımcı etkinliği hem zorlandığı hem de ilgisini çeken etkinlik olarak nitelendirmiştir. Bu durumun temel sebebi karmaşık bir mühendislik problemi ile ilk kez yüz yüze gelmesinden kaynaklıdır. Geliştirilmek istenen etkinlik/ürün alt teması incelendiğinde ise yalnızca F1 ve F5 rumuzlu katılımcılar astronomi ile ilgili sırası ile Cep Teleskobu ve İğne Deliği Kamera isimli ürünleri tasarlamak istediklerini belirtmiştir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklere yönelik düşünceleri karşılaştırıldığında genel olarak şu değerlendirmeler yapılabilir: Her iki çalışma grubu için de çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinlikleri ilgi çekici etkinlikler arasında önce çıkmaktadır. Özellikle öğretmen adayları bu tip bir etkinliği ilk kez deneyimlemişlerdir. İlgi çeken etkinliklerde öne çıkan diğer etkinlikler, öğretmen adayları için STEM temelli bilim şenliği ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için ise roket tasarımı etkinlikleridir. Bilim şenliği, STEM programlarında yer alması beklenen bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğini ve roket

tasarımı etkinlikleri ise yine aynı nitelikler arasında yer alan araştırmayı planlama ve gerçekleştirme (mühendislik tasarım sürecinin işletilmesi) niteliklerini desteklemektedir (NRC, 2012). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için bu tip mühendislik tasarım süreci içeren etkinlikler keyif verici ve eğlenceli olarak değerlendirilmiştir. Buna ek olarak, özellikle roket tasarım etkinlikleri her iki çalışma grubunda da zorlayıcı etkinlikler olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinliklerdeki temel kriterler işlevsel ve çalışır bir ürünü belirli bir sürede tamamlamaktır. Bu kısıtlamaların uygulayıcı tarafından verilmesi etkinliği zorlayıcı görevler (challenging tasks) içeren bir yapıya dönüştürmüş ve hatalar ile öğrenme süreçlerini desteklemiştir (Corbett ve Coriell, 2014). Buna ek olarak her iki çalışma grubu için katılımcıların tasarlamak istediklerini belirttikleri ürünler birbirinden farklılık gösterse de temelde katılımcıların günlük yaşamlarındaki gözlemlerinden veya ihtiyaçlarından kaynaklanmaktadır.

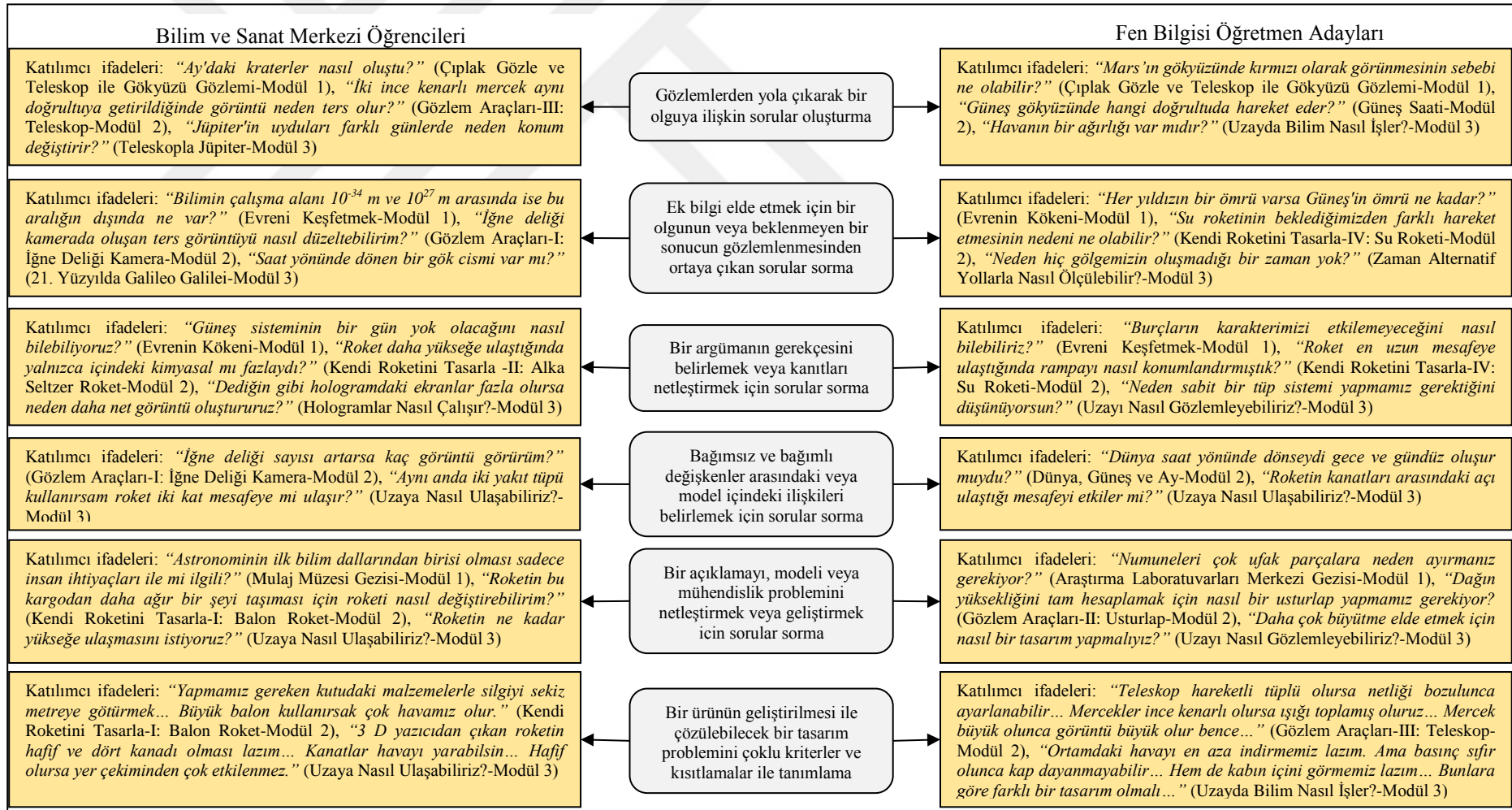
4.2.3. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Uygulama Sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Programlarında Bulunması Beklenen Nitelikleri Yansıtmalarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın on yedinci alt problemi, “STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen nitelikleri yansıtma nasıldır?” şeklindedir. Bu bağlamda, uygulama sürecinde NRC (2012) tarafından önerilen ve STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen sekiz temel nitelik göz önünde bulundurularak araştırmacı gözlem notları oluşturulmuştur. Bu nitelikler, “sorular sorma ve problemleri tanımlama”, “modelleri geliştirme ve kullanma”, “araştırmayı planlama ve gerçekleştirme”, “verilerin analizi ve yorumlanması”, “matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma”, “açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama”, “kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma” ve “bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi” olarak sıralanabilir (NRC, 2012). Araştırmacı gözlem notlarından elde edilen verilerin analizi için, belirtilen nitelikler birer tema olarak temel alınmış, her bir tema altında bulunan kriterler etkinliklerin amaçları çerçevesinde değerlendirilmiş ve belirlenen kriterler kod olarak kabul edilmiştir. Bu kodlara göre araştırmacı gözlem notları, Bilim ve Sanat Merkezi

öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları için karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Analiz sonuçları, temalarda yer alan kriterlere (kodlara) göre her bir modül için katılımcı ifadelerini ve davranışlarını içeren örnekler ile birlikte şekillere dönüştürülmüştür. Bu şekillerde merak uyandırıcı etkinlikler modülü modül 1, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülü modül 2, araştırma ve tasarım projeleri modülü modül 3 ve bilim şenlikleri modülü modül 4 olarak kısaltılmıştır. Araştırmacı gözlem notlarından elde edilen veriler kapsamında ulaşılan bulgular, her bir tema için sırasıyla sunulmuştur.

4.2.3.1. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının sorular sorma ve problemleri tanımlama niteliğini yansıtma bulgular

Sorular sorma ve problemleri tanımlama teması, katılımcıların uygulama sürecinde akranlarına veya uygulayıcıya yönlendirdikleri soruları ve bir problemi tanımlamak için gerçekleştirdikleri davranışları içermektedir. İlgili sorular, gözlemlenen bir olguya, araştırma süreci sonunda ortaya çıkan bir sonuca, kanıtları netleştirmeye, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemeye, problemi netleştirmeye ve geliştirmeye yönelik sorulardan ve ilgili davranışlar ise bir problemin çözümüne yönelik kriterleri ve kısıtlamaları tanımlamaya yönelik davranışlardan oluşmaktadır (NRC, 2012). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde, sorular sorma ve problemleri tanımlama niteliğini yansıtma bulgular Şekil 4.3'te sunulmuştur.



Şekil 4.3 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerinin uygulama sürecinde sorular sorma ve problemleri tanımlama niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

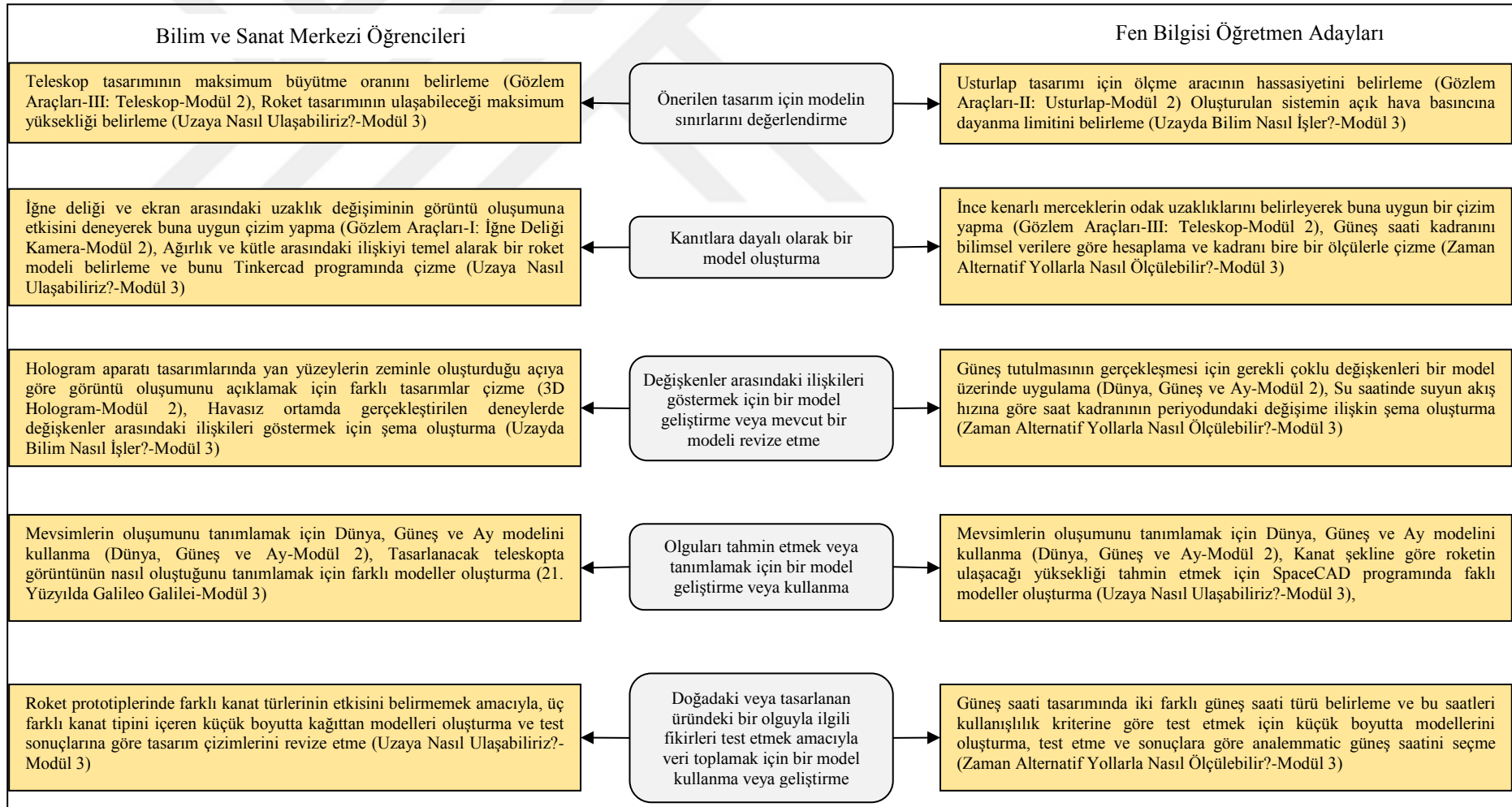
Şekil 4.3 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının sorular sorma ve problemleri tanımlama niteliğini uygulamalara gözlemlerden yola çıkarak bir olguya ilişkin sorular oluşturma, ek bilgi elde etmek için bir olgunun veya beklenmeyen bir sonucun gözlemlenmesinden ortaya çıkan sorular sorma, bir argümanın gerekçesini belirlemek veya kanıtları netleştirmek için sorular sorma, bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki veya model içindeki ilişkileri belirlemek için sorular sorma, bir açıklamayı, modeli veya mühendislik problemini netleştirmek veya geliştirmek için sorular sorma ve bir ürünün geliştirilmesi ile çözülebilecek bir tasarım problemini çoklu kriterler ve kısıtlamalar ile tanımlama kriterlerini yansıtarak sağladıkları anlaşılmaktadır.

Sorular sorma ve problemleri tanımlama niteliği, her iki katılımcı grubu için de merak uyandırıcı etkinlikler (modül 1), cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler (modül 2) ve araştırma ve tasarım projeleri (modül 3) modüllerinde yer alan etkinliklerde desteklenmiştir. İlgili niteliğin modüller kapsamında katılımcılar tarafından nasıl yansıtıldığına ilişkin şu örnekler verilebilir: Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde (modül 1) yer alan çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinliğinde gözlemlerden yola çıkarak bir olguya ilişkin sorular oluşturma kriteri bağlamında, bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve bir Fen Bilgisi Öğretmen adayı sırasıyla *“Ay’daki kraterler nasıl oluştu?”* ve *“Mars’ın gökyüzünde kırmızı olarak görünmesinin sebebi ne olabilir?”* sorularını gözlemledikleri olguya yönelik olarak oluşturmuşlardır. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde (modül 2) yer alan gözlem araçları-I: İğne deliği kamera etkinliğinde bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi, *“İğne deliği sayısı artarsa kaç görüntü görürüm?”* ve Dünya, Güneş ve Ay etkinliğinde bir Fen Bilgisi Öğretmen adayı, *“Dünya saat yönünde dönseydi gece ve gündüz oluşur muydu?”* sorularını, bir durumdaki bağımlı değişkenin, bağımsız değişkenden nasıl etkilendiğini belirlemek için oluşturmuşlar ve bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki veya model içindeki ilişkileri belirlemek için sorular sorma kriterini yansıtmışlardır. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan (modül 3) uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliğinde bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi, *“3D yazıcıdan çıkan roketin hafif ve dört kanadı olması lazım... Kanatlar havayı yarabilsin... Hafif olursa yer çekiminden çok etkilenmez.”* ve uzayda bilim nasıl işler? etkinliğinde bir Fen Bilgisi Öğretmen adayı, *“Ortamdaki havayı en aza indirmemiz lazım. Ama basınç sıfır olunca kap dayanmayabilir... Hem de kabın içini görmemiz lazım... Bunlara göre farklı*

bir tasarım olmalı...” ifadelerinde bir tasarım problemini birden fazla değişkeni göz önünde bulundurarak tanımlamışlar ve bir ürünün geliştirilmesi ile çözülebilecek bir tasarım problemini çoklu kriterler ve kısıtlamalar ile tanımlama kriterini yansıtmışlardır. Elde edilen bu bulgulara göre, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının sorular sorma ve problemleri tanımlama niteliğini bilim şenlikleri modülü dışında yer alan tüm modüllerde yansıttıkları ifade edilebilir.

4.2.3.2. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının modelleri geliştirme ve kullanma niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

Modelleri geliştirme ve kullanma teması, katılımcıların uygulama sürecinde fikirlerini ve açıklamalarını tasvir etmek ve oluşturulması düşünülen ürünü tasarlamak ve revize etmek için modelleri kullanmalarını ifade etmektedir. Bu modeller, şemalar, çizimler, gerçek kopyalar, matematiksel gösterimler, analogiler ve bilgisayar simülasyonları olarak sıralanabilir (NRC, 2012). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerinin uygulama sürecinde modelleri geliştirme ve kullanma niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular Şekil 4.4’te sunulmuştur.



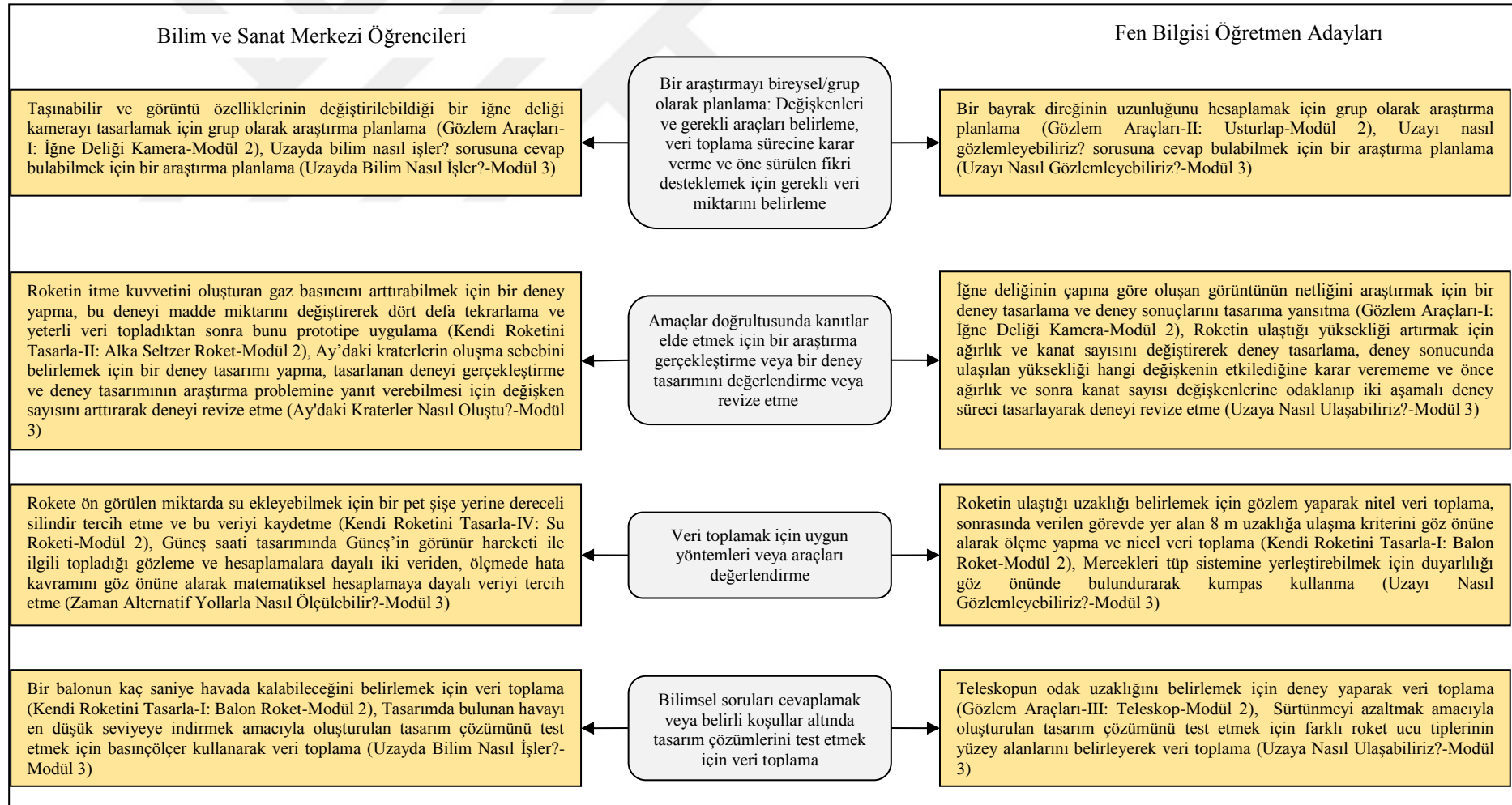
Şekil 4.4 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde modelleri geliştirme ve kullanma niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

Şekil 4.4'e bakıldığında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının modelleri geliştirme ve kullanma niteliğini, uygulamalara önerilen tasarım için modelin sınırlarını değerlendirme, kanıtlara dayalı olarak bir model oluşturma, değişkenler arasındaki ilişkileri göstermek için bir model geliştirme veya mevcut bir modeli revize etme, olguları tahmin etmek veya tanımlamak için bir model geliştirme veya kullanma ve doğadaki veya tasarlanan üründeki bir olguyla ilgili fikirleri test etmek amacıyla veri toplamak için bir model kullanma veya geliştirme kriterlerini yansıtarak sağladıkları görülmektedir.

Modelleri geliştirme ve kullanma niteliği, her iki katılımcı grubu için de cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler (modül 2) ve araştırma ve tasarım projeleri (modül 3) modüllerinde yer alan etkinliklerde desteklenmiştir. İlgili niteliğin modüller kapsamında katılımcılar tarafından nasıl yansıtıldığına ilişkin şu örnekler verilebilir: Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde (modül 2) yer alan gözlem araçları-I: İğne deliği kamera etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup, iğne deliği ve ekran arasındaki uzaklık değişiminin görüntü oluşumuna etkisini deneyerek buna uygun çizim yapma ve gözlem araçları-III: Teleskop etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup, ince kenarlı merceklerin odak uzaklıklarını belirleyerek buna uygun bir çizim yapma davranışlarını göstererek kanıtlara dayalı olarak bir model oluşturma kriterini yansıtmışlardır. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde ise uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup, roket prototiplerinde farklı kanat türlerinin etkisini belirmemek amacıyla, üç farklı kanat tipini içeren küçük boyutta kağıttan modelleri oluşturma ve test sonuçlarına göre tasarım çizimlerini revize etme ve zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir? etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup, güneş saati tasarımında iki farklı güneş saati türü belirleme ve bu saatleri kullanılabilirlik kriterine göre test etmek için küçük boyutta modelleri oluşturma, test etme ve sonuçlara göre analematic güneş saatini seçme davranışlarını göstererek doğadaki veya tasarlanan üründeki bir olguyla ilgili fikirleri test etmek amacıyla veri toplamak için bir model kullanma veya geliştirme kriterini yansıtmışlardır. Elde edilen bu bulgulara göre, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının modelleri geliştirme ve kullanma niteliğini cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modüllerinde yansıttıkları söylenebilir.

4.2.3.3. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırmayı planlama ve gerçekleştirme niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

Araştırmayı planlama ve gerçekleştirme teması, katılımcıların uygulamalarda bireysel veya grup olarak araştırma sürecini tasarlamalarını ve gerçekleştirmelerini içerir. Bu araştırmaların sistematik, veri kaynaklarının güvenilir ve değişkenlerinin belirlenmiş olması beklenmektedir. Ürün oluşturma odaklı bir etkinlikte ise araştırma süreci farklı koşullar altında tasarımların etkinliği, verimliliği veya dayanıklılığı gibi gereklilikleri belirlemek için kullanılır (NRC, 2012). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde araştırmayı planlama ve gerçekleştirme niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular Şekil 4.5'te sunulmuştur.



Şekil 4.5 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde araştırmayı planlama ve gerçekleştirme niteliğini yansıtma ilişkilerine ilişkin bulgular

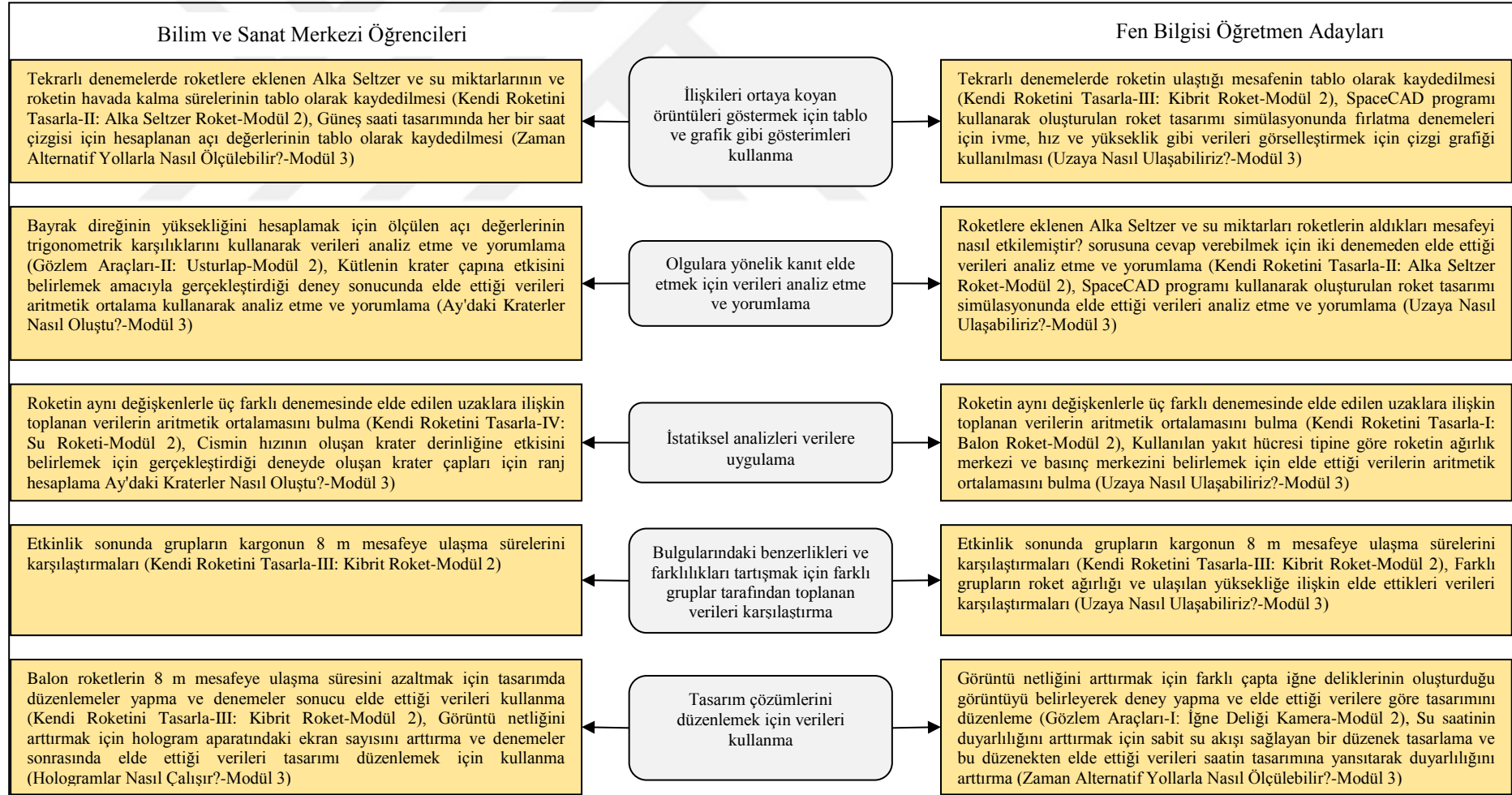
Şekil 4.5 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırmayı planlama ve gerçekleştirme niteliğini uygulamalara bir araştırmayı bireysel/grup olarak planlama: Değişkenleri ve gerekli araçları belirleme, amaçlar doğrultusunda kanıtlar elde etmek için bir araştırma gerçekleştirme veya bir deney tasarımını değerlendirme veya revize etme, amaçlar doğrultusunda kanıtlar elde etmek için bir araştırma gerçekleştirme veya bir deney tasarımını değerlendirme veya revize etme, veri toplamak için uygun yöntemleri veya araçları değerlendirme ve bilimsel soruları cevaplamak veya belirli koşullar altında tasarım çözümlerini test etmek için veri toplama kriterlerini yansıtarak sağladıkları anlaşılmaktadır.

Araştırmayı planlama ve gerçekleştirme niteliği, her iki katılımcı grubu için de cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler (modül 2) ve araştırma ve tasarım projeleri (modül 3) modüllerinde yer alan etkinliklerde desteklenmiştir. İlgili niteliğin modüller kapsamında katılımcılar tarafından nasıl yansıtıldığına ilişkin şu örnekler verilebilir: Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde (modül 2) yer alan gözlem araçları-I: İğne deliği kamera etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan gruplar, taşınabilir ve görüntü özelliklerinin değiştirilebildiği bir iğne deliği kamerayı tasarlamak için grup olarak araştırma planlama ve gözlem araçları-II: Usturlap etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan gruplar, bir bayrak direğinin uzunluğunu hesaplamak için grup olarak araştırma planlama davranışlarını göstererek bir araştırmayı bireysel/grup olarak planlama: Değişkenleri ve gerekli araçları belirleme, veri toplama sürecine karar verme ve öne sürülen fikri desteklemek için gerekli veri miktarını belirleme kriterini yansıtmışlardır. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan (modül 3) Ay'daki kraterler nasıl oluştu? etkinliğinde bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinin, Ay'daki kraterlerin oluşma sebebini belirlemek için bir deney tasarımı yapma, tasarlanan deneyi gerçekleştirme ve deney tasarımının araştırma problemine yanıt verebilmesi için değişken sayısını arttırarak deneyi revize etme ve uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grubun, roketin ulaştığı yüksekliği arttırmak için ağırlık ve kanat sayısını değiştirerek deney tasarlama, deney sonucunda ulaşılan yüksekliği hangi değişkenin etkilediğine karar verememe ve önce ağırlık ve sonra kanat sayısı değişkenlerine odaklanıp iki aşamalı deney süreci tasarlayarak deneyi revize etme davranışlarını göstererek amaçlar doğrultusunda kanıtlar elde etmek için bir araştırma gerçekleştirme veya bir deney tasarımını değerlendirme veya revize etme kriterini yansıtmışlardır. Elde edilen bu

bulgular, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırmayı planlama ve gerçekleştirme niteliğini cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modüllerinde yansıttıklarının bir göstergesidir.

4.2.3.4. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının verilerin analizi ve yorumlanması niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

Verilerin analizi ve yorumlanması teması, katılımcıların uygulamalar boyunca gerçekleştirdikleri araştırmalardan elde ettikleri verileri anlamlandırmalarını ifade etmektedir. Bu süreçte, katılımcılar veriler arasındaki ilişki ve desenleri ortaya koyabilmek için tablolaştırma, grafiksel yorumlama, görselleştirme veya istatistiksel analiz gibi araçlar kullanılabilirler. Ürün oluşturma odaklı etkinliklerde, prototiplerin test sürecinde elde edilen verilerin analizi, tasarım problemleri için farklı çözümlerin karşılaştırılmasını ve belirlenen değişkenlerin tasarım kriterlerini ne kadar iyi karşıladığının belirlenmesini sağlar (NRC, 2012). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde verilerin analizi ve yorumlanması niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular Şekil 4.6'da sunulmuştur.



Şekil 4.6 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde verilerin analizi ve yorumlanması niteliğine yansıtılmalarına ilişkin bulgular

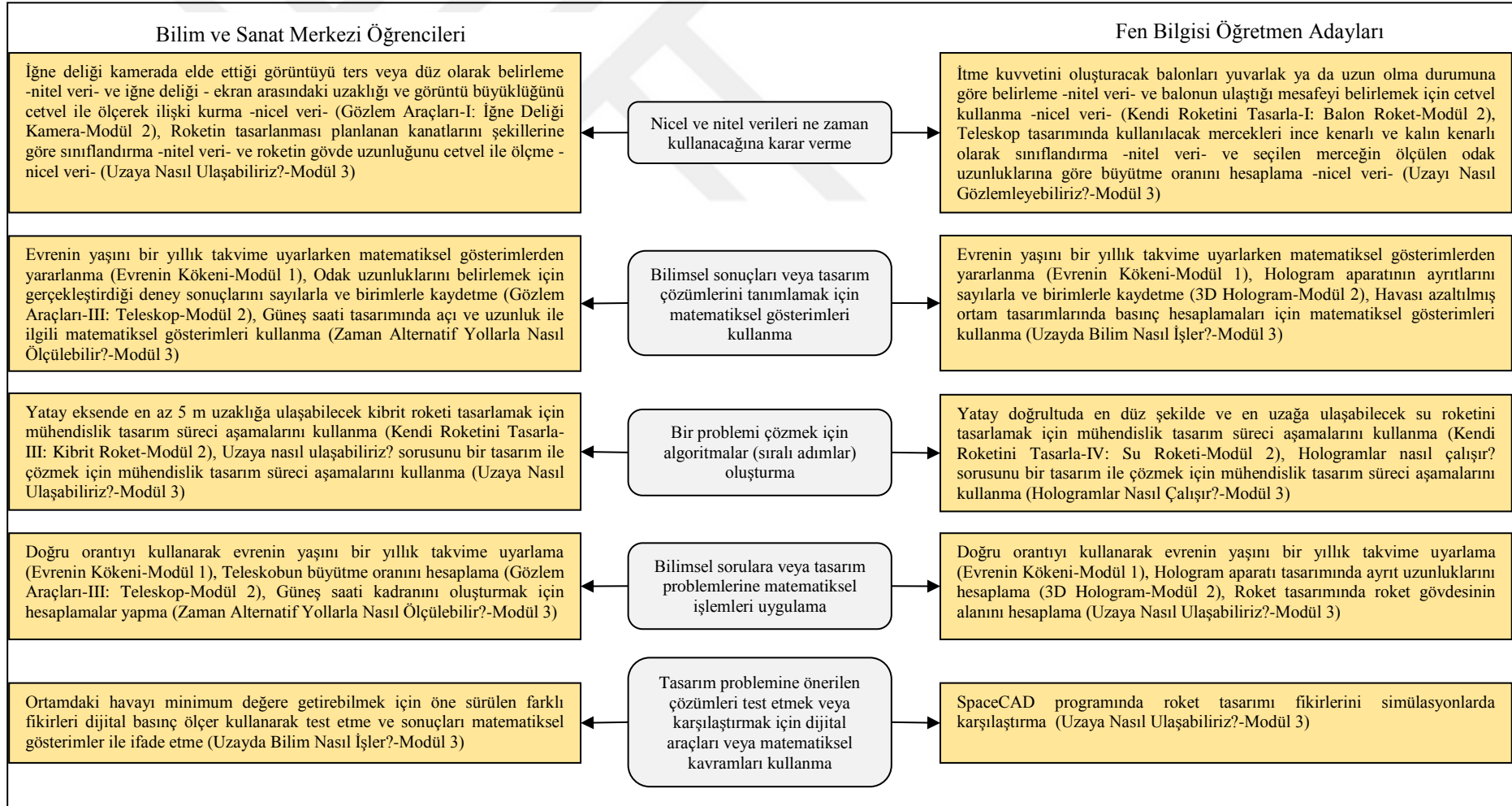
Şekil 4.6'ya göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının verilerin analizi ve yorumlanması niteliğini uygulamalara ilişkileri ortaya koyan örüntüleri göstermek için tablo ve grafik gibi gösterimleri kullanma, olgulara yönelik kanıt elde etmek için verileri analiz etme ve yorumlama, istatistiksel analizleri verilere uygulama, bulgularındaki benzerlikleri ve farklılıkları tartışmak için farklı gruplar tarafından toplanan verileri karşılaştırma ve tasarım çözümlerini düzenlemek için verileri kullanma kriterlerini yansıtarak sağladıkları anlaşılmaktadır.

Verilerin analizi ve yorumlanması niteliği, her iki katılımcı grubu için de cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler (modül 2) ve araştırma ve tasarım projeleri (modül 3) modüllerinde yer alan etkinliklerde desteklenmiştir. İlgili niteliğin modüller kapsamında katılımcılar tarafından nasıl yansıtıldığına ilişkin şu örnekler verilebilir: Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde (modül 2) yer alan kendi roketini tasarla-II: Alka seltzer roket etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan grupların, tekrarlı denemelerde roketlere eklenen alka seltzer ve su miktarlarının ve roketin havada kalma sürelerinin tablo olarak kaydedilmesi ve kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan grupların, tekrarlı denemelerde roketin ulaştığı mesafenin tablo olarak kaydedilmesi davranışlarını göstererek ilişkileri ortaya koyan örüntüleri göstermek için tablo ve grafik gibi gösterimleri kullanma kriterini yansıtmışlardır. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan (modül 3) hologramlar nasıl çalışır? etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup, görüntü netliğini arttırmak için hologram aparatındaki ekran sayısını artırma ve denemeler sonrasında elde ettiği verileri tasarımı düzenlemek için kullanma ve zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir? etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup, su saatinin duyarlılığını arttırmak için sabit su akışı sağlayan bir düzenek tasarlama ve bu düzenekten elde ettiği verileri saatin tasarımına yansıtarak duyarlılığını artırma davranışlarını göstererek tasarım çözümlerini düzenlemek için verileri kullanma kriterini yansıtmışlardır. Buna ek olarak, bulgularındaki benzerlikleri ve farklılıkları tartışmak için farklı gruplar tarafından toplanan verileri karşılaştırma kriteri araştırma ve tasarım projeleri modülünde (modül 3) Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından yansıtılmamıştır. Bu durumun nedeni, ilgili modülde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan grupların her biri için farklı araştırma ve tasarım projesinin bulunmasıdır. Elde edilen bu bulgulara göre, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının verilerin analizi

ve yorumlanması niteliğini cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modüllerinde yansıttıkları ifade edilebilir.

4.2.3.5. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma niteliğini yansıtma bulgularına ilişkin bulgular

Matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma teması, katılımcıların uygulamalarda matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi, denklemleri çözerken, nicel ilişkileri tanımlarken, ifade ederken ve uygularken kullanmaları gibi birçok süreci kapsamaktadır. Matematik ve hesaplama, değişkenleri ve bunlar arasındaki ilişkileri ortaya koyan birer araçtır (NRC, 2012). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma niteliğini yansıtma bulgularına ilişkin bulgular Şekil 4.7’de sunulmuştur.



Şekil 4.7 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

Şekil 4.7 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma niteliğini uygulamalara nicel ve nitel verileri ne zaman kullanacağına karar verme, bilimsel sonuçları veya tasarım çözümlerini tanımlamak için matematiksel gösterimleri kullanma, bir problemi çözmek için algoritmalar (sıralı adımlar) oluşturma, bilimsel sorulara veya tasarım problemlerine matematiksel işlemleri uygulama ve tasarım problemine önerilen çözümleri test etmek veya karşılaştırmak için dijital araçları veya matematiksel kavramları kullanma kriterlerini yansıtarak sağladıkları anlaşılmaktadır.

Matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma niteliği, her iki katılımcı grubu için de merak uyandırıcı etkinlikler (modül 1), cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler (modül 2) ve araştırma ve tasarım projeleri (modül 3) modüllerinde yer alan etkinliklerde desteklenmiştir. İlgili niteliğin modüller kapsamında katılımcılar tarafından nasıl yansıtıldığına ilişkin şu örnekler verilebilir: Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde (modül 1) yer alan evrenin kökeni etkinliğinde, bilimsel sonuçları veya tasarım çözümlerini tanımlamak için matematiksel gösterimleri kullanma kriteri evrenin yaşını bir yıllık takvime uyarlarken matematiksel gösterimlerden yararlanma davranışı ile Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından yansıtılmıştır. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan gözlem araçları-I: İğne deliği kamera etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup, iğne deliği kamerada elde ettiği görüntüyü ters veya düz olarak belirleme (nitel veri) ve iğne deliği ve ekran arasındaki uzaklığı ve görüntü büyüklüğünü cetvel ile ölçerek ilişki kurma (nicel veri) ve kendi roketini tasarla-I: Balon roket etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup, itme kuvvetini oluşturacak balonları yuvarlak ya da uzun olma durumuna göre belirleme (nitel veri) ve balonun ulaştığı mesafeyi belirlemek için cetvel kullanma (nicel veri) davranışlarını göstererek nicel ve nitel verileri ne zaman kullanacağına karar verme kriterini yansıtmışlardır. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan (modül 3) uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup, uzaya nasıl ulaşabiliriz? sorusunu bir tasarım ile çözmek için mühendislik tasarım süreci aşamalarını kullanma ve hologramlar nasıl çalışır? etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup, hologramlar nasıl çalışır? sorusunu bir tasarım ile çözmek için mühendislik tasarım süreci aşamalarını kullanma davranışlarını göstererek bir problemi çözmek için algoritmalar (sıralı adımlar) oluşturma kriterini

yansıtılmışlardır. Elde edilen bu bulgulara göre, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma niteliğini bilim şenlikleri modülü dışında yer alan tüm modüllerde yansıttıkları ifade edilebilir.

4.2.3.6. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

Açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama teması, katılımcıların uygulamalarda araştırma süreçleri sonunda bir olguya yönelik açıklama oluşturmalarını ve ürün tasarımlarında probleme yönelik çözüm tasarımlarını ifade etmektedir. Bu süreçte, açıklamaların olguya ilişkin yeterli deneysel kanıtlara dayanması, çözümlerin ise maliyet, güvenlik ve estetik gibi gerekliliklere uyum göstermesi beklenmektedir (NRC, 2012). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular Şekil 4.8’de sunulmuştur.

Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencileri		Fen Bilgisi Öğretmen Adayları
İğne deliği sayısı artırıldığında görüntü sayısının nasıl arttığını açıklama (Gözlem Araçları-I: İğne Deliği Kamera-Modül 2), Roket ucunun şekline göre roketin etki eden hava direncinin değişimini açıklama (Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?-Modül 3)	Olguları veya olayları tahmin eden veya tanımlayan değişkenler arasındaki nitel veya nicel ilişkileri içeren bir açıklama oluşturma	Oluşturulan rampanın zemin ile yaptığı açıya göre roketin ulaşabileceği uzaklığı tahmin etmek için açıklama yapma (Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket-Modül 2), Güneş'in ufuk düzlemine yaklaştıkça gölge boyunun uzamasını, ışık kaynağı ve cisim arasındaki açı ile açıklama (Zaman Alternatif Yollarla Nasıl Ölçülebilir?-Modül 3)
Su roketinin çalışma prensibini açıklamak için model oluşturma (Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi-Modül 2), Tasarlanan roketin çalışma prensibini ve kullanım şeklini açıklamak için model oluşturma (Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?-Modül 3)	Modelleri veya gösterimleri kullanarak bir açıklama oluşturma	Tasarlanan teleskobun çalışma prensibini açıklamak için model oluşturma (Gözlem Araçları-III: Teleskop-Modül 2), Havası azaltılmış ortam düzeneğinin çalışma prensibini ve kullanım şeklini açıklamak için model oluşturma (Uzayda Bilim Nasıl İşler?-Modül 3)
Kargoyu 8 metre uzaklığa taşımak için fazla şişirilmiş balon kullanarak gerçekleştirilen denemede 2 metre uzaklığa ulaşılması durumunu deney sonuçlarına göre fazla şişirilmiş balonuna etki eden sürtünme kuvvetinin daha fazla olması ile açıklama (Kendi Roketini Tasarla-I: Balon Roket-Modül 2), Dünya üzerinde tamamen havasız bir ortam oluşturulduğunda bu ortama etki edecek basınç kuvvetini hesaplayarak mevcut ortamın neden bu kuvvete dayanamayacağını açıklama (Uzayda Bilim Nasıl İşler?-Modül 3)	Geçerli ve güvenilir kanıtlara dayalı bilimsel bir açıklama oluşturma	Tekrarlı denemelerden elde ettiği kanıtlara göre Güneş tutulmasının oluşumunu açıklama (Dünya, Güneş ve Ay-Modül 2), Dayanıklılık kriteri göz önüne alınarak tasarlanan metal plakalardan yapılmış ilk prototipin havalanmaması ve bu durumu roketin ağırlık kuvvetinin yakıtın oluşturduğu itme kuvvetinden fazla olması ile açıklama (Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?-Modül 3)
Evrenin oluşumunu Büyük Patlama Teorisi ile açıklama (Evrenin Kökeni-Modül 1), Ay tutulmasını gölge oluşumu ile açıklama (Dünya, Güneş ve Ay-Modül 2), Açık hava basıncını havada bulunan gazlar ile ilişkilendirme (Uzayda bilim nasıl işler?-Modül 3)	Olguları veya olayları açıklamak için bilimsel ilke, fikir ve kanıtları kullanma	Yıldızların kırışmasını ışığın kırılması ile açıklama (Çıplak Gözle ve Teleskop ile Gökyüzü Gözlemi-Modül 1), Roketin düz bir doğrultuda hareket etmemesini hava akımı ile açıklama (Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi-Modül 2), Görüntü oluşumunu ışığın kırılması ile açıklama (Hologramlar nasıl çalışır?-Modül 3)
Taşınabilir ve görüntü özelliklerinin değiştirilebildiği bir iğne deliği kamera tasarımı yapma (Gözlem Araçları-I: İğne Deliği Kamera-Modül 2), Duyarlılık ve doğruluk gibi ölçme kavramlarını ve dayanıklılık ve kolay kullanım gibi gereklilikleri göz önünde bulundurarak bir Güneş saati tasarlama (Zaman Alternatif Yollarla Nasıl Ölçülebilir?-Modül 3)	Belirli tasarım kriterlerini ve kısıtlamalarını karşılayan bir çözüm oluşturmak için tasarım projesi gerçekleştirme	Havanın su üzerinde oluşturduğu basınçtan yararlanarak hareket eden, roket ucu, kanat ve gövdeden oluşan dayanıklı bir roket tasarımı yapma (Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi-Modül 2), Model bir roketi, ağırlık, ergonomi ve dayanıklılık gibi kriterlere göre tasarlama (Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?-Modül 3)
Kibrit roketinin ulaşabileceği maksimum uzaklığı arttırmak için yatay atış hareketini göz önünde bulundurarak rampayı 45 derecelik açıya ayarlama (Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket-Modül 2), Işığın yansıma ve kırılma özelliklerini hologram düzeneğine uygulama (Hologramlar Nasıl Çalışır?-Modül 3)	Bir ürünü tasarlamak veya test etmek için bilimsel fikirleri veya ilkeleri uygulama	Su roketinin ulaşabileceği maksimum uzaklığı arttırmak için yatay atış hareketini göz önünde bulundurarak rampayı 45 derecelik açıya ayarlama (Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi-Modül 2), Serbest düşme hareketine göre roketin paraşüt sistemini tasarlama (Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?-Modül 3)
Tasarlanan su roketi prototipini dayanıklılık kriterine göre test etme ve kriteri sağlamaması üzerine kullanılan materyalleri değiştirerek yeniden test etme yoluyla su roketi tasarımının performansını değerlendirme (Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi-Modül 2), Hologram düzeneğini görüntü kalitesi kriterine göre test etme, görüntü kalitesini arttırmak için daha güçlü bir ışık kaynağı kullanma yoluyla hologram tasarımının performansını değerlendirme (Hologramlar Nasıl Çalışır?-Modül 3)	Kriterlere öncelik vererek, işlem yapma, test etme, gözden geçirme ve yeniden test etme yoluyla bir tasarımın performansını değerlendirme	Kargoyu 8 m uzaklığa ulaştırdıktan sonra ulaşma süresini azaltmak için balon sayısı ve türünü değiştirerek balon roketin performansını değerlendirme (Kendi Roketini Tasarla-I: Balon Roket-Modül 2), Ortamdaki havayı en aza indirebilmek için sistemin dayanıklılığını arttıracak eklemeler yapma ve bunları test ederek sistemin performansını değerlendirme (Uzayda Bilim Nasıl İşler?-Modül 3)

Şekil 4.8 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

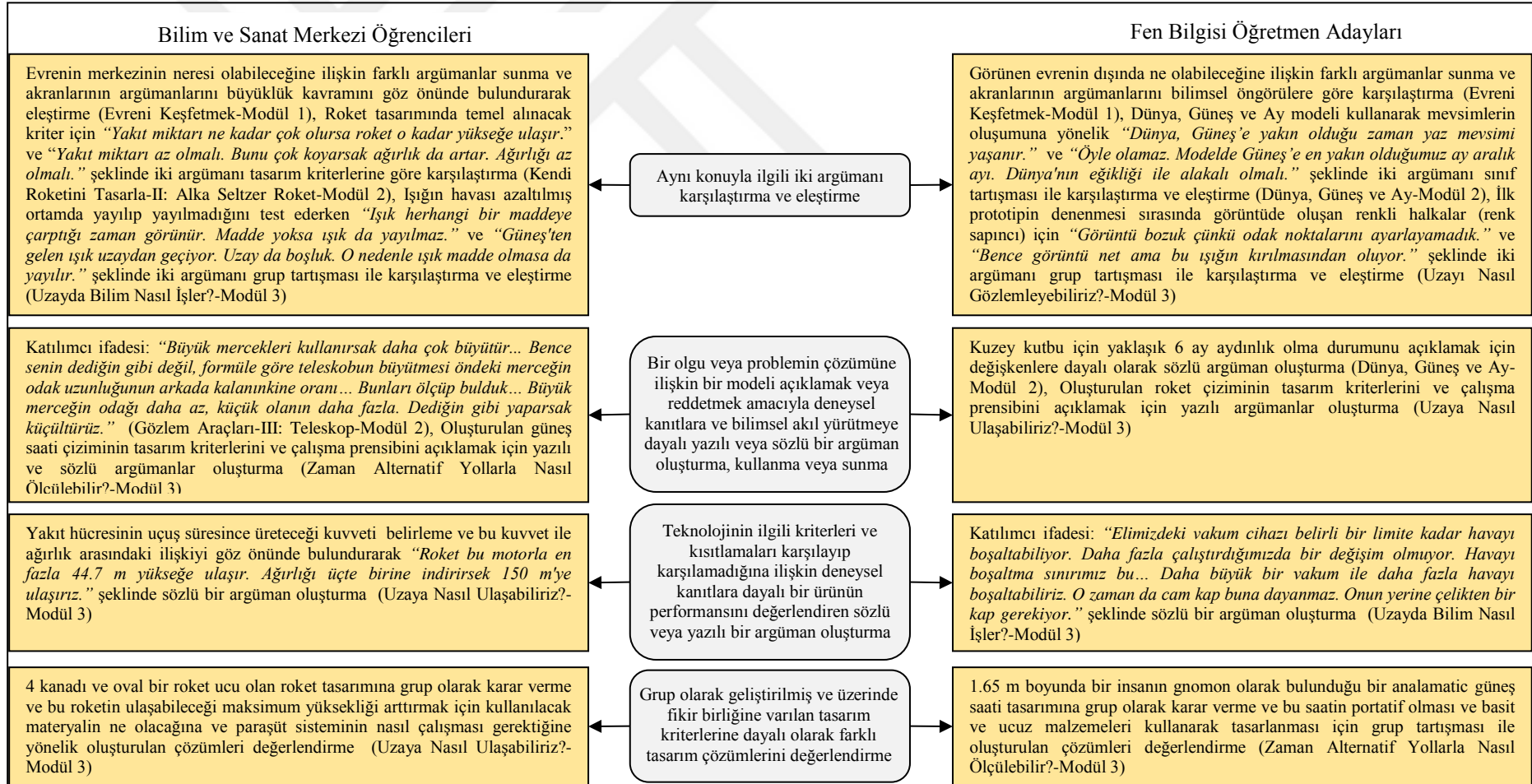
Şekil 4.8'e bakıldığında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının açıklamalar oluşturma ve çözümler tasarlama niteliğini uygulamalara olguları tahmin eden veya tanımlayan değişkenler arasındaki nitel veya nicel ilişkileri içeren bir açıklama oluşturma, modelleri veya gösterimleri kullanarak bir açıklama oluşturma, geçerli ve güvenilir kanıtlara dayalı bilimsel bir açıklama oluşturma, olguları veya olayları açıklamak için bilimsel ilke, fikir ve kanıtları kullanma, belirli tasarım kriterlerini ve kısıtlamalarını karşılayan bir çözüm oluşturmak için tasarım projesi gerçekleştirme ve kriterlere öncelik vererek, işlem yapma, test etme, gözden geçirme ve yeniden test etme yoluyla bir tasarımın performansını değerlendirme kriterlerini yansıtarak sağladıkları görülmektedir.

Açıklamalar oluşturma ve çözümler tasarlama niteliği, her iki katılımcı grubu için de merak uyandırıcı etkinlikler (modül 1), cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler (modül 2) ve araştırma ve tasarım projeleri (modül 3) modüllerinde yer alan etkinliklerde desteklenmiştir. İlgili niteliğin modüller kapsamında katılımcılar tarafından nasıl yansıtıldığına ilişkin şu örnekler verilebilir: Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde (modül 1) yer alan evrenin kökeni etkinliğinde bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinin, evrenin oluşumunu Büyük Patlama Teorisi ile açıklaması ve çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinliğinde bir Fen Bilgisi Öğretmen adayının, yıldızların kırışmasını ışığın kırılması ile açıklaması davranışları katılımcıların olguları veya olayları açıklamak için bilimsel ilke, fikir ve kanıtları kullanma kriterini yansıttıklarının bir göstergesidir. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde (modül 2) yer alan gözlem araçları-I: İğne deliği kamera etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup, iğne deliği sayısı artırıldığında görüntü sayısının nasıl arttığını açıklama ve kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup, oluşturulan rampanın zemin ile yaptığı açıya göre roketin ulaşabileceği uzaklığı tahmin etmek için açıklama yapma davranışlarını göstererek olgu ve olayları tahmin eden veya tanımlayan değişkenler arasındaki nitel veya nicel ilişkileri içeren bir açıklama oluşturma kriterini yansıtmışlardır. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan (modül 3) uzayda bilim nasıl işler? etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup, Dünya üzerinde tamamen havasız bir ortam oluşturulduğunda bu ortama etki edecek basınç kuvvetini hesaplayarak mevcut ortamın neden bu kuvvete dayanamayacağını açıklama ve uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından

oluşan bir grup, dayanıklılık kriteri göz önüne alınarak tasarlanan metal plakalardan yapılmış ilk prototipin havalanmaması durumunu roketin ağırlık kuvvetinin yakıtın oluşturduğu itme kuvvetinden fazla olması ile açıklama davranışları ile geçerli ve güvenilir kanıtlara dayalı bilimsel bir açıklama oluşturma kriterini yansıtmışlardır. Elde edilen bu bulgulara göre, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının açıklamalar oluşturma ve çözümler tasarlama niteliğini merak uyandırıcı etkinlikler, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modüllerinde yansıttıkları ifade edilebilir.

4.2.3.7. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

Kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma teması, katılımcıların uygulama sürecinde kanıta dayalı sonuçlara ve çözümlere ulaşmalarını ifade etmektedir. Kanıta dayalı akıl yürütme ve argümanlar, bir olguya yönelik en iyi açıklamayı ve bir tasarım probleminin en iyi çözümünü belirleyebilmek için gereklidir. Bu süreçte, katılımcıların farklı fikirleri karşılaştırması ve değerlendirilmesi beklenmektedir (NRC, 2012). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular Şekil 4.9'da sunulmuştur.



Şekil 4.9 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma niteliğini yansıtma ilişkisine ilişkin bulgular

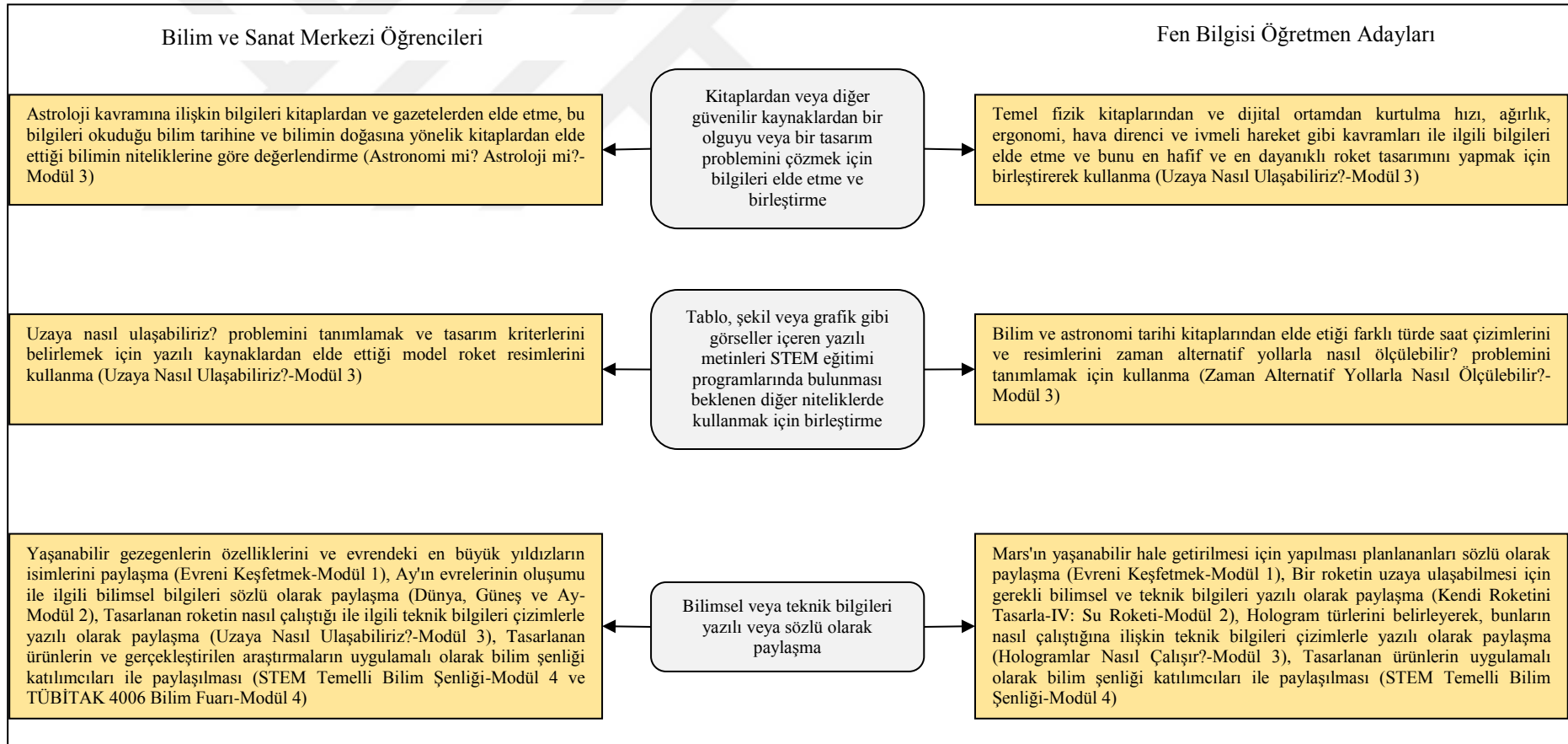
Şekil 4.9'a göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma niteliğini uygulamalara aynı konuyla ilgili iki argümanı karşılaştırma ve eleştirme, bir olgu veya problemin çözümüne ilişkin bir modeli açıklamak veya reddetmek amacıyla deneysel kanıtlara ve bilimsel akıl yürütmeye dayalı yazılı veya sözlü bir argüman oluşturma, kullanma veya sunma, teknolojinin ilgili kriterleri ve kısıtlamaları karşılayıp karşılamadığına ilişkin deneysel kanıtlara dayalı bir ürünün performansını değerlendiren sözlü veya yazılı bir argüman oluşturma ve grup olarak geliştirilmiş ve üzerinde fikir birliğine varılan tasarım kriterlerine dayalı olarak farklı tasarım çözümlerini değerlendirme kriterlerini yansıtarak sağladıkları anlaşılmaktadır.

Kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma niteliği, her iki katılımcı grubu için de merak uyandırıcı etkinlikler (modül 1), cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler (modül 2) ve araştırma ve tasarım projeleri (modül 3) modüllerinde yer alan etkinliklerde desteklenmiştir. İlgili niteliğin modüller kapsamında katılımcılar tarafından nasıl yansıtıldığına ilişkin şu örnekler verilebilir: Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde (modül 1) yer alan evreni keşfetmek etkinliğinde aynı konuyla ilgili iki argümanı karşılaştırma ve eleştirme kriteri ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından sırasıyla evrenin merkezinin neresi olabileceğine ilişkin farklı argümanlar sunma ve akranlarının argümanlarını büyüklük kavramını göz önünde bulundurarak eleştirme ve görünen evrenin dışında ne olabileceğine ilişkin farklı argümanlar sunma ve akranlarının argümanlarını bilimsel öngörülere göre karşılaştırma davranışları ile yansıtılmıştır. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan gözlem araçları-III: Teleskop etkinliğinde bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi, *“Büyük mercekleri kullanırsak daha çok büyütür... Bence senin dediğin gibi değil, formüle göre teleskobun büyütmesi öndeki merceğin odak uzunluğunun arkada kalanına oranı... Bunları ölçüp bulduk... Büyük merceğin odağı daha az, küçük olanın daha fazla. Dediğin gibi yaparsak küçültürüz.”* ifadesini kullanarak ve Dünya, Güneş ve Ay etkinliğinde Fen bilgisi Öğretmen adayları kuzey kutbu için yaklaşık 6 ay aydınlık olma durumunu açıklamak için değişkenlere dayalı olarak sözlü argüman oluşturarak bir olgu veya problemin çözümüne ilişkin bir modeli açıklamak veya reddetmek amacıyla deneysel kanıtlara ve bilimsel akıl yürütmeye dayalı yazılı veya sözlü bir argüman oluşturma, kullanma veya sunma kriterini yansıtmışlardır. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan (modül 3) uzaya

nasıl ulaşabiliriz? etkinliğinde bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi, yakıt hücresinin uçuş süresince üreteceği kuvveti belirleme ve bu kuvvet ile ağırlık arasındaki ilişkiyi göz önünde bulundurarak “Roket bu motorla en fazla 44.7 m yükseğe ulaşır. Ağırlığı üçte birine indirirsek 150 m’ye ulaşırız.” ve Uzayda Bilim Nasıl İşler? etkinliğinde bir Fen Bilgisi Öğretmen adayı, “Elimizdeki vakum cihazı belirli bir limite kadar havayı boşaltabiliyor. Daha fazla çalıştırdığımızda bir değişim olmuyor. Havayı boşaltma sınırımız bu... Daha büyük bir vakum ile daha fazla havayı boşaltabiliriz. O zaman da cam kap buna dayanmaz. Onun yerine çelikten bir kap gerekiyor.” ifadelerini kullanarak teknolojinin ilgili kriterleri ve kısıtlamaları karşılayıp karşılamadığına ilişkin deneysel kanıtlara dayalı bir ürünün performansını değerlendiren sözlü veya yazılı bir argüman oluşturma kriterini yansıtmışlardır. Elde edilen bu bulgulara göre, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma niteliğini bilim şenlikleri modülü dışında yer alan tüm modüllerde yansıttıkları söylenebilir.

4.2.3.8. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular

Bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi teması, katılımcıların uygulama sürecinde ürettikleri fikirleri ve yöntemleri açıkça ve ikna edici bir şekilde sunmalarını kapsamaktadır. Bu bağlamda, katılımcılar iletişim aracı olarak tabloları, şemaları, grafikleri, modelleri, denklemleri, sözlü ve yazılı araçları veya grup tartışmalarını kullanabilirler (NRC, 2012). Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğini yansıtmalarına ilişkin bulgular Şekil 4.10’da sunulmuştur.



Şekil 4.10 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının etkinliklerin uygulama sürecinde bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğini yansıtma ve bilgi iletilişimi niteliğini yansıtma

Şekil 4.10 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğini uygulamalara kitaplardan veya diğer güvenilir kaynaklardan bir olguyu veya bir tasarım problemini çözmek için bilgileri elde etme ve birleştirme, tablo, şekil veya grafik gibi görseller içeren yazılı metinleri STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen diğer niteliklerde kullanmak için birleştirme ve bilimsel veya teknik bilgileri yazılı veya sözlü olarak paylaşma kriterlerini yansıtarak sağladıkları görülmektedir.

Bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliği, her iki katılımcı grubu için de merak uyandırıcı etkinlikler (modül 1), cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler (modül 2), araştırma ve tasarım projeleri (modül 3) ve bilim şenlikleri (modül 4) modüllerinde yer alan etkinliklerde desteklenmiştir. İlgili niteliğin modüller kapsamında katılımcılar tarafından nasıl yansıtıldığına ilişkin şu örnekler verilebilir: Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde (modül 1) yer alan evreni keşfetmek etkinliğinde bilimsel veya teknik bilgileri yazılı veya sözlü olarak paylaşma kriterini Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları sırasıyla yaşanabilir gezegenlerin özelliklerini ve evrendeki en büyük yıldızların isimlerini paylaşma ve Mars'ın yaşanabilir hale getirilmesi için yapılması planlananları sözlü olarak paylaşma davranışları ile yansıtmışlardır. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde (modül 2) yer alan Dünya, Güneş ve Ay etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri, Ay'ın evrelerinin oluşumu ile ilgili bilimsel bilgileri sözlü olarak paylaşma ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları, kendi roketini tasarla-IV: Su roketi etkinliğinde bir roketin uzaya ulaşabilmesi için gerekli bilimsel ve teknik bilgileri yazılı olarak paylaşma davranışları ile yine bilimsel veya teknik bilgileri yazılı veya sözlü olarak paylaşma kriterini yansıtmışlardır. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan (modül 3) uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup, uzaya nasıl ulaşabiliriz? problemini tanımlamak ve tasarım kriterlerini belirlemek için yazılı kaynaklardan elde ettiği model roket resimlerini kullanma ve zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir? etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup, bilim ve astronomi tarihi kitaplarından elde ettiği farklı türde saat çizimlerini ve resimlerini zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir? problemini tanımlamak için kullanma davranışlarını tablo, şekil veya grafik gibi görseller içeren yazılı metinleri STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen diğer niteliklerde kullanmak için birleştirme kriterini yansıtırken kullanmışlardır. Bilim

şenlikleri (modül 4) modülünde yer alan STEM Temelli Bilim Şenliği ve TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarı'nda Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri, tasarlanan ürünlerin ve gerçekleştirilen araştırmaların uygulamalı olarak bilim şenliği katılımcıları ile paylaşılması ile ve STEM Temelli Bilim Şenliği'nde Fen Bilgisi Öğretmen adayları, tasarlanan ürünlerin uygulamalı olarak bilim şenliği katılımcıları ile paylaşılması ile bilimsel veya teknik bilgileri yazılı veya sözlü olarak paylaşma kriterlerini yansıtmışlardır. Elde edilen bu bulgular, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğini tüm modüllerde yansıttıklarının bir göstergesidir.

Araştırmacı gözlem notlarından elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının merak uyandırıcı etkinlikler modülünde (modül 1) sorular sorma ve problemleri tanımlama, matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma, açıklamalar oluşturma ve çözümler tasarlama, kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma ve bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliklerini, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde (modül 2) ise sorular sorma ve problemleri tanımlama, modelleri geliştirme ve kullanma, araştırmayı planlama ve gerçekleştirme, verilerin analizi ve yorumlanması, matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma, açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama, kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma ve bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliklerini yansıttıkları söylenebilir. Buna ek olarak, araştırma ve tasarım projeleri modülünde (modül 3) sorular sorma ve problemleri tanımlama, modelleri geliştirme ve kullanma, araştırmayı planlama ve gerçekleştirme, verilerin analizi ve yorumlanması, matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma, açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama, kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma ve bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliklerinin ve bilim şenlikleri modülünde (modül 4) ise bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğinin uygulama sürecinde her iki çalışma grubu tarafından da yansıtıldığı ifade edilebilir. Uygulama sürecine bütünsel olarak bakıldığında, STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen niteliklerin dört modülün uygulama sürecinde desteklendiği ve beklenen bu niteliklerin katılımcılar tarafından yansıtıldığı değerlendirilebilir.

4.3. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Etkinlik Boyutunda Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerini, etkinlik boyutunda değerlendirebilmek amacıyla uygulama sürecinde etkinliklerin gözlemlenmesine dayalı olarak uygulanan etkinlik değerlendirme formu ve uygulama süreci sonunda katılımcıların tasarladıkları ürünlerin değerlendirildiği ürün değerlendirme formlarından elde edilen verilere ilişkin bulgular sırasıyla sunulmuştur.

4.3.1. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular

Araştırmanın on sekizinci alt problemi, “Araştırma kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri, STEM eğitimi etkinliklerinin özelliklerini ne düzeyde taşımaktadır?” şeklindedir. Bu bağlamda, uygulama sürecinde etkinliklerin değerlendirilebilmesi için araştırmacı tarafından geliştirilen gözleme dayalı etkinlik değerlendirme formundan yararlanılmıştır. Bu form, araştırmanın uygulanabilirliği düşünülerek yalnızca Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen etkinlikler için kullanılmış ve veriler, dış gözlemci rolünü üstlenen bir araştırmacı tarafından toplanmıştır. Etkinlik değerlendirme formundan elde edilen veriler her bir etkinlik için dört tema ve temaların altında yer alan on bir alt tema, alt temaların göstergesi olarak belirlenen toplam yirmi dokuz nitelik, dış gözlemci rolünü üstlenen araştırmacı tarafından 0, 1, 2 ve 3 olarak puanlanan niteliklerin sağlanma düzeyleri ve niteliklerin sağlanma düzeylerine gerekçe oluşturan gözlem, kanıt veya örnekleri kapsamaktadır. İlgili temalar, öğrenme ortamı, etkinlik, STEM konu alanı ve uygulamaları ve STEM alanlarında gelişim olarak ifade edilebilir. İlgili alt temalar ise, öğrenme ortamı teması altında organizasyon ve materyal alt temaları, etkinlik teması altında amaca uygunluk, katılım, STEM etkinlikleri ile etkileşim ve değerlendirme alt temaları, STEM konu alanı ve uygulamaları teması altında STEM içeriği öğretimi, sorgulama ve yansıtma alt temaları ve STEM alanlarında gelişim teması altında yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt temaları olarak sıralanabilir. Etkinlik değerlendirme formundan elde edilen veriler, her bir modül bağlamında tablo ve grafiklere dönüştürülmüştür. Etkinlik değerlendirme formlarından elde edilen veriler kapsamında ulaşılan bulgular, merak uyandırıcı etkinlikler ve cesaretlendirici ve beceri

kazandırıcı etkinlikler modülleri için ayrı ayrı ve araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri modülleri için bulguların gösterim kolaylığı göz önünde bulundurularak birlikte sunulmuştur.

4.3.1.1. Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular

Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde, evreni keşfetmek, evrenin kökeni, çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi, araştırma laboratuvarları merkezi ve mulaj müzesi gezisi ve artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamaları olmak üzere toplam beş etkinlik bulunmaktadır. Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklere ilişkin etkinlik değerlendirme formundan elde edilen bulgular Tablo 4.34'te sunulmuştur.

Tablo 4.34

Merak Uyandırıcı Etkinlikler Modülünde Yer Alan Etkinliklere İlişkin Etkinlik Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Alt Tema	Nitelik	Etkinliğin Nitelik Puanı				
			Evreni Keşfetmek	Evrenin Kökeni	Çıplak Gözle ve Teleskop ile Gökyüzü Gözlemi	Araştırma Laboratuvarları Merkezi ve Mulaj Müzesi Gezisi	Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Uygulamaları
Öğrenme Ortamı	Organizasyon	Etkinlik için uygun ortam organize edilmiştir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik için ayrılan süre yeterlidir.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte aktiviteler arası geçişler düzenli bir şekilde gerçekleşmiştir.	3	3	3	3	3
	Materyal	Materyaller öğrenme hedefleri için uygundur.	3	3	3	3	3
		Etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için gerekli materyaller mevcuttur.	3	3	3	3	3
Etkinlik	Amaca Uygunluk	Etkinlik öğrenme hedefleriyle ilişkilidir.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrenme hedeflerinin gerçekleştirilmesi için yeterince zaman harcanmıştır.	3	3	3	3	3
	Katılım	Etkinlik öğrencilerin aktivitelere eşit derecede katılımını sağlamıştır.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrenciler aktivitelere katılım için teşvik edilmiştir.	3	3	3	3	3
	STEM Etkinlikleri ile Etkileşim	Etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir.	1	2	3	1	2
	Değerlendirme	Etkinlik tamamlayıcı (süreç odaklı) ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermektedir.	3	3	3	1	1

STEM Konu Alanı ve Uygulamaları	STEM İçeriği Öğretimi	Etkinlik farklı STEM alanlarını içermektedir.	3	3	3	3	3	
		Etkinlik disiplinlerin entegrasyonunu içermektedir.	3	3	3	3	3	
		Etkinlik mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir.	0	0	0	0	0	
		Etkinlik, hataları öğrenmenin bir parçası olarak kabul etmektedir.	0	2	3	2	2	
		Etkinlik öğrencilerin konu ile ilgili kavramları doğru bir şekilde anladıklarına yönelik kanıtlar sunmalarına olanak tanımaktadır.	3	3	3	3	3	
		Etkinlik ürün oluşturma odaklıdır.	0	0	0	0	0	
	Sorgulama	Etkinlik öğrencilerin bilimsel temelli sorularla meşgul olmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	
		Etkinlikte öğrencilerin kanıta dayalı düşünme becerileri desteklenmektedir.	3	3	3	3	3	
		Etkinlik öğrencilerin mevcut fikirlerinin ortaya çıkarılmasına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	
		Etkinlik öğrencilerin kendi araştırmalarını yapmalarına olanak sağlamaktadır.	0	0	3	0	0	
		Etkinlik öğrencilerin veri toplama, analiz etme ve yorumlama süreçlerini kullanmalarını sağlamaktadır.	0	1	0	0	0	
		Etkinlik öğrencilerin bir sorun için farklı çözümler üretmesine olanak sağlamaktadır.	1	1	1	0	0	
		Etkinlik öğrencilerin düşüncelerini veya bulgularını akranları ile paylaşmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	
	Yansıtma	Etkinlikte öğrenciler öğrendiklerini yansıtmaları için teşvik edilmektedir.	3	3	3	3	3	
		Etkinlik öğrencilerin öğrendiklerine yönelik yansıtma yapmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	
	STEM Alanlarında Gelişim	Yaşamla İlişkilendirme	Etkinlikte gerçek yaşam ve öğrencilerin deneyimleriyle ilgili problem ya da konularla ilişki kurulmuştur.	3	3	3	3	3
			Etkinlik öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemektedir.	3	3	3	3	3
		Gelişim	Etkinlik öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklemektedir.	3	3	3	3	3

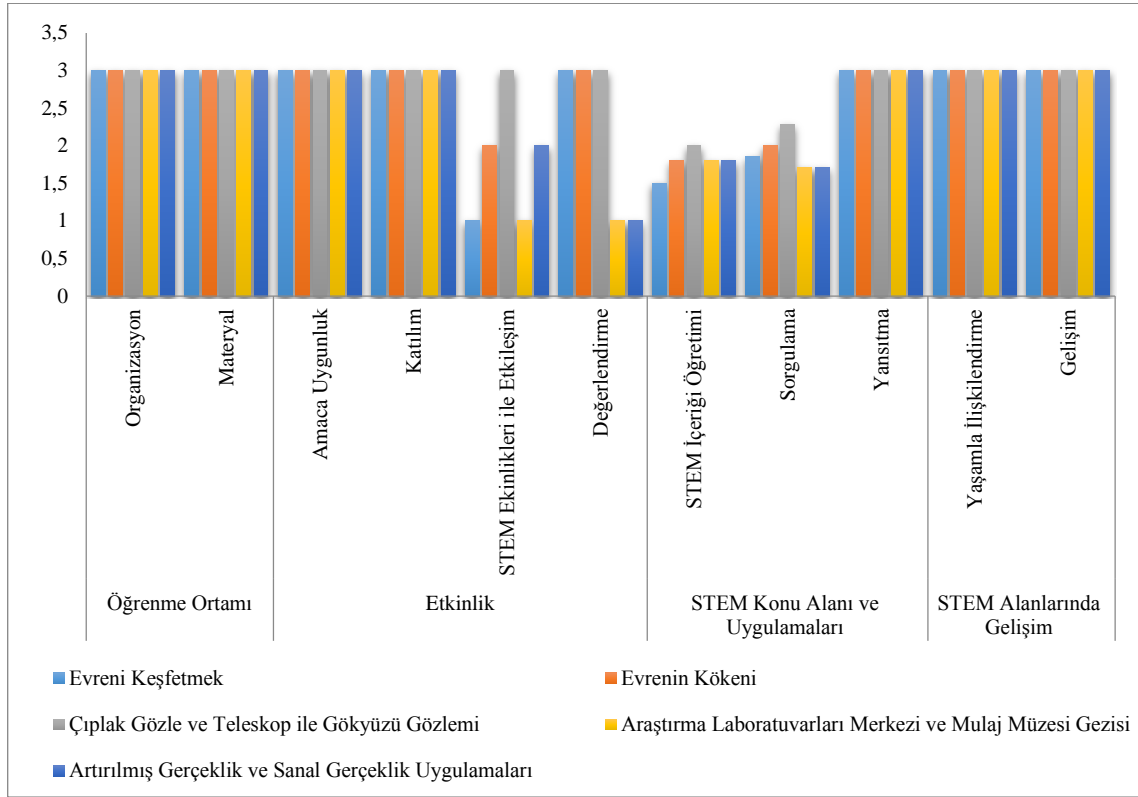
Tablo 4.34 incelendiğinde merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan, evreni keşfetmek, evrenin kökeni, çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi, araştırma laboratuvarları merkezi ve mulaj müzesi gezisi ve artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamaları etkinliklerinin, öğrenme ortamı ve STEM alanlarında gelişim temalarında bulunan sırasıyla organizasyon ve materyal ve yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt temaları için nitelikleri 3 puan düzeyinde karşıladığı anlaşılmaktadır. Etkinlik teması için amaca uygunluk ve katılım alt temalarında bulunan tüm nitelikler, beş etkinlik için de 3 puan düzeyinde sağlanmakta, STEM etkinlikleri ile etkileşim alt temasında bulunan nitelik yalnızca çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinliği için 3 puan düzeyinde ve diğer etkinlikler için farklı puan düzeylerinde ve değerlendirme alt temasında bulunan nitelik, evreni keşfetmek, evrenin kökeni ve çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinlikleri için 3 puan düzeyinde ve diğer etkinlikler için farklı puan düzeylerinde karşılanmakta olduğu görülmektedir. STEM konu alanı ve uygulamaları teması için ise yansıtma alt teması altında bulunan niteliklerin, modülde yer alan tüm etkinlikler için 3 puan düzeyinde ve STEM içeriği öğretimi ve sorgulama alt temasında bulunan bazı niteliklerin, ilgili etkinlikler için farklı puan düzeylerinde sağlandığı gözlemlenmektedir.

Dış gözlemci rolünü üstlenen araştırmacı tarafından 0, 1, 2 ve 3 olarak puanlanan niteliklerin sağlanma düzeyleri ve niteliklerin sağlanma düzeylerine gerekçe oluşturan gözlem, kanıt veya örnekleri içeren bulgular için bir örnek her bir alt tema bağlamında evreni keşfetmek etkinliği için şu şekilde verilebilir: Organizasyon alt teması; etkinlik için uygun ortam organize edilmiştir (3 puan): Etkinlik için hazırlanan ortam öğrencilerin U düzeninde oturdukları ve videoları rahatlıkla izleyebildikleri bir şekilde tasarlanmıştır. Materyal alt teması; etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için gerekli materyaller mevcuttur (3 puan): Etkinlik için gerekli teknik alt yapı mevcuttur. Bunun yanında çeşitli video ve bilgisayar programları da hazırlanmıştır. Öğrenciler için çalışma yaprakları ve diğer materyaller eksiksizdir. Amaca uygunluk alt teması; etkinlik öğrenme hedefleriyle ilişkilidir (3 puan): Etkinlik konusu, büyüklük, uzaklık, evrendeki konum, bilimin çalışma aralığı ve STEM ve astronomi ilişkisidir. Etkinlik bu konular üzerinden ilerlemiştir. Etkinlik sonunda da öğrenciler, uzay ve astronomi ile ilgili en çok merak ettikleri soruları bir kağıda yazarak sınıfın görünür bir yerine asmışlardır. Bu durumlar, etkinlik-hedef ilişkisini yansıtmaktadır. Katılım alt teması; etkinlik öğrencilerin aktivitelere eşit derecede katılımını sağlamıştır (3 puan): Etkinlikte toplam

32 öğrenci bulunmaktadır. Etkinlik akışı uygulayıcının farklı soruları ve öğrencilerin cevapları ile ilerlemektedir. Bu sorulara verilen cevapların farklı katılımcılardan alınmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca, “Astronomi ile ilgili üç kavram söyleyebilir misiniz?” ve “Gittiğiniz en uzak yerler neresiydi?” gibi sorularda tüm öğrencilerin cevapları dinlenmiştir. STEM ekinlikleri ile etkileşim alt teması; etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir (1 puan): Etkinlik, öğrencilerin sadece sorulara cevap vermelerini, mevcut bilgilerini ortaya koymalarını veya bir duruma yönelik çıkarım yapmalarını içermektedir. Bundan dolayı minds-on süreçler etkinlikte vardır. Ancak, hands-on süreçler yoktur. Değerlendirme alt teması; etkinlik tamamlayıcı (süreç odaklı) ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermektedir (3 puan): Öğrencilerin uygulama sürecinde kendi kendilerini değerlendirmeleri için çalışma yapraklarından yararlanılmıştır. STEM içeriği öğretimi alt teması; etkinlik mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir (0 puan): Etkinlikte mühendislik tasarım süreçleri içeren bir aktivite yoktur. Sorgulama alt teması; etkinlik öğrencilerin kendi araştırmalarını yapmalarına olanak sağlamaktadır (0 puan): Etkinlikte öğrencilerin kendi araştırmalarını yürütme olanakları bulunmamaktadır. Yansıtma alt teması; etkinlik öğrencilerin öğrendiklerine yönelik yansıtma yapmalarına olanak sağlamaktadır (3 puan): Etkinlikte uygulama sonrası öğrenciler çalışma yapraklarını doldurmuşlar ve öğrendiklerini yazılı olarak yansıtma şansı yakalamışlardır. Ayrıca uygulama sürecinde sorulan pekiştirici sorulara verilen cevaplar da öğrencilerin öğrendiklerini sunmalarını sağlamıştır. Yaşamla ilişkilendirme alt teması; etkinlik öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemektedir (3 puan): Etkinlikte özellikle kullanılan videolar öğrencilerin ilgilerini çekmiştir. Videolarla ilgili sordukları, “Mars bu kadar uzak mı?” ve “Evrende başka canlı var mı?” soruları buna örnektir. Bunun yanında, etkinlik sonunda katılımcıların oluşturdukları evren veya uzay ile ilgili en çok merak ettikleri soruların çoğunlukla astronomi, teknoloji ve mühendislik ile çözülebilecek problemlerden oluştuğu gözlemlenmiştir. Gelişim alt teması; etkinlik öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklemektedir (3 puan): Öğrenciler, etkinlikte düşünce ve fikirlerini yazılı ve sözlü ifade etmişler ve sorulan sorulara kanıtlara ve akıl yürütmeye dayalı cevaplar vermişlerdir. Bu bağlamda, etkinlikte iletişim ve eleştirel düşünme becerileri desteklenmiştir.

Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan, evreni keşfetmek, evrenin kökeni, çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi, araştırma laboratuvarları merkezi ve

mulaj müzesi gezisi ve artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamaları etkinliklerinin ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamaları hesaplanarak grafiğe dönüştürülmüştür. Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarından elde edilen grafik Şekil 4.11’de sunulmuştur.



Şekil 4.11 Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarından elde edilen grafik

Şekil 4.11’e göre öne çıkan bulgular tema ve alt temalar bazında incelendiğinde, merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin STEM konu alanı ve uygulamaları temasında yer alan STEM içeriği öğretimi ve sorgulama alt temalarını sınırlı düzeyde karşıladığı ve etkinlik temasında yer alan STEM etkinlikleri ile etkileşim ve değerlendirme temalarını ise beş etkinlik için farklı düzeylerde sağladığı anlaşılabilir. Bu alt temalar dışında kalan tüm alt temaların, öğrenme ortamı, etkinlik, STEM konu alanı ve uygulamaları ve STEM alanlarında gelişim temaları bağlamında ilgili etkinliklerde en yüksek düzeyde sağlandığı görülmektedir.

Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklere ilişkin etkinlik değerlendirme formundan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, beş etkinlik için de öğrenme ortamları temasında ortam organizasyonlarının ve etkinlikler için gerekli materyallerin tamamıyla sağlandığı ifade edilebilir. Buna ek olarak, etkinliklerin amaçlarına uygun olarak gerçekleştirildiği ve öğrencilerin etkinliklere katılımının yeterli düzeyde sağlandığı söylenebilir. Buna karşın, öğrencilerin etkinliklere etkileşimini arttıracak hands-on ve minds-on aktivitelerinin sadece çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinliğinde etkili bir şekilde gerçekleştirildiği ve etkinlik değerlendirmelerinde süreç odaklı değerlendirmenin evreni keşfetmek, evrenin kökeni ve çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinliklerinde en yüksek düzeyde gerçekleştirildiği belirtilebilir. STEM konu alanı ve uygulamaları temasında ise etkinliklerin ürün odaklı bir yapıda olmaması ve bu nedenle etkinliklerde mühendislik tasarım süreçlerine yer verilmemesi de öne çıkmaktadır. Sorgulama süreçlerinde ise etkinliklerde araştırma yapma ve veri toplama ve yorumlama gibi aşamalara tam anlamıyla yer verilmediği anlaşılmaktadır. Buna karşın, etkinlikler STEM eğitiminin doğasına uygun olarak farklı disiplinleri ve bu disiplinlerin etkileşimlerini içermekte, katılımcıların kanıta dayalı düşünme süreçlerini desteklemektedir. Bunun yanında etkinlikler katılımcıların öğrendiklerini yansıtmaya süreçlerini en yüksek düzeyde desteklemiştir. STEM alanlarında gelişim temasında ise, ilgili etkinlikler katılımcıların öğrendiklerini günlük yaşamla ilişkilendirmelerini sağlamış, STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemiş ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerinde katkıda bulunmuştur.

4.3.1.2. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular

Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde, gözlem araçları-I: İğne deliği kamera, gözlem araçları-II: Usturlap, gözlem araçları-III: Teleskop, kendi roketini tasarla-I: Balon roket, kendi roketini tasarla-II: Alka seltzer roket, kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket, kendi roketini tasarla-IV: Su roketi, Güneş saati, Dünya, Güneş ve Ay ve 3D hologram olmak üzere toplam on etkinlik bulunmaktadır. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklere ilişkin etkinlik değerlendirme formundan elde edilen bulgular Tablo 4.35'te sunulmuştur.

Tablo 4.35

Cesaretlendirici ve Beceri Kazandırıcı Etkinlikler Modülünde Yer Alan Etkinliklere İlişkin Etkinlik Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Alt Tema	Nitelik	Etkinliğin Nitelik Puanı				
			Gözlem Araçları-I: İğne Deliği Kamera	Gözlem Araçları-II: Usturlap	Gözlem Araçları-III: Teleskop	Kendi Roketini Tasarla-I: Balon Roket	Kendi Roketini Tasarla-II: Alka Seltzer Roket
Öğrenme Ortamı	Organizasyon	Etkinlik için uygun ortam organize edilmiştir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik için ayrılan süre yeterlidir.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte aktiviteler arası geçişler düzenli bir şekilde gerçekleşmiştir.	3	3	3	3	3
	Materyal	Materyaller öğrenme hedefleri için uygundur.	3	3	3	3	3
		Etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için gerekli materyaller mevcuttur.	3	3	3	3	3
Etkinlik	Amaca Uygunluk	Etkinlik öğrenme hedefleriyle ilişkilidir.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrenme hedeflerinin gerçekleştirilmesi için yeterince zaman harcanmıştır.	3	3	3	3	3
	Katılım	Etkinlik öğrencilerin aktivitelere eşit derecede katılımını sağlamıştır.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrenciler aktivitelere katılım için teşvik edilmiştir.	3	3	3	3	3
	STEM Etkinlikleri ile Etkileşim	Etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir.	3	3	3	3	3
	Değerlendirme	Etkinlik tamamlayıcı (süreç odaklı) ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermektedir.	3	3	3	3	3

STEM Konu Alanı ve Uygulamaları	STEM İçeriği Öğretimi	Etkinlik farklı STEM alanlarını içermektedir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik disiplinlerin entegrasyonunu içermektedir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik, hataları öğrenmenin bir parçası olarak kabul etmektedir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin konu ile ilgili kavramları doğru bir şekilde anladıklarına yönelik kanıtlar sunmalarına olanak tanımaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlik ürün oluşturma odaklıdır.	3	3	3	3	3
	Sorgulama	Etkinlik öğrencilerin bilimsel temelli sorularla meşgul olmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrencilerin kanıta dayalı düşünme becerileri desteklenmektedir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin mevcut fikirlerinin ortaya çıkarılmasına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin kendi araştırmalarını yapmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin veri toplama, analiz etme ve yorumlama süreçlerini kullanmalarını sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin bir sorun için farklı çözümler üretmesine olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin düşüncelerini veya bulgularını akranları ile paylaşmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
	Yansıtma	Etkinlikte öğrenciler öğrendiklerini yansıtma için teşvik edilmektedir.	3	3	3	3	3
Etkinlik öğrencilerin öğrendiklerine yönelik yansıtma yapmalarına olanak sağlamaktadır.		3	3	3	3	3	
STEM Alanlarında Gelişim	Yaşamla İlişkilendirme	Etkinlikte gerçek yaşam ve öğrencilerin deneyimleriyle ilgili problem ya da konularla ilişki kurulmuştur.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemektedir.	3	3	3	3	3
	Gelişim	Etkinlik öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklemektedir.	3	3	3	3	3

Tablo 4.35

Cesaretlendirici ve Beceri Kazandırıcı Etkinlikler Modülünde Yer Alan Etkinliklere İlişkin Etkinlik Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular (Devamı)

Tema	Alt Tema	Nitelik	Etkinliğin Nitelik Puanı				
			Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket	Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi	Güneş Saati	Dünya, Güneş ve Ay	3D Hologram
Öğrenme Ortamı	Organizasyon	Etkinlik için uygun ortam organize edilmiştir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik için ayrılan süre yeterlidir.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte aktiviteler arası geçişler düzenli bir şekilde gerçekleşmiştir.	3	3	3	3	3
	Materyal	Materyaller öğrenme hedefleri için uygundur.	3	3	3	3	3
		Etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için gerekli materyaller mevcuttur.	3	3	3	3	3
Etkinlik	Amaca Uygunluk	Etkinlik öğrenme hedefleriyle ilişkilidir.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrenme hedeflerinin gerçekleştirilmesi için yeterince zaman harcanmıştır.	3	3	3	3	3
	Katılım	Etkinlik öğrencilerin aktivitelere eşit derecede katılımını sağlamıştır.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrenciler aktivitelere katılım için teşvik edilmiştir.	3	3	3	3	3
	STEM Etkinlikleri ile Etkileşim	Etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir.	3	3	3	2	3
	Değerlendirme	Etkinlik tamamlayıcı (süreç odaklı) ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermektedir.	3	3	3	3	3

STEM Konu Alanı ve Uygulamaları	STEM İçeriği Öğretimi	Etkinlik farklı STEM alanlarını içermektedir.	3	3	3	2	3
		Etkinlik disiplinlerin entegrasyonunu içermektedir.	3	3	3	2	3
		Etkinlik mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir.	3	3	3	0	3
		Etkinlik, hataları öğrenmenin bir parçası olarak kabul etmektedir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin konu ile ilgili kavramları doğru bir şekilde anladıklarına yönelik kanıtlar sunmalarına olanak tanımaktadır.	3	3	3	3	3
	Sorgulama	Etkinlik ürün oluşturma odaklıdır.	3	3	3	0	3
		Etkinlik öğrencilerin bilimsel temelli sorularla meşgul olmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrencilerin kanıta dayalı düşünme becerileri desteklenmektedir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin mevcut fikirlerinin ortaya çıkarılmasına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin kendi araştırmalarını yapmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin veri toplama, analiz etme ve yorumlama süreçlerini kullanmalarını sağlamaktadır.	3	3	3	2	3
		Etkinlik öğrencilerin bir sorun için farklı çözümler üretmesine olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
	Yansıtma	Etkinlik öğrencilerin düşüncelerini veya bulgularını akranları ile paylaşmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrenciler öğrendiklerini yansıtma için teşvik edilmektedir.	3	3	3	3	3
	STEM Alanlarında Gelişim	Yaşamla İlişkilendirme	Etkinlik öğrencilerin öğrendiklerine yönelik yansıtma yapmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3
Etkinlikte gerçek yaşam ve öğrencilerin deneyimleriyle ilgili problem ya da konularla ilişki kurulmuştur.			3	3	3	3	3
Gelişim		Etkinlik öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemektedir.	3	3	3	3	3
		Etkinlik öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklemektedir.	3	3	3	3	3

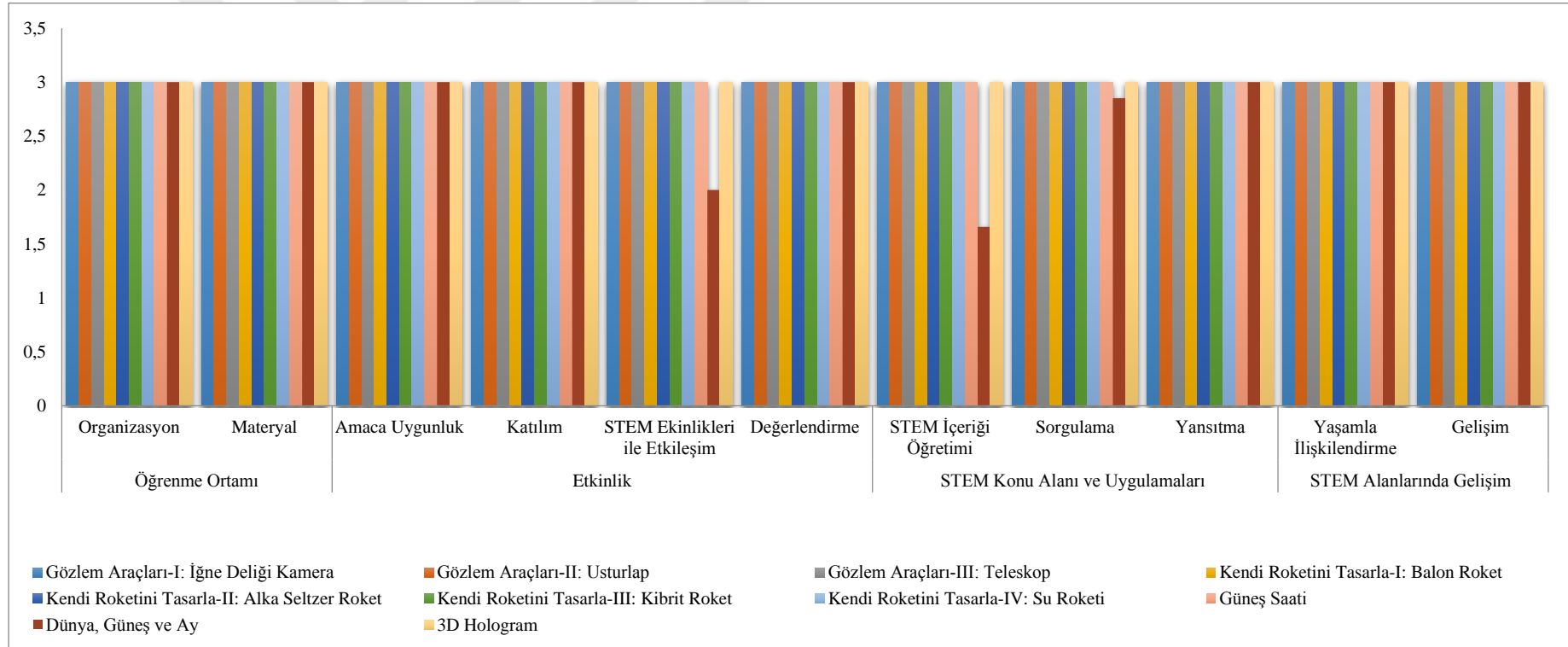
Tablo 4.35 incelendiğinde cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan gözlem araçları-I: İğne deliği kamera, gözlem araçları-II: Usturlap, gözlem araçları-III: Teleskop, kendi roketini tasarla-I: Balon roket, kendi roketini tasarla-II: Alka seltzer roket, kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket, kendi roketini tasarla-IV: Su roketi, Güneş saati, Dünya, Güneş ve Ay ve 3D hologram etkinliklerinin, öğrenme ortamı ve STEM alanlarında gelişim temalarında bulunan sırasıyla organizasyon ve materyal ve yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt temaları için nitelikleri 3 puan düzeyinde karşıladığı anlaşılmaktadır. Etkinlik teması için amaca uygunluk, katılım ve değerlendirme alt temalarında bulunan tüm niteliklerin 10 etkinlik için de 3 puan düzeyinde sağlandığı, STEM etkinlikleri ile etkileşim alt temasında bulunan niteliğin Dünya, Güneş ve Ay etkinliği dışındaki diğer etkinlikler için 3 puan düzeyinde desteklendiği gözlemlenmektedir. STEM konu alanı ve uygulamaları teması için ise yansıtma alt teması altında bulunan niteliklerin modülde yer alan tüm etkinlikler için ve STEM içeriği öğretimi ve sorgulama alt temasında bulunan niteliklerin Dünya, Güneş ve Ay etkinliği dışındaki diğer etkinlikler için 3 puan düzeyinde desteklendiği anlaşılmaktadır.

Dış gözlemci rolünü üstlenen araştırmacı tarafından 0, 1, 2 ve 3 olarak puanlanan niteliklerin sağlanma düzeyleri ve niteliklerin sağlanma düzeylerine gerekçe oluşturan gözlem, kanıt veya örnekleri içeren bulgular için bir örnek her bir alt tema bağlamında kendi roketini tasarla-IV: Su roketi etkinliği için şu şekilde verilebilir: Organizasyon alt teması; etkinlik için ayrılan süre yeterlidir (3 puan): Etkinlik için 4 ders saatlik bir süre ayrılmıştır. Bu süre, problemin tanımlanması, tasarım için çizimlerin yapılması, tasarımın oluşturulması, denemelerin yapılması, verilerin toplanması, değerlendirme ve tasarımın yeniden gözden geçirilmesi için oldukça yeterli olmuştur. Materyal alt teması; etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için gerekli materyaller mevcuttur (3 puan): Etkinlik için gerekli materyaller mevcuttur. Bunun yanında öğrencilerin etkinlik sırasında talep ettikleri tebeşir ve naylon ip gibi malzemeler kısa sürede sağlanmıştır. Amaca uygunluk alt teması; etkinlik öğrenme hedefleriyle ilişkilidir (3 puan): Etkinlik konusu enerji dönüşümleri, basınç kuvveti, hava direnci, ölçme ve mühendislik tasarım süreci ile ilgilidir. Etkinlik, hem kavramsal hem de beceri odaklı kazanımlar ile ilişkili olarak sürdürülmüştür. Katılım alt teması; etkinlik öğrencilerin aktivitelere eşit derecede katılımını sağlamıştır (3 puan): Etkinlikte öğrenciler için en az iki kişiden oluşan toplam on dört grup oluşturulmuştur. Etkinlik süresince öğrenciler tasarımları için farklı

görevler üstlenmiş ve etkinliklere eşit düzeyde katkı sağlamışlardır. Bu görev dağılımı, öğrencilerin etkinliklere katılımını desteklemiştir. STEM etkinlikleri ile etkileşim alt teması; etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir (3 puan): Etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini etkili bir şekilde kullanmaktadır. Öğrenciler verilen görevi tamamlamak için fikirlerini ortaya koymuşlar, farklı fikirleri kanıtlara göre değerlendirmişler ve tasarımlarını el becerilerini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Etkinlik, genel olarak bu iki tür aktivitenin sıklıkla ve tekrarlı bir şekilde kullanılmasına dayalıdır. Değerlendirme alt teması; etkinlik tamamlayıcı (süreç odaklı) ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermektedir (3 puan): Etkinlikte kullanılan çalışma yaprakları, grupların kendi kendilerini değerlendirmelerine fırsat vermiştir. STEM içeriği öğretimi alt teması; etkinlik mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir (3 puan): Etkinlikte katılımcılara uygulayıcı tarafından *“Sizlere verilen 1 L’lik pet şişe ile havanın su üzerinde oluşturduğu basınçtan yararlanarak hareket eden, roket ucu, kanat ve gövdeden oluşan dayanıklı bir roket tasarlamamız gerekmektedir. Ayrıca bu roket, fırlatıldığında yatay doğrultuda en düz şekilde ve en uzağa gidebilecek nitelikte olmalıdır.”* görevi verilmiştir. Katılımcılar problemin tanımlanması, araştırma probleminin belirlenmesi, çözüme yönelik fikirlerin ortaya atılması, bir çözümün seçimi, tasarım çizme, prototip oluşturma, prototipi test etme, değerlendirme ve geliştirme, yeniden tasarım, yeniden deneme ve değerlendirme adımlarının tamamını yerine getirmişlerdir. Etkinlikte katılımcıların en çok zaman harcadıkları bölüm tasarımın dayanıklılık kriterini sağlamak olmuştur. Etkinlikte öğrenciler dayanıklılık kriterini sağlamak üzerine tasarımlarını geliştirmeye özen göstermişlerdir. Tasarımlar için uygulayıcıdan onay alındıktan sonra prototip oluşturma kısmına geçilebilmiştir. Sorgulama alt teması; etkinlik öğrencilerin veri toplama, analiz etme ve yorumlama süreçlerini kullanmalarını sağlamaktadır (3 puan): Tasarım aşamasından sonra prototiplerin denenmesi ile verilen görevi gerçekleştirmeyi amaçlayan katılımcılar, denemelerine ilişkin veri toplamışlardır. Tablolara kaydedilen veriler, analiz edilerek yorumlanmıştır. Gruplar, analiz sonuçlarını diğer gruplarla karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. Yansıtma alt teması; etkinlik öğrencilerin öğrendiklerine yönelik yansıtma yapmalarına olanak sağlamaktadır (3 puan): Etkinlik sonunda değerlendirme bölümünde gruplar hava direnci, basınç kuvveti kavramlarını kullanarak öğrendiklerini sözlü olarak yansıtmişlerdir. Bunun yanında, çalışma yaprağında yer alan *“Bir roketin uzaya ulaşması hangi değişkenlere bağlıdır?”* sorusuna yönelik cevaplar, öğrencilerin konu ile ilgili öğrendiklerini yazılı olarak yansıtmasını sağlamıştır. Yaşamla

ilişkilendirme alt teması; etkinlik öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemektedir (3 puan): Etkinlik özellikle mühendislik tasarım sürecine dayalı ve öğrencilerin kendi yaptıkları ürünleri denemelerine olanak sağladığından mühendislik alanına yönelik ilgiyi destekleme yönünden etkilidir. Gelişim alt teması; etkinlik öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklemektedir (3 puan): Etkinlik, verilen bir problemi, grup çalışması gerçekleştirerek tasarım ile çözmeye dayalıdır. Bu nedenle, problem çözme becerisi, ekip çalışması ve etkili iletişim becerileri etkinlikte desteklenmiştir.

Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan gözlem araçları-I: İğne deliği kamera, gözlem araçları-II: Usturlap, gözlem araçları-III: Teleskop, kendi roketini tasarla-I: Balon roket, kendi roketini tasarla-II: Alka seltzer roket, kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket, kendi roketini tasarla-IV: Su roketi, Güneş saati, Dünya, Güneş ve Ay ve 3D hologram etkinliklerinin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamaları hesaplanarak grafiğe dönüştürülmüştür. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarından elde edilen grafik Şekil 4.12'de sunulmuştur.



Şekil 4.12 Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarından elde edilen grafik

Şekil 4.12'ye göre öne çıkan bulgular tema ve alt temalar bazında incelendiğinde, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklerden Dünya, Güneş ve Ay etkinliğinin, etkinlik temasında yer alan STEM etkinlikleri ile etkileşim ve STEM konu alanı ve uygulamaları temasında yer alan STEM içeriği öğretimi ve sorgulama alt temalarını farklı düzeyde karşıladığı, ancak bunun dışında kalan tüm tema ve alt temaları en yüksek düzeyde desteklediği anlaşılabilir. Buna ek olarak ilgili modülde yer alan diğer tüm etkinlikler, öğrenme ortamı teması altında organizasyon ve materyal alt temaları, etkinlik teması altında amaca uygunluk, katılım, STEM etkinlikleri ile etkileşim ve değerlendirme alt temaları, STEM konu alanı ve uygulamaları teması altında STEM içeriği öğretimi, sorgulama ve yansıtma alt temaları ve STEM alanlarında gelişim teması altında yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt temalarını en yüksek düzeyde karşılamaktadır.

Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinliklere ilişkin etkinlik değerlendirme formundan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, öğrenme ortamı teması için tüm etkinliklerin uygun ortamlarda ve yeterli süre ayrılarak gerçekleştirildiği ve etkinliklerdeki aktiviteler arası geçişlerin uygun şekilde organize edildiği, etkinlikte kullanılan materyallerin etkinlik amaçlarını desteklediği ve etkinliğin gerçekleştirilmesi için gerekli tüm materyallerin bulunduğu ifade edilebilir. Etkinlik temasında ise tüm etkinliklerin öğrenme amaçlarına uygun şekilde gerçekleştirildiği, katılımcıların etkinliklere katılımının desteklediği, etkinliklerin hands-on ve/veya minds-on aktiviteleri ve süreç odaklı ölçme ve değerlendirme tekniklerini içerdiği söylenebilir. STEM konu alanı ve uygulamaları teması için ise etkinliklerin tümünün, birden fazla STEM alanı içerdiği ve bu alanların entegrasyonlarının etkinliklerde sağlandığı, etkinliklerin hataları öğrenme süreçlerinin bir parçası olarak ele aldığı, etkinliğin katılımcıların öğrenmelerini yansıtmaları için kanıtlar sunmalarına fırsat verdiği ve Dünya, Güneş ve Ay etkinliği dışında kalan tüm etkinliklerin mühendislik tasarım süreci temelinde ürün oluşturma odaklı olduğu değerlendirilebilir. Aynı tema için sorgulama süreçlerinin etkinliklerde, bilimsel temelli sorularla meşgul olma, kanıtlara dayalı düşünme, mevcut fikirleri ortaya çıkarma, araştırma yapma, veri toplama, veri analizi ve yorumlama aşamalarını içerdiği söylenebilir. Problemler için farklı fikirler üretme ve düşünce ve bulguları paylaşma özelliklerinin de tüm etkinlerde yer aldığı değerlendirilebilir. Aynı zamanda etkinlikler, katılımcıların öğrendiklerini yansıtmalarını hem teşvik etmiş hem de bu yansıtmaları

gerçekleştirmeleri için katılımcılara fırsatlar sunmuştur. STEM alanlarında gelişim teması için ise tüm etkinlikler, STEM alanlarına yönelik ilgi oluşturma ve katılımcıların deneyimleriyle ve günlük yaşamla ilişki kurma süreçlerini destekler bir yapıdadır. Ayrıca, etkinliklerin her birinde 21. yüzyıl becerileri desteklenmiştir.

4.3.1.3. Araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri modüllerinde yer alan etkinliklerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular

Araştırma ve tasarım projeleri modülünde, uzayda bilim nasıl işler?, zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir?, uzaya nasıl ulaşabiliriz?, hologramlar nasıl çalışır? ve uzayı nasıl gözlemleyebiliriz? etkinlikleri olmak üzere toplam 5 ve bilim şenlikleri modülünde STEM temelli bilim şenliği etkinliği olmak üzere 1 etkinlik yer almaktadır. Araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri modüllerinde yer alan etkinliklere ilişkin etkinlik değerlendirme formundan elde edilen bulgular Tablo 4.36'da sunulmuştur.

Tablo 4.36

Araştırma ve Tasarım Projeleri ve Bilim Şenlikleri Modüllerinde Yer Alan Etkinliklere İlişkin Etkinlik Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Alt Tema	Nitelik	Etkinliğin Nitelik Puanı					
			Uzayda Bilim Nasıl İşler?	Zaman Alternatif Yollarla Nasıl Ölçülebilir?	Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?	Hologramlar Nasıl Çalışır?	Uzayı Nasıl Gözlemleyebiliriz?	STEM Temelli Bilim Şenliği
Öğrenme Ortamı	Organizasyon	Etkinlik için uygun ortam organize edilmiştir.	3	3	3	3	3	3
		Etkinlik için ayrılan süre yeterlidir.	3	3	3	3	3	3
		Etkinlikte aktiviteler arası geçişler düzenli bir şekilde gerçekleşmiştir.	3	3	3	3	3	3
	Materyal	Materyaller öğrenme hedefleri için uygundur.	3	3	3	3	3	3
		Etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için gerekli materyaller mevcuttur.	3	3	3	3	3	3
Etkinlik	Amaca Uygunluk	Etkinlik öğrenme hedefleriyle ilişkilidir.	3	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrenme hedeflerinin gerçekleştirilmesi için yeterince zaman harcanmıştır.	3	3	3	3	3	3
	Katılım	Etkinlik öğrencilerin aktivitelere eşit derecede katılımını sağlamıştır.	3	3	3	3	3	3
		Etkinlikte öğrenciler aktivitelere katılım için teşvik edilmiştir.	3	3	3	3	3	3
	STEM Etkinlikleri ile Etkileşim	Etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir.	3	3	3	3	3	3
	Değerlendirme	Etkinlik tamamlayıcı (süreç odaklı) ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermektedir.	3	3	3	3	3	0

STEM Konu Alanı ve Uygulamaları	STEM İçeriği Öğretimi	Etkinlik farklı STEM alanlarını içermektedir.	3	3	3	3	3	3	
		Etkinlik disiplinlerin entegrasyonunu içermektedir.	3	3	3	3	3	3	
		Etkinlik mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir.	3	3	3	3	3	1	
		Etkinlik hataları öğrenmenin bir parçası olarak kabul etmektedir.	3	3	3	3	3	3	
		Etkinlik öğrencilerin konu ile ilgili kavramları doğru bir şekilde anladıklarına yönelik kanıtlar sunmalarına olanak tanımaktadır.	3	3	3	3	3	3	
		Etkinlik ürün oluşturma odaklıdır.	3	3	3	3	3	2	
	Sorgulama	Etkinlik öğrencilerin bilimsel temelli sorularla meşgul olmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	3	
		Etkinlikte öğrencilerin kanıta dayalı düşünme becerileri desteklenmektedir.	3	3	3	3	3	3	
		Etkinlik öğrencilerin mevcut fikirlerinin ortaya çıkarılmasına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	3	
		Etkinlik öğrencilerin kendi araştırmalarını yapmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	0	
		Etkinlik öğrencilerin veri toplama, analiz etme ve yorumlama süreçlerini kullanmalarını sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	0	
		Etkinlik öğrencilerin bir sorun için farklı çözümler üretmesine olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	3	
	Yansıtma	Etkinlik öğrencilerin düşüncelerini veya bulgularını akranları ile paylaşmalarına olanak sağlamaktadır.	3	3	3	3	3	3	
		Etkinlikte öğrenciler öğrendiklerini yansıtma için teşvik edilmektedir.	3	3	3	3	3	3	
	STEM Alanlarında Gelişim	Yaşamla İlişkilendirme	Etkinlikte gerçek yaşam ve öğrencilerin deneyimleriyle ilgili problem ya da konularla ilişki kurulmuştur.	3	3	3	3	3	3
			Etkinlik öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemektedir.	3	3	3	3	3	3
		Gelişim	Etkinlik öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklemektedir.	3	3	3	3	3	3

Tablo 4.36 incelendiğinde, araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan uzayda bilim nasıl işler?, zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir?, uzaya nasıl ulaşabiliriz?, hologramlar nasıl çalışır? ve uzayı nasıl gözlemleyebiliriz? etkinliklerinin öğrenme ortamı teması altında organizasyon ve materyal alt temaları, etkinlik teması altında amaca uygunluk, katılım, STEM etkinlikleri ile etkileşim ve değerlendirme alt temaları, STEM konu alanı ve uygulamaları teması altında STEM içeriği öğretimi, sorgulama ve yansıtma alt temaları ve STEM alanlarında gelişim teması altında yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt temalarında yer alan nitelikleri 3 puan düzeyinde karşıladığı anlaşılmaktadır.

Yine Tablo 4.36'ya bakıldığında bilim şenlikleri modülünde yer alan STEM temelli bilim şenliği etkinliğinin, öğrenme ortamı ve STEM alanlarında gelişim temalarında bulunan sırasıyla organizasyon ve materyal ve yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt temaları için nitelikleri 3 puan düzeyinde karşıladığı görülmektedir. Aynı etkinlik için STEM konu alanı ve uygulamaları temasında yer alan STEM içeriği öğretimi niteliklerini iki nitelik dışında 3 puan düzeyinde, yansıtma alt temalarında bulunan tüm niteliklerin 3 puan düzeyinde ve sorgulama alt temasında bulunan niteliklerin iki nitelik için 0 puan düzeyinde ve aynı alt temadaki diğer nitelikler için ise 3 puan düzeyinde sağlandığı anlaşılmaktadır.

Dış gözlemci rolünü üstlenen araştırmacı tarafından 0, 1, 2 ve 3 olarak puanlanan niteliklerin sağlanma düzeyleri ve niteliklerin sağlanma düzeylerine gerekçe oluşturan gözlem, kanıt veya örnekleri içeren bulgular için bir örnek her bir alt tema bağlamında araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliği için şu şekilde verilebilir: Organizasyon alt teması; etkinlik için ayrılan süre yeterlidir (3 puan): Etkinlik için yaklaşık iki aylık bir süre ayrılmıştır. Bu sürede, öğrenciler için haftalık atölye çalışmaları da organize edilmiştir. Her grup kendi belirlediği zamanlarda bir araya gelerek çalışmalarını gerçekleştirebilmiştir. Materyal alt teması; etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için gerekli materyaller mevcuttur (3 puan): Etkinlik için gerekli materyaller yapılan tasarıma göre öğrenciler tarafından belirlenmiştir. Farklı türde ve özel malzemeler gerektiren durumlarda ise materyaller öğrencilere sağlanmıştır. Amaca uygunluk alt teması; etkinlik öğrenme hedefleriyle ilişkilidir (3 puan): Etkinlik konusu bir mühendislik probleminin çözümüdür. Etkinlikte öğrenciler tarafından belirlenen tüm aktiviteler belirlenen mühendislik probleminin çözümüne ilişkindir. Katılım alt teması; etkinlik öğrencilerin aktivitelere eşit derecede katılımını sağlamıştır (3 puan): Etkinlik

için en az dört kişiden oluşan toplam üç grup oluşturulmuştur. Tasarım probleminin çözümüne ilişkin bilimsel bilgileri sağlama kısmında tüm grup üyeleri aktif rol alarak farklı kaynaklardan bilgileri toplamış ve grup tartışması ile tasarımlarına karar vermişlerdir. Sonrasında ise grup içinde görev dağılımları yapılarak (örneğin, malzemelerin bulunması ve denemelerin gerçekleştirilmesi gibi) tasarım probleminin çözümüne odaklanılmıştır. STEM etkinlikleri ile etkileşim alt teması; etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir (3 puan): Etkinlik hem hands-on ve minds-on aktivitelerinin kullanması için öğrencileri desteklemiştir. Süreçte öncelikle gruplar için minds-on aktiviteler ön planda olmuştur. Bu durumun nedeni, tasarıma karar verme aşamasında bu grupların elde ettiği bilgileri ve kanıtları tartışmaya karar vermelerinden kaynaklanmıştır. Sonrasında bu gruplar hands-on aktivitelerini ağırlıklı olarak kullanmaya başlamışlar, tasarım sorunlarını çözmek ve prototipleri geliştirmek için ise hands-on ve minds-on aktivitelerini birlikte kullanmışlardır. Değerlendirme alt teması; etkinlik tamamlayıcı (süreç odaklı) ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermektedir (3 puan): Etkinlik, öğrencilerin gerçekleştirdikleri tüm adımları kaydetmelerini gerektirmektedir. Bu süreçte, katılımcılar öğrenci ürün dosyası benzeri bir dosyayı elektronik veya yazılı olarak oluşturmuşlardır. Bu dosyalarda, uzaya ulaşmak için gerekli ilke ve kavramları içeren bilimsel bilgiler, tasarımları ve çizimleri içeren taslaklar ve denemelerde elde edilen verilerin kaydedildiği tablolar gibi bölümler bulunmaktadır. Bu dosyalar, öğrencilerin süreçteki gelişimlerini değerlendirmelerine olanak sağlamıştır. STEM içeriği öğretimi alt teması; etkinlik disiplinlerin entegrasyonunu içermektedir (3 puan): Etkinlik transdisipliner bir yapıya sahiptir. Mühendislik probleminin çözümünde katılımcılar, fizik, kimya, mühendislik, teknoloji ve matematik gibi pek çok farklı disiplini bütünlük olarak kullanarak etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Sorgulama alt teması, etkinlik öğrencilerin kendi araştırmalarını yapmalarına olanak sağlamaktadır (3 puan): Etkinlikte tüm araştırma kurgusu katılımcılar tarafından tasarlanmıştır. Her bir grup tüm araştırma ve tasarım planını ortaya koymuş ve bu plana göre hareket etmiştir. Yansıtma alt teması; etkinlik öğrencilerin öğrendiklerine yönelik yansıtma yapmalarına olanak sağlamaktadır (3 puan): Etkinliğin ilk aşamasında öğrenciler konu ile ilgili araştırma yaparak, araştırmalardan öğrendiklerini yazılı veya sözlü olarak akranları ile paylaşmışlardır. Süreç içerisinde de özellikle karşılaşılan tasarım problemlerinin çözümü için araştırma gerçekleştirmişler ve araştırma sonucunda ulaştıkları bilgileri yansıtmaya devam

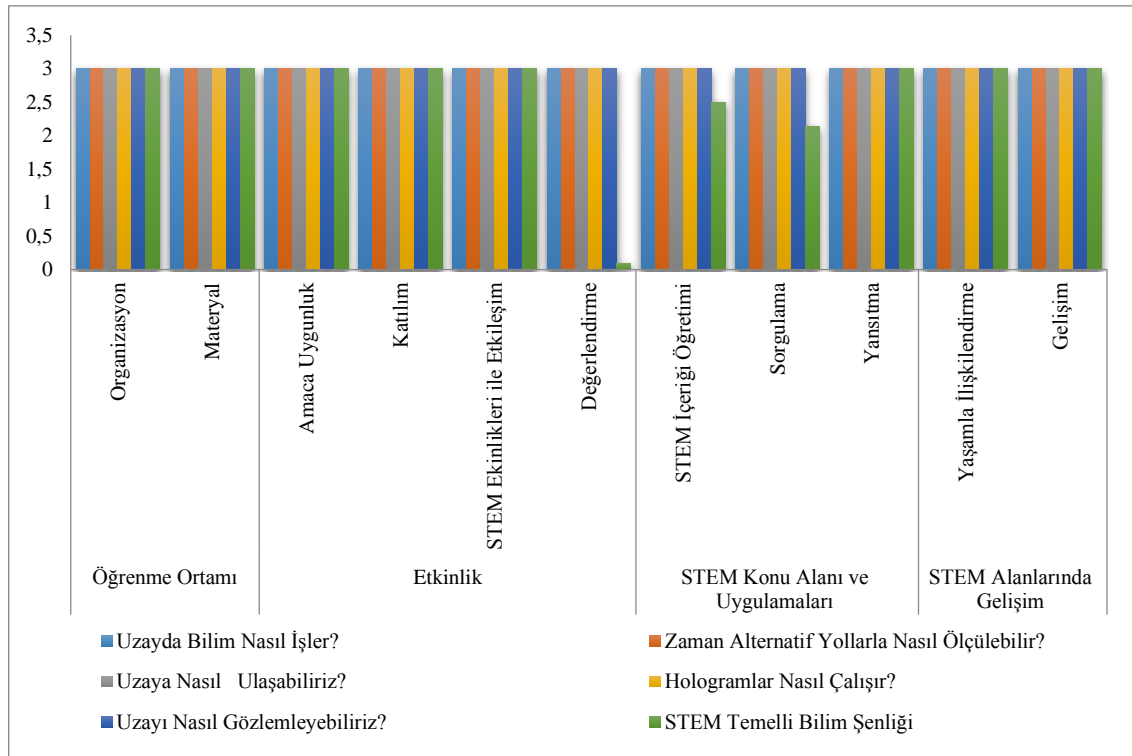
etmişlerdir. Ayrıca etkinlik süresince hazırlanan grup dosyalarında öğrenciler, tüm süreçte öğrendiklerini yansıtmaya olanağı yakalamıştır. Yaşamla ilişkilendirme alt teması; etkinlik öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemektedir (3 puan): Etkinlik özellikle mühendislik tasarım sürecine dayalıdır. Etkinlikte STEM alanlarından birçoğu bütünlük olarak kullanılmıştır. Bu nedenle öğrencilerin bu alanlara yönelik ilgileri desteklenmiştir. Gelişim alt teması; etkinlik öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklemektedir (3 puan): Etkinlik, verilen bir problemi grup çalışmasına dayalı olarak bir tasarım ile çözmeyi içermektedir. Ayrıca etkinlik çoklu düşünme ve yaratıcılığı destekleyecek şekilde zamana yayılmıştır. Bu nedenle, problem çözme, ekip çalışması, etkili iletişim, eleştirel düşünme ve yaratıcılık becerileri etkinlikte desteklenmiştir.

Dış gözlemci rolünü üstlenen aynı araştırmacı tarafından 0, 1, 2 ve 3 olarak puanlanan niteliklerin sağlanma düzeyleri ve niteliklerin sağlanma düzeylerine gerekçe oluşturan gözlem, kanıt veya örnekleri içeren bulgular için bir örnek her bir alt tema bağlamında bilim şenlikleri modülünde yer alan STEM temelli bilim şenliği etkinliği için ise şu şekilde verilebilir: Organizasyon alt teması; etkinlik için uygun ortam organize edilmiştir (3 puan): Etkinlik için bölgede bulunan bir alışveriş merkezinin etkinlik alanı seçilmiştir. Ortamda, atölyeler sergiler ve roket denemeleri için ayrı etkinlik alanları oluşturulmuştur. İlgili alanlar etkinliklerin rahat şekilde gerçekleştirilebileceği büyüklüğe sahiptir. Ayrıca, etkinlik alanı olarak alışveriş merkezinin seçilmesi bilim şenliğine katılımın oldukça fazla olmasına neden olmuştur. Materyal alt teması; etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için gerekli materyaller mevcuttur (3 puan): Etkinlikte kullanılan materyaller, atölye çalışmaları için etkinlik malzemeleri ve sunumlar için grupların tasarladıkları ürünlerden oluşmaktadır. Atölye çalışmalarında bilim şenliği katılımcılarına öğrenciler tarafından kibrit roket ve hologram gibi tasarımlar yaptırılmıştır. Bu atölyelerin her biri için gerekli materyaller fazlası ile yeterli olmuştur. Amaca uygunluk alt teması; etkinlik öğrenme hedefleriyle ilişkilidir (3 puan): Etkinliğin amacı, öğrencilerin diğer modüllerde gerçekleştirdikleri araştırmaları ve tasarladıkları ürünleri paylaşmalarıdır. Etkinlik, bu bağlamda geniş kitlelere ulaşarak ve etkileşimli sunum ve atölye çalışmaları ile hedef-etkinlik ilişkisini sağlamıştır. Katılım alt teması; etkinlikte öğrenciler aktivitelere katılım için teşvik edilmiştir (3 puan): Öğrencilerin etkinliğe etkili şekilde katılımı farklı şekillerde teşvik edilmiştir. Öğrenciler, ilk kez bir bilim şenliğinde görev alarak çocuklarla buluşmuşlar ve kendi ürünlerini

paylaşmışlardır. Bu durum bir öğretmen gibi hissetmelerini sağladığından teşvik edicidir. Ayrıca, etkinlik sonunda öğrenciler, mesleklerinde yararlanabilecekleri bir katılım belgesine sahip olmuşlardır. STEM etkinlikleri ile etkileşim alt teması; etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir (3 puan): Etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerinin kullanması için öğrencileri desteklemiştir. Süreçte, atölyelerde gerçekleştirilen tasarım etkinlikleri ve diğer sunum etkinlikleri hem öğrenciler hem de bilim şenliği katılımcıları için zihinsel ve fiziksel becerilerin kullanılmasına katkı sağlamıştır. Değerlendirme alt teması; etkinlik tamamlayıcı (süreç odaklı) ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermektedir (0 puan): Etkinlikte, herhangi bir ölçme ve değerlendirme tekniği bulunmamaktadır. STEM içeriği öğretimi alt teması; etkinlik mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir (1 puan): Bilim şenliğinde tasarlanan ürünlerin sergilenmesi ile ilgili etkinliklerde mühendislik tasarım süreçleri bulunmamaktadır. Atölye çalışmalarında ise mühendislik tasarım süreçleri sınırlı düzeyde gerçekleştirilmiştir. Örneğin, su roketi tasarımlarında yalnızca prototipi oluşturma ve deneme aşamalarına yer verilmiştir. Sorgulama alt teması; etkinlik öğrencilerin veri toplama, analiz etme ve yorumlama süreçlerini kullanmalarını sağlamaktadır (0 puan): Bilim şenliğinde bu nitelikleri gösteren herhangi bir aktivite yer almamıştır. Yansıtma alt teması; etkinlik öğrencilerin öğrendiklerine yönelik yansıtma yapmalarına olanak sağlamaktadır (3 puan): Etkinlikte öğrenciler uygulamalar boyunca geliştirdikleri becerileri ve öğrendikleri kavramları bilim şenliği katılımcıları ile paylaşarak yansıtmışlardır. Yaşamla ilişkilendirme alt teması; etkinlik öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemektedir (3 puan): Etkinlikte öğrencilerin kendi tasarladıkları STEM odaklı ürünleri bilim şenliği katılımcıları ile paylaşmaları öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerini desteklemiştir. Gelişim alt teması; etkinlik öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklemektedir (3 puan): Etkinlik öğrencilerin kendi tasarladıkları STEM odaklı ürünleri bağımsız olarak bilim şenliği katılımcıları ile etkileşimli olarak paylaşmalarına dayanmaktadır. Bu nedenle özellikle iletişim becerileri desteklenmiştir. Bunun yanında özgüven oluşturma adına bilim şenliği etkinliği öğrenciler için yararlı olmuştur.

Araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan uzayda bilim nasıl işler?, zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir?, uzaya nasıl ulaşabiliriz?, hologramlar nasıl çalışır? ve uzayı nasıl gözlemleyebiliriz? etkinliklerinin ve bilim şenlikleri modülünde yer alan STEM temelli bilim şenliği etkinliğinin ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan

niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamaları hesaplanarak grafiğe dönüştürülmüştür. Araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri modüllerinde yer alan etkinliklerin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarından elde edilen grafik Şekil 4.13'te sunulmuştur.



Şekil 4.13 Araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri modüllerinde yer alan etkinliklerin, ilgili temalar ve alt temalar bağlamında bulunan niteliklerden aldıkları puanların aritmetik ortalamalarından elde edilen grafik

Şekil 4.13'e göre öne çıkan bulgular tema ve alt temalar bazında incelendiğinde, araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan tüm etkinliklerin, öğrenme ortamı teması altında organizasyon ve materyal alt temaları, etkinlik teması altında amaca uygunluk, katılım, STEM etkinlikleri ile etkileşim ve değerlendirme alt temaları, STEM konu alanı ve uygulamaları teması altında STEM içeriği öğretimi, sorgulama ve yansıtma alt temaları ve STEM alanlarında gelişim teması altında yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt temalarını en yüksek düzeyde desteklediği ifade edilebilir.

Yine Şekil 4.13'e göre, bilim şenlikleri modülünde yer alan STEM temelli bilim şenliği etkinliğinin, etkinlik temasında bulunan değerlendirme alt temasını karşılamadığı, STEM konu alanı ve uygulamaları temasında bulunan STEM içeriği öğretimi ve sorgulama alt temalarını farklı düzeylerde ve öğrenme ortamı teması altında

organizasyon ve materyal alt temaları, etkinlik teması altında amaca uygunluk, katılım, STEM etkinlikleri ile etkileşim, STEM konu alanı ve uygulamaları teması altında yansıtma alt teması ve STEM alanlarında gelişim teması altında yaşamla ilişkilendirme ve gelişim alt temalarını en yüksek düzeyde desteklediği söylenebilir.

Araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan etkinliklere ilişkin etkinlik değerlendirme formundan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, öğrenme ortamı teması için, ortam ve materyal organizasyonlarının etkili şekilde sağlandığı ve etkinlik akışında aktiviteler arası geçişlerin uygun olarak gerçekleştirildiği söylenebilir. Etkinlik temasında ise etkinliğe katılım, katılımcıların zihinsel ve fiziksel aktivitelerini destekleme, süreç odaklı ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermeye özelliklerini tüm etkinliklerin gösterdiği ifade edilebilir. STEM konu alanı ve uygulamaları teması için ise tüm etkinlikler, sorgulama ve araştırma süreçlerini içermekte, mühendislik tasarımı temelinde ürün oluşturma süreçlerine yer vermekte ve katılımcıların öğrendiklerine yönelik yansıtma yapmalarını desteklemektedir. STEM alanlarında gelişim teması için ise tüm etkinlikler, günlük yaşamla ilişkilendirme, STEM alanlarına ilgi oluşturma ve 21. yüzyıl becerilerini destekleme gibi özellikleri göstermektedir.

Bilim şenlikleri modülünde yer alan STEM temelli bilim şenliği etkinliği bağlamında etkinlik değerlendirme formundan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde ise öğrenme ortamı teması için etkinlik organizasyonunun süre, ortam ve etkinlik akışı açısından ve etkinlik materyallerinin amaca uygunluk ve yeterlilik bakımından etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için uygun olduğu ifade edilebilir. Etkinlik temasında ise etkinliğin, amaçlar doğrultusunda katılımcıların etkinliklere katılımını sağlayıcı özellikte ve katılımcıların hands-on ve minds-on süreçleri ile meşgul olmalarını destekleyici nitelikte olduğu, buna karşın etkinliğin tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermediği söylenebilir. STEM konu alanı ve uygulamaları teması için, etkinliğin birçok STEM disiplininin entegre şekilde kullanılmasını ve katılımcıların öğrenme süreçlerinde hataları dahil etmelerini ve öğrendiklerine yönelik kanıtlar sunmalarını sağlayan bir yapıya sahip olduğu, buna karşın etkinliğin mühendislik tasarım süreçlerini sınırlı düzeyde yansıttığı ifade edilebilir. Etkinliğin sorgulama süreçlerine yönelik olarak, katılımcıların kendi araştırmalarını yapmaları ve veri toplama ve analizi gibi süreçleri içermediği anlaşılmaktadır. Bu durum, etkinliğin diğer modüllerde gerçekleştirilen ürün oluşturma ve araştırma odaklı etkinlikleri

paylaşmaya odaklanmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca etkinlik, düşünceleri veya bulgularını akranları ile paylaşma, bir sorun için farklı çözümler üretme, mevcut fikirleri ortaya çıkarma ve öğrendiklerini yansıtma gibi pek çok niteliği öğrenme süreçlerine dahil eder niteliktedir. STEM alanlarında gelişim teması için ise etkinlik, 21. yüzyıl becerilerini destekleme, gerçek yaşamla ilişki kurma ve STEM alanlarına yönelik ilgi uyandırma gibi nitelikleri de destekleyen bir yapıdadır.

Etkinlik değerlendirme formundan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde araştırma sürecinde geliştirilen etkinliklerin, STEM eğitimi etkinliklerinin özelliklerine büyük oranda sahip oldukları söylenebilir. Özellikle, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan Dünya, Güneş ve Ay etkinliği dışında kalan tüm etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan tüm etkinlikler etkinlik değerlendirme formunda yer alan tüm nitelikleri sağlamıştır. Bu iki modülde yer alan etkinlikler ardışık olarak düzenlenmiştir. Bu ardışık yapı, STEM becerilerinin tekrarlı olarak desteklenmesini sağlamıştır. Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinlikler ise etkinliklerin mühendislik tasarım süreçlerini temel almamalarından dolayı STEM konu alanı ve uygulamalarını temel alan bazı özellikleri yansıtmamışlardır. Bu durum, bu etkinliklerin gezi ve gökyüzü gözlemleri gibi sınıf dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen etkinlikler olmalarından kaynaklanmaktadır. Bilim şenliği modülünde yer alan STEM temelli bilim şenliği ise diğer modüllerde tasarlanan ürünlerin etkileşimli olarak sergilenmesini konu aldığı için değerlendirme ve mühendislik tasarım süreçleri içerme gibi bazı özellikleri tam anlamıyla sağlayamamıştır. Ancak, dört modülde yer alan etkinlikler bütünsel olarak değerlendirildiğinde, etkinlikler STEM alanlarına yönelik ilgi oluşturma, STEM uygulamalarına yönelik beceri kazandırma ve özgüvenin desteklenmesi, bir ürün tasarımını baştan sona kendi araştırmaları ile gerçekleştirme ve kendi tasarladığı ürünleri etkileşimli olarak paylaşma ardışık ve tamamlayıcı süreçlerini içermektedirler. Bu ardışık ve tamamlayıcı yapının STEM eğitimin doğasını etkili bir şekilde yansıttığı söylenebilir.

4.3.2. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinden Elde Edilen Ürünlerin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular

Araştırmanın on dokuzuncu alt problemi, “STEM eğitimi kapsamında geliştirilen

astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan ürünlerin nitelikleri nelerdir?” şeklindedir. Bu bağlamda, uygulama süreci sonunda, katılımcıların cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modülleri kapsamında bireysel veya grup olarak tasarladıkları ürünlerin değerlendirilebilmesi için araştırmacı tarafından geliştirilen ürün değerlendirme formlarından yararlanılmıştır. Tasarlanan her bir ürüne özgü olarak geliştirilen ürün değerlendirme formlarından elde edilen veriler, üç tema ve bu temaların göstergesi olarak belirlenen niteliklerden oluşmaktadır. İlgili temalar, ürünün tasarımında kullanılan STEM disiplinlerinin ve bu disiplinlerin ilişkilerinin değerlendirildiği STEM ilişkisi teması, ürüne özgü temel niteliklerin değerlendirildiği betimleme teması ve ürünün en temel tasarım kriterlerini karşılama durumunun değerlendirildiği dizayn ve işlevsellik teması şeklinde sıralanabilir. STEM ilişkisi ve dizayn ve işlevsellik temaları, tüm ürün değerlendirme formlarında aynı, betimleme teması ise ürüne özgü nitelikleri içermektedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları ürünlerin değerlendirilmesi amacıyla, iğne deliği kamera, usturlap, teleskop I, balon roket, alka seltzer roket, kibrit roket, su roketi, Güneş saati, 3D hologram, havası azaltılmış ortam düzeneği, su saati, teleskop II, model roket ve kızıl ötesi kamera ürün değerlendirme formlarından yararlanılmıştır. Güneş saati ve 3D hologram ürün değerlendirme formları hem cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler, hem de araştırma ve tasarım projeleri modülü kapsamında gerçekleştirilen ilgili tasarımların değerlendirilmesinde ortak olarak kullanılmıştır. Ürün değerlendirme formlarından elde edilen veriler, gerçekleştirilen tasarımların temalarda yer alan nitelikleri sağlama durumlarına göre frekans değerleri hesaplanarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımları için karşılaştırmalı tablolara dönüştürülmüştür. Ancak, kızıl ötesi kamera ürünü yalnızca bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve su saati ürünü Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup tarafından tasarlandığından dolayı ilgili ürün değerlendirme formlarından elde edilen verilerin analiz sonuçları için karşılaştırma yapılmamıştır. Ürün değerlendirme formlarından elde edilen veriler ışığında ulaşılan bulgular, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modülleri kapsamında sırasıyla sunulmuştur.

4.3.2.1. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde tasarlanan ürünlerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular

Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde, iğne deliği kamera, usturlap, teleskop, balon roket, alka seltzer roket, kibrit roket, su roketi, Güneş saati ve 3D hologram ürünleri tasarlanmıştır. Bu bağlamda, her bir ürün için ürün değerlendirme formlarından elde edilen bulgular sırası ile sunulmuştur.

İğne deliği kamera ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Gözlem araçları-I: İğne deliği kamera etkinliğinde katılımcı gruplarına “Bir iğne deliği kamera tasarlamamız gerekmektedir. Bu iğne deliği kamera, taşınabilir ve görüntü özelliklerinin değiştirilebildiği bir tasarıma sahip olmalıdır.” görevi verilmiştir. Görevde belirtilen tasarım kriterlerine göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından toplam 11 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise toplam 32 adet iğne deliği kamera tasarlanmıştır. Bu tasarımların iğne deliği kamera ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.37’de sunulmuştur.

Tablo 4.37

İğne Deliği Kamera Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)	
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	11	32
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik)	11	32
		Teknoloji	11	32
		Mühendislik	11	32
Matematik		11	32	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	11	32	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Işığın doğrusal yayılması	11	32
	İğne deliği kameranın şekli	Silindir	11	32
	İğne deliği kameranın uzunluğu	20.0-30.0 cm	9	23
		30.1-40.0 cm	2	9
	İğne deliği kameranın çapı	7.0-8.0 cm	11	29
		8.1-9.0 cm	-	2
	İğne deliği sayısı	1	9	32
3		2	-	
İğne deliğinin/deliklerinin çapı	1.0-1.2 mm	11	32	

Betimleme	İğne deliği/delikleri daire şeklindedir.	Evet	11	32
	Üründe kullanılan temel materyaller	Alüminyum silindir	11	32
		Kağıt	11	32
	Ekran düzgün yerleştirilmiştir.	Evet	11	28
	İğne deliği kamera gövdesi ışık geçirmemektedir.	Evet	11	32
	Görüntü netliği ayarlama sistemi	Hareketli tüp sistemi	11	26
		Sabit tüp sistemi	-	6
	Görüntü özellikleri	Ters	11	32
Cisimden küçük		11	32	
Net		11	32	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	11	32
	Ürün sağlamdır.	Evet	11	32
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	11	32
	Ürün güvenlidir.	Evet	11	32
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	11	32
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	11	32
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	11	32
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	11	32
	Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	11	32

Tablo 4.37 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan iğne deliği kameraların tümünün, fen (fizik), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği görülmektedir. Buna ek olarak, tüm ürünler ışığın doğrusal yayılması ilkesi temel alınarak tasarlanmıştır. Her iki katılımcı grubu tarafından silindir şeklinde tasarlanan tüm iğne deliği kameraların uzunlukları 20.0 cm ve 30.0 cm ve 30.1 cm ve 40.0 cm ve çapları 7.0 cm ve 8.0 cm ve 8.1 cm ve 9.0 cm arasında değişmektedir. Daire şeklinde oluşturulan iğne deliklerinin çapları ise 1.0 mm ve 1.2 mm arasındadır. Üründe kullanılan temel materyaller ise alüminyum ve kağıt türevi malzemelerdir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarının tamamında ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının büyük bölümünde ekranlar ürüne düzgün olarak yerleştirilmiştir. Tüm tasarımlarda, iğne deliği kamera gövdesi ışık geçirmeyen bir yapıya sahiptir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarının tamamında hareketli tüp sistemi ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının büyük bölümünde hareketli tüp sistemi ve küçük bir bölümünde de sabit tüp sistemi bulunmaktadır. Tasarlanan tüm iğne deliği kameralarda elde edilen görüntüler, ters, cisimden küçük ve net olma özelliklerini taşımaktadır. Buna ek olarak, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının her biri

çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen sağlamaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan iğne deliği kameraların özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak sağladığı, betimleme temasında ise iğne deliği kamera için kullanılan optik ve tüp sistemlerin ve görüntü özelliklerinin benzer olduğu söylenebilir. İki çalışma grubu arasındaki ürünler arasında öne çıkan farklar ise, Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin tasarımlarında iki iğne deliği kameranın üç iğne deliği içermesi ve bu bağlamda çoklu görüntü oluşturması ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan altı iğne deliği kameranın da sabit tüp sistemi içermesi olduğu söylenebilir. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının hepsinin tüm nitelikleri sağladığı ve benzer özellikler gösterdiği ifade edilebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları iğne deliği kamera örneklerine ilişkin görseller Şekil 4.14'te sunulmuştur.



Şekil 4.14 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları iğne deliği kamera örneklerine ilişkin görseller

Usturlap ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Gözlem araçları-II: Usturlap etkinliğinde katılımcı gruplarına “Sizlerin de belgeselde Birüni'nin bir dağın yüksekliğini hesaplaması gibi, bir bayrak direğinin uzunluğunu hesaplamamız gerekmektedir. Bunun için bir ölçme aracı tasarlayarak ölçme

işlemlerinizi gerçekleştirilmelisiniz.” görevi verilmiştir. Görevde belirtilen tasarım kriterlerine göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından toplam 11 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise toplam 30 adet usturlap tasarlanmıştır. Bu tasarımların usturlap ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.38’de sunulmuştur.

Tablo 4.38

Usturlap Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

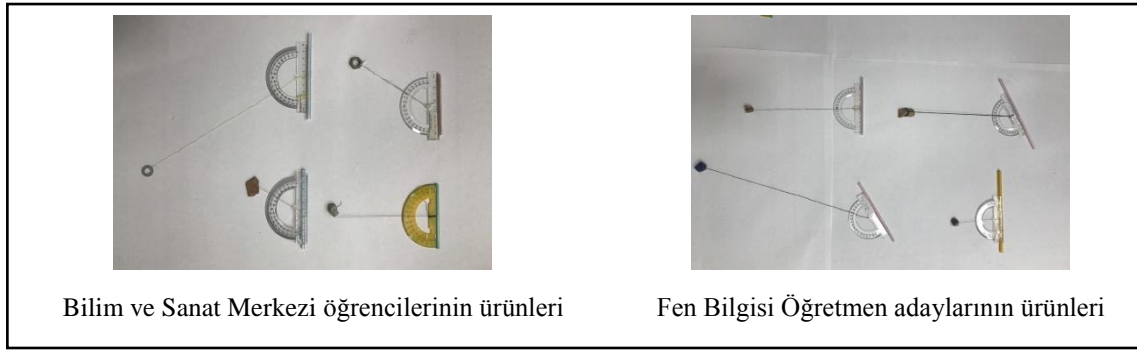
Tema	Nitelik		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	11	30
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik ve astronomi)	11	30
		Teknoloji	11	30
		Mühendislik	11	30
Matematik		11	30	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	11	30	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Trigonometri	11	30
	Usturlabın türü	Usturlap quadrant	11	30
	Usturlabın alanı	30.0-35.0 cm ²	11	25
		35.1-40.0 cm ²	-	5
	Ölçme ipinin uzunluğu	15.0-30.0 cm	8	12
		30.01-45.0 cm	3	11
		45.1- 60.0 cm	-	7
	Usturlap ağırlığı ölçme yapmak için uygundur.	Evet	11	30
	Usturlabın ölçme birimi	Derece	11	30
	Usturlabın ölçme aralığı	0-90 derece	11	30
	Usturlabın duyarlılığı	1 derece	11	25
	Usturlabın hata payı	0.5 derece	11	25
	Usturlap tutarlı ölçüm yapıyor.	Evet	11	30
Usturlap doğru ölçüm yapıyor.	Evet	11	30	
Üründe kullanılan temel materyaller	Plastik	11	30	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	11	30
	Ürün sağlamdır.	Evet	11	30
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	11	30
	Ürün güvenlidir.	Evet	11	30
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	11	30
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	11	30
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	11	30
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	11	30
	Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	11	30

Tablo 4.38’e göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen

adaylarının tasarladıkları bütün usturlapların Fen (Fizik ve astronomi), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği anlaşılmaktadır. İlgili ürünler temelde trigonometriye dayalı olarak tasarlanan usturlap quadrantlardır. Bu usturlapların alanı, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımları için 30.0 cm^2 ve 35.0 cm^2 , Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımları için ise 30.0 cm^2 ve 35.0 cm^2 ve 35.1 cm^2 ve 40 cm^2 aralıklarında değişmektedir. Usturlapların ölçme ipi uzunlukları ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımları için 15.0 cm ve 30.0 cm ve 30.01 cm ve 45.0 cm , Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımları için ise 15.0 cm ve 30.0 cm , 30.01 cm ve 45.0 cm ve 45.1 cm ve 60.0 cm aralıklarında değerler almaktadır. Ölçme işlemi için usturlabın uygun ağırlığa sahip olma niteliğini, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarının hepsi ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının büyük bir bölümü sağlamaktadır. Her iki çalışma grubunun tasarımlarının tümü, derece cinsinden ölçme yapmakta ve ölçme aralıkları 0 derece ve 90 derece arasında değişmektedir. Ayrıca, plastik türevi maddeden oluşturulan usturlapların duyarlılıkları 1 derece ve hata payları 0.5 derecedir. Bu usturlaplarla tutarlı ve doğru ölçüm yapılabilmektedir. Bunun yanında her iki çalışma grubunun tasarımlarının her biri çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen karşılamaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan usturlapların özellikleri temalar bazında genel olarak değerlendirildiğinde ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tamamıyla karşıladığı, betimleme temasında ise quadrant türündeki usturlapların büyük oranda benzer niteliklere sahip olduğu ifade edilebilir. İki çalışma grubunun tasarımları arasında öne çıkan farklılıklar ise Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan yedi usturlabın ölçme ipi uzunluklarının 45.1 cm ve 60.0 cm ve beş usturlabın alanının 35.1 cm^2 ve 40 cm^2 arasında olmasıdır. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının tamamının ilgili niteliklerin tümünü sağladığı ve benzer özellikler gösterdiği değerlendirilebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları usturlap örneklerine ilişkin görseller Şekil 4.15'te sunulmuştur.



Şekil 4.15 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları usturlap örneklerine ilişkin görseller

Teleskop I ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Gözlem araçları-III: teleskop etkinliğinde katılımcı gruplarına “Sizlere verilen büyüteçlerle bir teleskop tasarlamamız gerekmektedir. Bu teleskopta mercekler ve bir tüp sistemi bulunmalıdır. Ayrıca her teleskop için büyütme oranları hesaplanmalıdır.” görevi verilmiştir. Görevde belirtilen tasarım kriterlerine göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından toplam 11 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise toplam 30 adet teleskop tasarlanmıştır. Bu tasarımların teleskop I ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.39’da sunulmuştur.

Tablo 4.39

Teleskop I Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)	
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	11	30	
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik)	11	30	
		Teknoloji	11	30	
		Mühendislik	11	30	
		Matematik	11	30	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	11	30		
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Işığın kırılması	11	30	
	Teleskop türü	Mercekli	11	30	
	Optik sistem türü	İnce kenarlı mercek	11	30	
	Optik sistem sayısı	2’li mercek sistemi	11	30	
	Tüp uzunluğu	15.0-30.0 cm	-	-	6
		45.0-60.0 cm	11	11	
90.0-120.0 cm		-	-	13	

Betimleme	Tüp çapı	4.0-5.0 cm	2	-
		6.0-10.0 cm	9	30
	Tüp sisteminde temel kullanılan materyaller	Plastik	11	30
		Görüntü netliği ayarlama sistemi	Hareketli tüp sistemi	9
	Sabit tüp sistemi		2	16
	Büyütme oranı	1.0-2.0	8	25
		2.1-3.0	3	5
	Görüntü özellikleri	Ters	11	30
		Cisimden büyük	11	28
		Cisimle aynı boyda	-	2
Net		11	30	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	11	28
	Ürün sağlamdır.	Evet	8	24
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	11	30
	Ürün güvenlidir.	Evet	11	30
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	11	30
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	11	30
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	11	30
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	11	30
Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	11	30	

Tablo 4.39 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskopların her birinin, fen (fizik), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği anlaşılmaktadır. Buna ek olarak tüm teleskoplar, ışığın kırılmasına dayalı olarak ince kenarlı merceklerden yapılmıştır. Bütün teleskoplar, 2'li mercek sistemi içermekte, teleskopların tüp uzunlukları Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımları için 45.0 cm ve 60.0 cm ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımları için 15.0 cm ve 30.0 cm, 45.0 cm ve 60.0 cm ve 90.0 cm ve 120.0 cm aralığında değişmektedir. Tasarlanan teleskopların çapları ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımları için 4.0 cm ve 5.0 cm ve 6.0 cm ve 10.0 cm, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımları için ise 6.0 cm ve 10.0 cm arasında değerler almaktadır. Plastik türevi materyallerden tasarlanan teleskopların görüntü netliğinin ayarlanmasında hareketli veya sabit tüp sistemleri tercih edilmiştir. Teleskopların büyütme oranları ise 1.0 ve 2.0 ve 2.1 ve 3.0 aralığında değişmektedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladıkları teleskoplarından elde edilen görüntüler, ters, cisimden küçük ve net olma, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları teleskoplarından elde edilen görüntüler ise ters, cisimden küçük, cisimle aynı boyda ve net olma özelliklerini taşımaktadır. Ürünler dizayn ve işlevsellik açısından

değerlendirildiğinde ise her iki çalışma grubu tarafından tasarlanan teleskopların her birinin, maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini ve büyük bir çoğunluğunun da sağlam olma niteliğini sağladığı söylenebilir. Bunun yanında, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarının hepsinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının çok büyük bir kısmının çalışır olduğu anlaşılmaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskopların özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak sağladığı, betimleme temasında ise teleskop için kullanılan optik sistemlerin büyük oranda benzer olduğu söylenebilir. Buna karşın, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından tasarlanan iki teleskobun tüp çaplarının göreceli olarak diğer tasarımlardan küçük olduğu, Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan iki teleskobun ise teleskopların temel işlevi olan cismin görüntüsünü büyütme özelliğini göstermediği anlaşılmaktadır. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarından üçünün sağlamlık niteliğini ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarından altısının sağlamlık niteliğini ve ikisinin çalışma niteliklerini karşılamadığı söylenebilir. Bunun dışında kalan niteliklerin her biri her iki çalışma grubunun teleskopları için sağlanmaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları teleskop örneklerine ilişkin görseller Şekil 4.16'da sunulmuştur.



Şekil 4.16 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları teleskop örneklerine ilişkin görseller

Balon roket ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Kendi roketini tasarla-I: Balon roket etkinliğinde katılımcı gruplarına “Elimdeki küçük silgi bir kargo ve bu kargoyu içi boşaltılmış kibrit kutusuna yerleştiriyorum. Sadece

havanın itme kuvvetini ve etkinlik kutusunda yer alan malzemeleri kullanarak bu kargoyu 8 m uzaklığa en kısa sürede nasıl taşırsınız?” görevi verilmiştir. Görevde belirtilen tasarım kriterlerine göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından toplam 7 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise toplam 21 adet balon roket tasarlanmıştır. Bu tasarımların balon roket ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.40’da sunulmuştur.

Tablo 4.40

Balon Roket Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

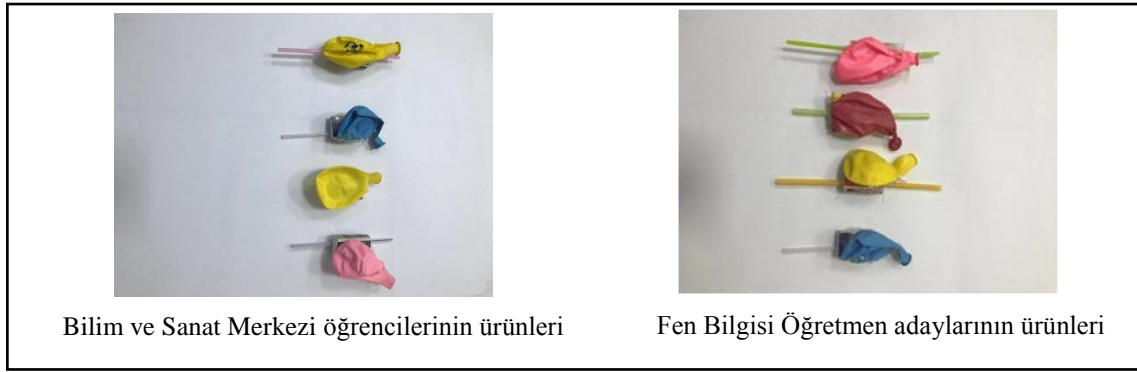
Tema	Nitelik		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	7	21
		Fen (Fizik)	7	21
	İlişkili disiplinler	Teknoloji	7	21
		Mühendislik	7	21
	Matematik	7	21	
	STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	7	21
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Hava basıncı	7	21
		Newton’un Hareket Kanunları	7	21
	Roketin kütlesi	8.0-10.0 g	5	9
		10.1-12.0 g	2	12
	Balon sayısı	1	5	9
		2	3	12
	Balonun (ların) büyüklüğü	Küçük boy	6	15
		Orta boy	3	15
		Büyük boy	3	3
	Kargo bölümünün hacmi	~ 19,2 cm ³	7	21
Kargo bölümünün şekli	Dikdörtgenler prizması	7	21	
Balon(lar) gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiştir.	Evet	7	16	
Üründe kullanılan temel materyaller	Kağıt	7	21	
	Plastik	7	21	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	7	16
	Ürün sağlamdır.	Evet	7	18
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	7	21
	Ürün güvenlidir.	Evet	7	21
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	7	21
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	7	21
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	7	21
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	7	21
	Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	7	21

Tablo 4.40 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan balon roketlerin her birinin, fen (fizik), teknoloji,

mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerecek şekilde tasarlandığı görülmektedir. Buna ek olarak, tüm ürünler, hava basıncı ve Newton'un Hareket Kanunları'na dayalı olarak tasarlanmıştır. Her iki katılımcı grubu tarafından tasarlanan balon roketlerin kütleleri, 8.0 g ve 10.0 g 10.1 g ve 12.0 g aralığında değişmektedir. Tüm balon roketler, küçük, orta ve büyük boyda 1 veya 2 balon içerecek şekilde tasarlanmıştır. Dikdörtgenler prizması şeklindeki balon roketlerin kargo bölümlerinin hacmi yaklaşık olarak $19,2 \text{ cm}^3$ 'tür. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarının tamamında ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının büyük bölümünde balon(lar) gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiştir. Her iki çalışma grubunun tasarımlarında ise genel olarak plastik ve kağıt türevi malzemeler kullanılmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarının her birinin çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen sağladığı, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının tamamının düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen, büyük bir kısmının da çalışma ve sağlamlık niteliklerini karşıladığı görülmektedir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan balon roketler, temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak sağladığı söylenebilir. Betimleme teması için ise, ürünler benzer özellikler göstermektedir. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerin tasarımlarının tüm nitelikleri sağladığı ifade edilebilir. Buna karşın, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarından beşi çalışma ve üçü sağlamlık niteliklerini karşılamamaktadır. Bu iki nitelik dışındaki nitelikler, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tüm tasarımlarında sağlanmaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları balon roket örneklerine ilişkin görseller Şekil 4.17'de sunulmuştur.



Şekil 4.17 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları balon roket örneklerine ilişkin görseller

Alka seltzer roket ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Kendi roketini tasarla-II: Alka seltzer roket etkinliğinde bir adet alka seltzer tablet, bir adet beher ve su ile gerçekleştirilen gösteri deneyi sonrasında katılımcı gruplarına “Gösteri deneyinde gerçekleşen durumu kullanarak roket ucu, kanat ve gövde bölümleri bulunan bir roket tasarlamamız gerekmektedir. Bu roketin havada kalma süresinin uzun olması beklenmektedir.” görevi verilmiştir. Görevde belirtilen tasarım kriterlerine göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından toplam 7 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise toplam 15 adet alka seltzer roket tasarlanmıştır. Bu tasarımların alka seltzer roket ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.41’de sunulmuştur.

Tablo 4.41

Alka Seltzer Roket Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)	
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	7	15
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik ve kimya)	7	15
		Teknoloji	7	15
		Mühendislik	7	15
Matematik		7	15	
	STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	7	15
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Kimyasal tepkime	7	15
		Newton yasaları	7	15
	Roketin kütlesi	5.0-10.0 g	5	15
		10.1-15.0 g	2	-
		Roketin hacmi	0.04-0.07 L	4
		0.08-0.10 L	3	5

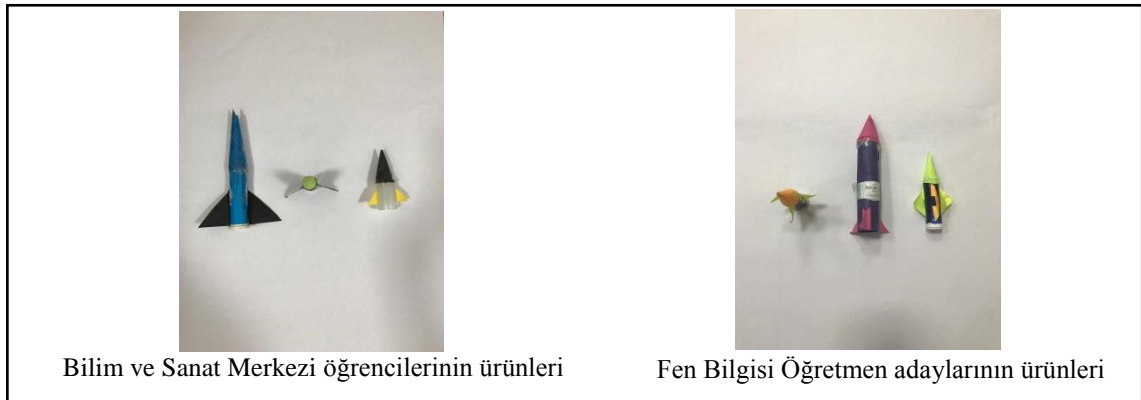
Betimleme	Roketin uzunluğu	5.0-10.0 cm	5	10
		10.1-15.0 cm	2	5
	Roketin gövde çapı	2.60-2.80 cm	5	9
		2.81-3.00 cm	2	6
	Kanat sayısı	2	4	6
		3	3	4
		4	-	5
	Kanat şekli	Dik üçgen	7	15
	Kanatlar gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiştir.	Evet	5	12
	Bir kanadın yüzey alanı	2.0-4.0 cm ²	5	12
		4.1-6.0 cm ²	2	3
	Üründe kullanılan temel materyaller	Plastik	7	15
Kağıt		7	15	
Roket ucunun şekli	Koni	7	15	
Roket ucu gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiştir.	Evet	7	15	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	7	15
	Ürün sağlamdır.	Evet	7	15
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	7	15
	Ürün güvenlidir.	Evet	7	15
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	7	15
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	7	15
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	7	15
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	7	15
Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	7	15	

Tablo 4.41 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan alka seltzer roketlerin her birinin, fen (fizik ve kimya), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği anlaşılmaktadır. Buna ek olarak tüm alka seltzer roketlerin, kimyasal tepkimeler ve Newton'un Hareket Kanunları'na dayalı olarak tasarlandığı söylenebilir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladıkları alka seltzer roketlerin kütleleri 5.0 g ve 10.0 g ve 10.1 g ve 15.0 g, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları roketlerin kütleleri ise 5.0 g ve 10.0 g aralığında değişmektedir. Her iki çalışma grubunun tasarımları ise 0.04 L ve 0.07 L ve 0.08 L ve 0.10 L aralığında hacme ve 5.0 cm ve 10.0 cm ve 10.1 cm ve 15.0 cm aralığında uzunluğa sahiptir. Bu roketlerin gövde çapları ise 2.60 cm ve 2.80 cm ve 2.81 cm ve 3.00 cm arasında değerler almaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tasarımlarında 2 veya 3, Fen Bilgisi Öğretmen adayları ise 2, 3 veya 4 kanat tercih etmişlerdir. Dik üçgen şeklinde ve 2.0 cm² ve 4.0 cm² ve 4.1 cm² ve 6.0 cm² aralığında alana sahip olan kanatlar, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarının tamamında ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının büyük bölümünde gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiştir. Tüm roketlerin roket uçları koni şeklindedir ve bu uçlar roket üzerinde

düzgün şekilde yerleştirilmiştir. Ürünler dizayn ve işlevsellik açısından değerlendirildiğinde ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının hepsi, çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen karşılamaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan alka seltzer roketlerinin özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak karşıladığı, betimleme temasında ise alka seltzer roketlerinin çoğunlukla benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Ancak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından tasarlanan iki alka seltzer roketin 10.1 g ve 15.0 g aralığında kütleyle sahip olması ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan beş roketin ise 4 adet kanada sahip olması katılımcı gruplarının tasarımları arasında farklılaşan durumlardır. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının her birinin tüm nitelikleri sağladığı ve benzer özellikler gösterdiği ifade edilebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları alka seltzer roket örneklerine ilişkin görseller Şekil 4.18’de sunulmuştur.



Şekil 4.18 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları alka seltzer roket örneklerine ilişkin görseller

Kibrit roket ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Kendi roketini tasarla-III: Kibrit roket etkinliğinde katılımcı gruplarına “Grup olarak

kibrit roketlerin portatif olarak taşınabileceği bir düzenek hazırlamanız gerekmektedir. Bu düzenek içerisinde, roket ucu, gövde ve kanat tasarımları tamamlanmış 3 adet kibrit roket, fırlatma düzeneği ve tasarım kalıpları olmalıdır. Hazırladığınız bu roketler, yatay ekseninde en az 5 m uzaklığa ulaşmalıdır.” görevi verilmiştir. Görevde belirtilen tasarım kriterlerine göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından toplam 11 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise toplam 31 adet kibrit roket tasarlanmıştır. Bu tasarımların kibrit roket ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.42’de sunulmuştur.

Tablo 4.42

Kibrit Roket Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	11	31
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik ve Kimya)	11	31
		Teknoloji	11	31
		Mühendislik	11	31
		Matematik	11	31
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	11	31	
Betimleme	Roket tasarımlarındaki temel bilimsel ilke	Yanma tepkimesi	11	31
		Newton’un hareket kanunları	11	31
	Düzenekteki roketlerin ortalama kütlesi	0.19-0.23 g	11	31
	Düzenekteki roketlerin ortalama uzunluğu	4.0-4.2 cm	11	31
	Düzenekteki roketlerin ortalama gövde çapı	0.38-0.40 cm	11	31
	Düzenekteki roketlerin kanat sayısı	4	11	31
	Düzenekteki roketlerin kanat şekli	Dik üçgen	11	31
	Kanatlar gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiştir.	Evet	9	28
	Düzenekteki roketlerin ortalama kanat yüzey alanı	0.50-0.60 cm ²	11	31
	Düzenekteki roketlerin roket ucunun şekli	Koni	11	31
	Roket ucu gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiştir.	Evet	8	22
	Taşıma düzeneğinin şekli	Dikdörtgenler prizması	11	31
	Taşıma düzeneğinin hacmi	~ 80 cm ³	5	10
		~ 126 cm ³	6	21

Betimleme	Taşıma düzeneğinde bulunan kibrit roket sayısı	3	7	22
		4	4	9
	Taşıma düzeneği fırlatma rampası içermektedir.	Evet	11	31
	Taşıma düzeneği tasarım kalıplarını içermektedir.	Evet	11	31
	Tasarım kalıpları düzgün şekilde hazırlanmıştır.	Evet	8	27
	Üründe kullanılan temel materyaller	Kağıt		11
Alüminyum folyo			11	31
Tahta			11	31
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	8	21
	Ürün sağlamdır.	Evet	11	31
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	11	31
	Ürün güvenlidir.	Evet	11	31
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	11	31
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	11	31
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	11	31
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	11	31
Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	11	31	

Tablo 4.42'ye bakıldığında iki katılımcı grubu tarafından tasarlanan kibrit roketlerin her birinin fen (fizik ve kimya), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği görülmektedir. Buna ek olarak, tüm kibrit roket tasarımlarına kimyasal tepkimeler konusunun ve Newton'un Hareket Kanunları'nın temel oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları düzeneklerdeki roketlerin ortalama kütlesi 0.19 g ve 0.23 g, ortalama uzunluğu 4.0 cm ve 4.2 cm ve gövde çapı 0.38 cm ve 0.40 cm aralığında değişmektedir. Tüm roketler dik üçgen şeklinde 4 adet kanat içermektedir ve düzenekteki roketlerin ortalama kanat yüzey alanı 0.50 cm^2 ve 0.60 cm^2 arasındadır. Her iki çalışma grubunun tasarımlarının büyük çoğunluğunda kanatlar, gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiştir. Koni şeklindeki roket uçlarının çoğunluğu gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiştir. Taşıma düzeneklerinin hepsi ise dikdörtgenler prizması şeklindedir. Her iki çalışma grubunun taşıma düzenekleri yaklaşık olarak 80 cm^3 veya 126 cm^3 hacme sahiptir. Bu düzeneklerin içerisinde 3 veya 4 adet kibrit roket, fırlatma rampası ve tasarım kalıpları bulunmaktadır. İlgili tasarım kalıplarının çoğunluğu düzgün şekilde hazırlanmıştır. Ürünlerde kullanılan temel materyaller ise kağıt, alüminyum folyo ve tahta türü malzemelerdir. Ürünler dizayn ve işlevsellik açısından değerlendirildiğinde ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının hepsinin, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı

tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen sağladığı görülebilir. Ürünün çalışıyor olma niteliği ise her iki çalışma grubunun tasarımlarının çoğunluğu tarafından karşılanmaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan kibrit roket düzeneklerinin özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak karşıladığı, betimleme temasında kibrit roketlerin çoğunlukla benzer özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Roket ucunun gövde üzerine düzgün şekilde ve kanatların gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmesi ve tasarım kalıplarının düzgün şekilde hazırlanması niteliklerinin her iki çalışma grubunun bazı tasarımlarında sağlanamadığı göze çarpmaktadır. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise öne çıkan durum Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarından dördünün ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarından onunun çalışmamasıdır. Bu durumun nedeninin roket uçlarının gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmemesinden kaynaklandığı düşünülebilir. Bu nitelik dışında kalan tüm niteliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının her biri tarafından sağlandığı değerlendirilebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları kibrit roket örneklerine ilişkin görseller Şekil 4.19’da sunulmuştur.



Şekil 4.19 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları kibrit roket örneklerine ilişkin görseller

Su roketi ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Kendi roketini tasarla-IV: Su roketi etkinliğinde katılımcı gruplarına “Sizlere verilen 1 L’lik pet şişe ile havanın su üzerinde oluşturduğu basınçtan yararlanarak hareket eden, roket ucu, kanat ve gövdeden oluşan dayanıklı bir roket tasarlamamız gerekmektedir.

Ayrıca bu roket, fırlatıldığında yatay doğrultuda en düz şekilde ve en uzağa gidebilecek nitelikte olmalıdır.” görevi verilmiştir. Görevde belirtilen tasarım kriterlerine göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından toplam 7 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise toplam 16 adet su roketi tasarlanmıştır. Bu tasarımların su roketi ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.43’de sunulmuştur.

Tablo 4.43

Su Roketi Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	7	16
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik)	7	16
		Teknoloji	7	16
		Mühendislik	7	16
Matematik		7	16	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	7	16	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Hava basıncı	7	16
		Newton yasaları	7	16
	Roketin kütlesi	20.0-50.0 g	5	12
		50.1-80.0 g	2	4
	Roketin hacmi	1 L	7	16
	Roketin uzunluğu	10.0-50.0 cm	5	12
		50.1-90.0 cm	2	4
	Roketin gövde çapı	7.2-8.2 cm	7	16
	Kanat sayısı	2	3	6
		4	4	8
	Kanat şekli	Dik üçgen	7	16
	Kanatlar gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiştir.	Evet	4	8
	Bir kanadın yüzey alanı	35.2-45.3 cm ²	7	16
	Roket ucunun şekli	Koni	7	16
Roket ucu gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiştir.	Evet	6	10	
Üründe kullanılan temel materyaller	Plastik	7	16	
	Kağıt	7	16	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	7	16
	Ürün sağlamdır.	Evet	5	14
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	7	16
	Ürün güvenlidir.	Evet	7	16
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	7	16
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	7	16
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	7	16
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	7	16
Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	7	16	

Tablo 4.43 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen

adayları tarafından tasarlanan su roketlerinin her birinin, fen (fizik), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği anlaşılmaktadır. Buna ek olarak tüm su roketlerinin, hava basıncına ve Newton'un Hareket Kanunları'na dayalı olarak tasarlandığı söylenebilir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları roketlerin kütleleri 20.00 g ve 50.00 g ve 50.01 g ve 80.00 g, uzunlukları 10.0 cm ve 50.0 cm ve 50.1 cm ve 90.0 cm, gövde çapları 7.2 cm ve 8.2 cm aralığında değişmektedir. Tüm roketler dik üçgen şeklinde 4 veya 2 adet kanat içermektedir ve düzenekteki roketlerin kanat yüzey alanları 35.2 cm² ve 45.3 cm² arasındadır. Bu kanatlardan çoğunluğu gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiştir. Roketlerdeki roket uçlarının hepsi koni şeklindedir ve bu roket uçları çoğunlukla gövde üzerinde düzgün şekilde yerleştirilmiştir. Üründe kullanılan temel materyaller ise plastik ve kağıt türevi malzemelerdir. Ürünler dizayn ve işlevsellik açısından değerlendirildiğinde ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının hepsinin, sağlamlık dışında kalan ürünün çalışma, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen sağladığı anlaşılabilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan su roketlerinin özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak sağladığı söylenebilir. Betimleme temasında ise su roketleri için kullanılan tasarım niteliklerinin benzer olduğu ifade edilebilir. Ancak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarında uç ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarında sekiz su roketi için kanatlar roket gövdesi üzerine simetrik olarak yerleştirilmemiştir. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması göz önünde bulundurulduğunda ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarından ikişer tanesinin sağlam olmaması öne çıkmaktadır. Bu nitelik dışında kalan tüm niteliklerin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının her biri için sağlandığı söylenebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları su roketi örneklerine ilişkin görseller Şekil 4.20'de sunulmuştur.



Şekil 4.20 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları su roketi örneklerine ilişkin görseller

Güneş saati değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Güneş saati etkinliğinde katılımcı gruplarına aşamalı olarak bir Güneş saati tasarlama görevi verilmiştir. Bu görevin tamamlanması sonrasında, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından toplam 8 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise toplam 23 adet Güneş saati tasarlanmıştır. Bu tasarımların Güneş saati ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.44’de sunulmuştur.

Tablo 4.44

Güneş Saati Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)	
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	8	23
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik ve astronomi)	8	23
		Teknoloji	8	23
		Mühendislik	8	23
Matematik		8	23	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	8	23	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Gölge oluşumu	8	23
		Güneş’in görünür hareketi	8	23
	Güneş saati türü	Yatay	8	23
	Güneş saatinde saat mili (Gnomon) bulunmaktadır.	Evet	8	23
	Saat milinin şekli	Dik üçgen	8	23
	Güneş saatinde saat kadranı (Dial) bulunmaktadır.	Evet	8	23
	Saat kadranının şekli	Dikdörtgen	6	23
Daire		2	-	

Betimleme	75.0-150.0 cm ²	2	-	
	150.1-225.0 cm ²	-	3	
	225.1-350.0 cm ²	6	16	
	1825-1900 cm ²	-	4	
	Güneş saatinde saat çizgileri (Hour lines) bulunmaktadır.	Evet	8	23
	Saat çizgileri için yapılan matematiksel hesaplamalar doğrudur.	Evet	8	19
	Güneş saatinin ölçme aralığı	6 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	8	23
	Güneş saatinin duyarlılığı	1 saat	8	23
	Güneş saatinin hata payı	0.5 saat	8	23
	Güneş saati tutarlı ölçüm yapmaktadır.	Evet	8	23
	Güneş saati doğru ölçüm yapmaktadır.	Evet	8	17
	Güneş saati bulunulan enleme göre tasarlanmıştır.	Evet	8	21
Dizayn ve işlevsellik	Üründe kullanılan temel materyaller	Kağıt	8	23
	Güneş saati konumlandırma için bir düzeneğe (pusula gibi) sahiptir.	Evet	-	2
	Ürün çalışmaktadır.	Evet	8	17
	Ürün sağlamdır.	Evet	7	20
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	8	23
	Ürün güvenlidir.	Evet	8	23
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	8	23
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	8	23
Ürün kolay taşınabilir.	Evet	8	23	
Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	8	23	
Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	8	23	

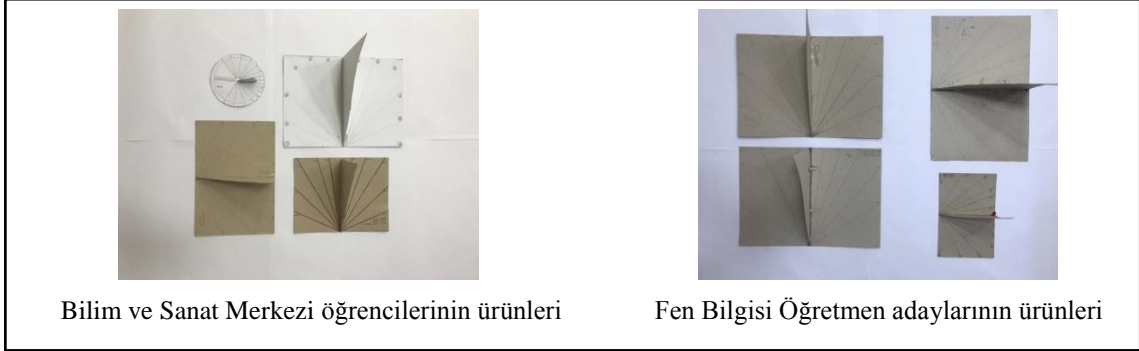
Tablo 4.44 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan Güneş saatlerinin tümünün, fen (Fizik ve astronomi), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği görülmektedir. Buna ek olarak, tüm ürünler gölge oluşumu ve Güneş'in görünür hareketi temel alınarak tasarlanmıştır. Her iki katılımcı grubu tarafından tasarlanan Güneş saatlerinin tümü yatay Güneş saatidir. Bu Güneş saatlerinde dik üçgen şeklinde saat milleri bulunmaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin Güneş saatlerinin kadrantları dikdörtgen ve daire şeklinde, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının Güneş saatlerinin kadrantları ise yalnızca dikdörtgen şeklindedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarında saat kadrantlarının alanı 75.0 cm² ve 150.0 cm² ve 225.1 cm² ve 350.0 cm², Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarında ise saat kadrantlarının alanı 150.1 cm² ve 225.0 cm², 225.1 cm² ve 350.0 cm² ve 1825 cm² ve 1900 cm² aralığında değişmektedir. Tüm Güneş saatlerinde saat çizgileri bulunmaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarının tamamında, Fen Bilgisi Öğretmen

adaylarının tasarımlarının çoğunluğunda saat çizgileri için yapılan matematiksel hesaplamalar doğrudur. Tüm Güneş saatlerinin ölçme aralığı 6^{00} ve 18^{00} ve saatlerin duyarlılığı 1 ve hata payı 0.5 saattir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladıkları Güneş saatlerinin tamamı bulunulan enleme göre tasarlanmıştır ve bu saatler tutarlı ve doğru ölçüm yapmaktadır. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları Güneş saatlerinin büyük bir bölümü bulunulan enleme göre tasarlanmıştır ve tamamı tutarlı ve çoğunluğu da doğru ölçüm yapmaktadır. Üründe kullanılan temel materyaller ise kağıt türevi maddelerdir. Yalnızca Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları Güneş saatlerinin çok küçük bir kısmı konumlandırma için bir düzeneğe (pusula gibi) sahiptir. Buna ek olarak, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarının tamamı sağlamlık niteliği dışında ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının tamamı çalışma ve sağlamlık nitelikleri dışında, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini sağlamaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan Güneş saatlerinin özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak sağladığı, betimleme temasında ise tasarlanan tüm Güneş saatlerinin yatay Güneş saati türünde benzer özellikler gösterdiği söylenebilir. Ancak, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin Güneş saati tasarımlarından ikisinin saat kadranının daire şeklinde olması ve iki Güneş saatinin de oldukça küçük saat kadranına (75.0 cm^2 ve 150.0 cm^2 aralığında) sahip olması, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının Güneş saati tasarımlarından dördünün oldukça büyük saat kadranına (1825 cm^2 ve 1900 cm^2 aralığında) sahip olması, saat çizgileri için yapılan matematiksel hesaplamaların dört tasarım için doğru olmaması, iki Güneş saatinin bulunulan enleme göre tasarlanmaması, altı Güneş saatinin doğru ölçüm yapmaması ve iki adet Güneş saatinin ise konumlandırma için bir düzeneğe (pusula gibi) sahip olması iki katılımcı grubunun tasarımlarında farklılaşan noktalar. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması göz önünde bulundurulduğunda ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarından birinin sağlam olmadığı ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarından üçünün sağlam olmadığı ve altısının çalışmadığı söylenebilir. Güneş saatlerinin çalışmamasının temel nedeni tasarım sürecindeki matematiksel hesaplamaların doğru olarak yapılamamasından kaynaklanmaktadır. Bunun dışında kalan tüm nitelikler iki çalışma grubunun tasarımları

içinde tamamen sağlanmaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları Güneş saati örneklerine ilişkin görseller Şekil 4.21’de sunulmuştur.



Şekil 4.21 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları Güneş saati örneklerine ilişkin görseller

3D hologram ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

3D hologram etkinliğinde katılımcı gruplarına “Sizlerin de bir astronomi konusu ile ilgili hologram tasarlamamız gerekmektedir. Hologramlarınız en az 3 ve en fazla 4 dakikalık görüntüler içermeli, konu ile ilgili araştırmalarınız ses kaydı ile videoda yer almalıdır. Hologram düzeneğinizde görüntüyü oluşturduğunuz bir hologram aparatı da yer almalıdır. Tasarım süreci, hazırlık ve konunun belirlenmesi, konuya ilişkin araştırma yapılması, videoların hazırlanması, hologram aparatının tasarlanması ve hologram düzeneğinin gözden geçirilmesi ve paylaşılması olmak üzere beş aşamadan oluşmaktadır.” görevi verilmiştir. Görevde belirtilen tasarım kriterlerine göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından toplam 9 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise toplam 29 adet 3D hologram düzeneği tasarlanmıştır. Bu tasarımların 3D hologram ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.45’te sunulmuştur.

Tablo 4.45

3D Hologram Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	9	29
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik ve astronomi)	9	29
		Teknoloji	9	29
		Mühendislik	9	29
Matematik		9	29	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	9	29	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Işığın kırılması	9	29
	Videonun konusu	Astronomi tarihi	-	1
		Güneş ve Ay tutulmaları	2	3
		Güneş sistemindeki gezegenler	-	2
		Ay'ın evreleri	1	5
		Ay'ın oluşumu	1	2
		Mevsimlerin oluşumu	-	2
		Gece ve gündüz oluşumu	3	5
		Evren modelleri	-	1
		Galilei Galilei	-	1
		Jüpiter ve uyduları	-	2
		Kara delikler	1	-
		Güneş	1	3
		Samanyolu galaksisi	-	2
		Videonun süresi	3 - 3.5 dakika	9
	Video içeriği bilimsel bilgileri içermektedir.	Evet	9	29
	Videonun uygun olduğu görüntüleme aracı	Akıllık telefon	8	25
		Tablet	1	4
	Video derinlik algısını oluşturabilmektedir.	Evet	9	29
	Video akışı iyi kurgulanmıştır.	Evet	8	25
Kısmen		1	4	
Videonun görüntü kalitesi	Yüksek	7	25	
	Orta	2	4	
Video ses içermektedir.	Evet	9	29	
Videonun hazırlandığı format	mp4	7	26	
	avi	2	3	

Betimleme	Hologram aparatının yapıldığı materyal	Asetat kağıdı	9	29
	Hologram aparatının şekli	Kesik kare piramit	9	29
	Hologram aparatının yüzey sayısı	4	9	29
	Hologram aparatının yan yüzeylerinin zemin ile yaptığı açı	20-30 derecede	9	29
	Hologram aparatı simetriktir.	Evet	9	29
	Hologram aparatının yüzeyleri ışığı geçirmektedir.	Evet	9	29
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	9	29
	Ürün sağlamdır.	Evet	9	29
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	9	29
	Ürün güvenlidir.	Evet	9	29
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	9	29
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	9	29
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	9	29
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	9	29
Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	9	29	

Tablo 4.45 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan 3D hologram düzeneklerinin her birinin, fen (Fizik ve astronomi), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği görülmektedir. Tüm 3D hologram düzeneklerinin ışığın kırılma özelliğine dayalı olarak tasarlandığı söylenebilir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladıkları hologram videoları, Güneş ve Ay tutulmaları, Ay'ın evreleri, Ay'ın oluşumu, gece ve gündüz oluşumu, kara delikler ve Güneş konuları ile Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları hologram videoları ise astronomi tarihi, Güneş ve Ay tutulmaları, Güneş sistemindeki gezegenler, Ay'ın evreleri, Ay'ın oluşumu, mevsimlerin oluşumu, gece ve gündüz oluşumu, evren modelleri, Galilei Galilei, Jüpiter ve uyduları, Güneş ve Samanyolu galaksisi konuları ile ilgili olarak hazırlanmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan videoların tümünün, 3 dakika ve 3.5 dakika aralığında bir süreye sahip olduğu, bilimsel bilgileri içerdiği, derinlik algısı oluşturabilecek şekilde tasarlandığı, ses içerdiği, çoğunlukla yüksek çözünürlükte ve mp4 formatında hazırlandığı anlaşılabılır. Ayrıca Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları videolar akıllı telefonlar ve tabletler için hazırlanmıştır. Video akışları ise her iki çalışma grubu için de büyük oranda iyi kurgulanmıştır. Her iki çalışma grubunun hologram aparatlarının asetat kâğıdından yapıldığı, kesit piramit şeklinde 4 yüzeye sahip olduğu, bu yüzeylerin simetrik olarak tasarlandığı, aparatının yan yüzeylerinin zemin ile yaptığı açının 20 derece ve 30 derece

aralığında değiştiği ve yzeyelele ışığı geğirdiği slylenebilir. Buna ek olarak, Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin ve Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının tasarımılarının hepsi, çalışma, sağlamlık, dlyşuk maliyet, gvnenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf omrne sahip olma niteliklerini tamamen sağlamaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi oğrencileri ve Fen Bilgisi Oğretmen adayları tarafından tasarlanan su roketlerinin ozellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımılarının ilgili temayı tam olarak sağladığı, betimleme temasında ise tasarımıların benzer ozelliklere sahip olduğu ifade edilebilir. İki alışma grubunun tasarımıları arasındaki en belirgin farklılık Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının tasarımılarında farklı tnrde konulara ynelik olarak videoların hazırlanmasıdır. Bu durum, katılımcı grubundaki oğrenci sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. rnrn dn dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin ve Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının tasarımılarının tm nitelikleri sağladığı ve benzer ozellikler gvsterdiği ifade edilebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin ve Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının tasarladıkları 3D hologram dzenegi rneklerine ilişkin gvrseller şekil 4.22'de sunulmuştur.



şekil 4.22 Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin ve Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının tasarladıkları 3D hologram dzenegi rneklerine ilişkin gvrseller

4.3.2.2. Araştırma ve tasarım projeleri modlnde tasarlanan rnrnlerin değerlendirilmesine ilişkin bulgular

Araştırma ve tasarım projeleri modlnde, grup araştırma ve tasarım projeleri ve

bireysel araştırma ve tasarım projeleri olmak üzere iki farklı türde proje bulunmaktadır. Grup araştırma ve tasarım projelerinde uygulayıcı tarafından iki çalışma grubuna da uzayda bilim nasıl işler?, zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir?, uzaya nasıl ulaşabiliriz? ve hologramlar nasıl çalışır? problemleri verilmiştir. Ayrıca, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup, kendi araştırma problemini uzayı nasıl gözlemleyebiliriz? şeklinde oluşturmuştur. Bu araştırma problemleri tek bir çözümü olmayan, katılımcıları araştırma ve tasarım süreçlerini ve farklı disiplinleri bir arada kullanmaya teşvik eden problemlerdir. Bireysel araştırma ve tasarım projeleri arasında ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından gerçekleştirilen ürün oluşturma odaklı karanlıkta görebilir miyiz? ve teleskopta Jüpiter projeleri yer almaktadır. Grup araştırma ve tasarım projelerinde uzayda bilim nasıl işler? probleminin çözümüne yönelik olarak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından havası azaltılmış ortam düzeneği, zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir? probleminin çözümüne yönelik olarak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından Güneş saati, Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından ise Güneş saati ve su saati, uzaya nasıl ulaşabiliriz? probleminin çözümüne yönelik olarak her iki çalışma grubu tarafından model roketler, hologramlar nasıl çalışır? probleminin çözümüne yönelik olarak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından hologram düzenekleri tasarlanmıştır. Buna ek olarak, uzayı nasıl gözlemleyebiliriz? probleminin çözümüne yönelik olarak Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından teleskop tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bireysel araştırma ve tasarım projelerinde ise karanlıkta görebilir miyiz? probleminin çözümüne yönelik olarak bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi tarafından kızıl ötesi kamera ve teleskopta Jüpiter projesinde gözlemlerde kullanılmak üzere bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi tarafından teleskop tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, her bir ürün için ürün değerlendirme formlarından elde edilen bulgular sırası ile sunulmuştur.

Havası azaltılmış ortam düzeneği ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Uzayda bilim nasıl işler? probleminin çözümüne yönelik olarak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan gruplar havası azaltılmış ortam düzeneği tasarlamışlar ve bu düzenekte farklı deneyler gerçekleştirmişlerdir. Katılımcı grupları uygulama sürecinde tasarımları için özel malzemeler talep etmişlerdir. İlgili malzemeler yüksek ücretlerinden dolayı her bir gruba

sağlanamamıştır. Bu nedenle sağlanan malzemeler ile tüm gruplar kendilerine özgü atölye saatlerinde tasarımlarını gerçekleştirmişlerdir. Bu tasarımların, havası azaltılmış ortam düzeneği ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.46’da sunulmuştur.

Tablo 4.46

Havası Azaltılmış Ortam Düzeneği Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)	
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	1	3
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik ve astronomi)	1	3
		Teknoloji	1	3
		Mühendislik	1	3
		Matematik	1	3
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	1	3	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Hava yoğunluğunun değişimi	1	3
	Düzeneğin hacmi	240 mL	1	3
	Düzenekte elde edilebilen minimum basınç	0.491 atm	1	3
	Düzenekte gerçekleştirilebilen deneyler	Havası azaltılmış ortamda bitkiler büyür mü?	-	1
		Yanan bir mum farklı hava yoğunluklarında nasıl davranır?	1	3
		Sabun köpüğünün hacmi farklı hava yoğunluklarında nasıl değişir?	1	2
		Hava yoğunluğu kademeli olarak değiştirildiğinde bir şırınganın pistonu hareket eder mi?	1	1
		Hava yoğunluğu kademeli olarak değiştirildiğinde bir balonun hacmi değişir mi?	1	3
		Havası azaltılmış ortamda ışık yayılır mı?	1	3
		Havası azaltılmış ortamda ses yayılır mı?	1	3
		Hava basıncının sıcaklığa bir etkisi var mıdır?	-	2
		Hava basıncının manyetik kuvvet üzerine etkisi var mıdır?	1	1

Betimleme	Vakum pompasının besleme sistemi	220 V	1	3
	Vakum pompasının akış hızı	3.06 m ³ /h	1	3
	Bağlantı hortumunun uzunluğu	170 cm	1	3
	Düzeneğin hava kilidi türü	Cam valf	1	3
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	1	3
	Ürün sağlamdır.	Evet	1	3
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	-	-
	Ürün güvenlidir.	Evet	1	3
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	1	3
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	1	3
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	1	3
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	1	3
	Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	1	3

Tablo 4.46'ya göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları havası azaltılmış ortam düzeneklerinin Fen (Fizik ve astronomi), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği anlaşılmaktadır. İlgili ürünler temelde hava yoğunluğunun değişimine dayalı olarak tasarlanmışlardır. Bu düzeneklerde gerçekleştirilebilen deneyler, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımları için yanan bir mum farklı hava yoğunluklarında nasıl davranır?, sabun köpüğünün hacmi farklı hava yoğunluklarında nasıl değişir?, hava yoğunluğu kademeli olarak değiştirildiğinde bir şırınganın pistonu hareket eder mi?, hava yoğunluğu kademeli olarak değiştirildiğinde bir balonun hacmi değişir mi?, havası azaltılmış ortamda ışık yayılır mı?, havası azaltılmış ortamda ses yayılır mı? ve hava basıncının manyetik kuvvet üzerine etkisi var mıdır?, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımları için havası azaltılmış ortamda bitkiler büyür mü?, yanan bir mum farklı hava yoğunluklarında nasıl davranır?, sabun köpüğünün hacmi farklı hava yoğunluklarında nasıl değişir?, hava yoğunluğu kademeli olarak değiştirildiğinde bir şırınganın pistonu hareket eder mi?, hava yoğunluğu kademeli olarak değiştirildiğinde bir balonun hacmi değişir mi?, havası azaltılmış ortamda ışık yayılır mı?, havası azaltılmış ortamda ses yayılır mı?, hava basıncının sıcaklığa bir etkisi var mıdır? ve hava basıncının manyetik kuvvet üzerine etkisi var mıdır? deneyleridir. Tasarlanan tüm ürünler için vakum pompasının besleme sistemi 220 V, vakum pompasının akış hızı 3.06 m³/h, bağlantı hortumunun uzunluğu 170 cm, düzeneğin hava kilidi türü cam valf ve üründe kullanılan temel materyaller cam olarak

ifade edilebilir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının hepsi düşük maliyet niteliği dışında, çalışma, sağlamlık, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen sağlamaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan havası azaltılmış ortam düzeneklerinin özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak karşıladığı, betimleme temasında ürünlerin benzer özelliklere sahip olduğu söylenebilir. Ancak Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından düzenekte gerçekleştirilen deneylerin sayısı daha fazladır. Bu durum, ilgili araştırma ve tasarım projesinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan üç grubun bulunmasından kaynaklanmaktadır. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının düşük maliyet kriteri dışındaki tüm nitelikleri sağladığı ifade edilebilir. İlgili ürün, basınca dayanıklı cam malzemenin ve vakum pompasının fiyatından dolayı düşük maliyet kriterini sağlayamamıştır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları havası azaltılmış ortam düzeneğine ilişkin görseller Şekil 4.23'te sunulmuştur.



Şekil 4.23 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları havası azaltılmış ortam düzeneğine ilişkin görseller

Güneş saati ve su saati ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir? probleminin çözümüne yönelik olarak Bilim

ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan grup 1 Güneş saati ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan gruplar ise farklı türde 2 Güneş saati ve 1 su saati tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarlanan Güneş saatlerinin, Güneş saati ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular ile Tablo 4.47’de sunulmuştur.

Tablo 4.47

Araştırma ve Tasarım Projeleri Modülünde Tasarlanan Güneş Saatlerinin Güneş Saati Ürün Değerlendirme Formu ile Değerlendirilmesinden Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	1	2
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik ve astronomi)	1	2
		Teknoloji	1	2
		Mühendislik	1	2
		Matematik	1	2
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	1	2	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Gölge oluşumu	1	2
		Güneş’in görünür hareketi	1	2
	Güneş saati türü	Analemmatic	1	1
		Yatay	-	1
	Güneş saatinde saat mili (Gnomon) bulunmaktadır.	Evet	1	2
	Saat milinin şekli	İnsan vücudu	1	1
		Üçgen	-	1
	Güneş saatinde saat kadranı (Dial) bulunmaktadır.	Evet	1	2
	Saat kadranının şekli	Yarım elips	1	1
		Daire	-	1
		4.38 m ²	1	-
	Saat kadranının alanı	4.77 m ²	-	1
		0.94 m ²	-	1
		Güneş saatinde saat çizgileri (Hour lines) bulunmaktadır.	Evet	1
	Saat çizgileri için yapılan matematiksel hesaplamalar doğrudur.	Evet	1	2
Güneş saatinin ölçme aralığı	6 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	1	2	
Güneş saatinin duyarlılığı	1 saat	1	2	
Güneş saatinin hata payı	0.5 saat	1	2	

Betimleme	Güneş saati tutarlı ölçüm yapmaktadır.	Evet	1	2
	Güneş saati doğru ölçüm yapmaktadır.	Evet	1	2
	Güneş saati bulunulan enleme göre tasarlanmıştır.	Evet	1	2
	Üründe kullanılan temel materyaller	Plastik	1	1
		Tahta		1
Kağıt		1	1	
Güneş saati konumlandırma için bir düzeneğe (pusula gibi) sahiptir.	Pusula	-	1	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	1	2
	Ürün sağlamdır.	Evet	1	2
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	1	2
	Ürün güvenlidir.	Evet	1	2
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	1	2
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	1	2
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	1	2
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	1	2
	Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	1	2

Tablo 4.47 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan Güneş saatlerinin tümünün, fen (fizik ve astronomi), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği görülmektedir. Buna ek olarak, tüm ürünler gölge oluşumu ve Güneş'in görünür hareketi temel alınarak tasarlanmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri analemmatic ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları analemmatic ve yatay Güneş saatleri tasarlamışlardır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladığı Güneş saatinde saat mili insan vücudu, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladığı Güneş saatlerinde ise saat mili insan vücudu ve dik üçgen şeklindedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladığı Güneş saatinde saat kadranı 4.38 m^2 alana sahiptir ve yarım elips şeklindedir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladığı Güneş saatlerinde ise saat kadranları sırasıyla 4.77 m^2 ve 0.94 m^2 alana sahip ve yarım elips ve daire şeklindedir. Tüm Güneş saatlerinde saat çizgileri bulunmaktadır ve saat çizgileri için yapılan matematiksel hesaplamalar doğrudur. Tüm Güneş saatlerinin ölçme aralıkları 6^{00} ve 18^{00} , duyarlılıkları 1 ve hata payları 0.5 saattir. Bütün Güneş saatleri bulunulan enleme göre tasarlanmıştır ve bu saatler tutarlı ve doğru ölçüm yapmaktadır. Ürünlerde kullanılan temel materyaller ise plastik, tahta ve kağıt türevi maddelerdir. Yalnızca Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları Güneş saatlerinin birisi konumlandırma için bir düzeneğe (pusula gibi) sahiptir. Buna ek olarak, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının tamamı çalışma,

sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini sağlamaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan Güneş saatlerinin özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak sağladığı söylenebilir. Betimleme temasında ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan analemmatic Güneş saatlerinin birbirinin benzeri olduğu ifade edilebilir. Bu saatler ile zamanı belirleyebilmek için bir insanın saat kadranı üzerinde durarak gölgesinin düştüğü saat çizgisine göre ölçme işlemi yapması gerekmektedir. Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan yatay Güneş saati ise türü gereği farklı özelliklere sahiptir ve konumlandırma için pusula içermektedir. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise her iki çalışma grubunun tasarımlarının tüm nitelikleri tamamıyla sağladığı ve benzer özellikler gösterdiği söylenebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarladıkları Güneş saatlerine ilişkin görseller Şekil 4.24'te sunulmuştur.



Şekil 4.24 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarladıkları Güneş saatlerine ilişkin görseller

Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan su saatinin su saati ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular ile Tablo 4.48'de sunulmuştur.

Tablo 4.48

Su saati Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımı (f)	
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	1
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik)	1
		Teknoloji	1
		Mühendislik	1
Matematik		1	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	1	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Akışkanlık	1
	Su saati türü	Clepsydra	1
	Su saatinin periyodu	160 saniye	1
	Su saatinin duyarlılığı	10 saniye	1
	Su saatinin hata payı	5 saniye	1
	Su saati tutarlı ölçüm yapmaktadır.	Evet	1
	Su saati doğru ölçüm yapmaktadır.	Evet	1
	Üründe kullanılan temel materyaller	Cam	1
Plastik		1	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	1
	Ürün sağlamdır.	Evet	1
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	1
	Ürün güvenlidir.	Evet	1
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	1
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	1
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	1
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	1
Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	1	

Tablo 4.48'e göre Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları su saatinin Fen (Fizik), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği anlaşılmaktadır. İlgili ürün akışkanlığa dayalı olarak tasarlanan Clepsydra türü su saatidir. Su saatinin periyodu 160, duyarlılığı 10 ve hata payı 5 saniyedir. Doğru ve tutarlı ölçüm yapan su saatinde kullanılan temel materyaller cam ve plastik türü malzemelerdir. Su saati çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen karşılamaktadır.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları su saatine ilişkin görseller Şekil 4.25'te sunulmuştur.



Şekil 4.25 Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları su saatine ilişkin görsel

Model roket ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Uzaya nasıl ulaşabiliriz? probleminin çözümüne yönelik olarak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan grup 1 ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan gruplar 3 farklı model roket tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Model roketlerin, model roket ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular ile Tablo 4.49’da sunulmuştur.

Tablo 4.49

Model Roket Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımı(f)	
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	1	3
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik ve roket Bilimi)	1	3
		Teknoloji	1	3
		Mühendislik	1	3
Matematik		1	3	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	1	3	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Basınç merkezi ve ağırlık merkezi	1	3
		Newton'un hareket kanunları	1	3
	Roketin kütlesi	103.22 g	1	-
		104.82 g	-	1
		114.38 g	-	1
		125.32 g	-	1
	Roketin uzunluğu	33.0 cm	1	-
		35.1 cm	-	1
37.2 cm		-	1	
44.1 cm		-	1	

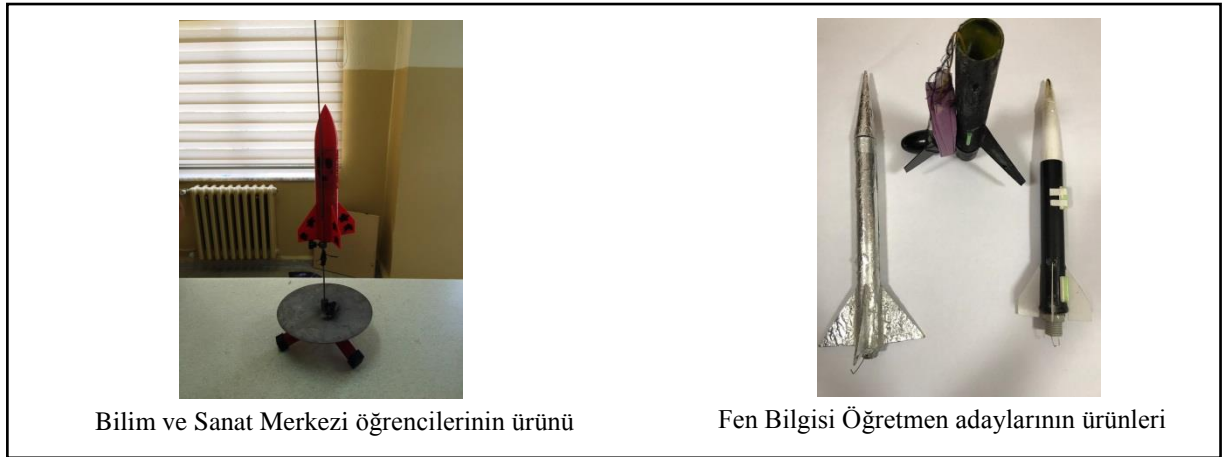
Betimleme	Roketin gövde çapı	2.1 cm	-	1
		2.4 cm	-	1
		3.1 cm	-	1
		3.3 cm	1	1
	Kanat sayısı	4	1	3
	Kanat şekli	Kesik uçlu delta	-	1
		Konik ok	1	2
	Kanatlar gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiştir.	Evet	1	3
	Bir kanadın yüzey alanı	12.4 cm ²	-	1
		14.0 cm ²	1	-
		15.0 cm ²	-	1
		16.0 cm ²	-	1
	Üründe kullanılan temel materyaller	Plastik	1	3
		Alüminyum folyo	-	1
	Roket ucunun şekli	Koni	1	3
	Roket ucu gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiştir.	Evet	1	3
	Rokette kullanılan yakıt türü	Şeker itici	1	3
	Roket yakıtı sisteme düzgün şekilde yerleştirilmiştir.	Evet	1	3
	Rokette paraşüt sistemi bulunmaktadır.	Evet	1	3
	Paraşütün şekli	Altıgen	1	3
Paraşütün yüzey alanı	1894 cm ²	1	1	
	2338 cm ²	-	2	
Paraşütün yapıldığı malzeme	Naylon	1	3	
Paraşütün yanmasını engelleyici bir düzenek bulunmaktadır.	Evet	1	3	
Paraşüt sistemi düzgün şekilde çalışmaktadır.	Evet	1	2	
Ağırlık merkezi, basınç merkezinin önündedir.	Evet	1	3	
Roketin fırlatma rampasına yerleştirilmesi için tasarlanmış bir fırlatma kulpu bulunmaktadır.	Evet	1	3	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	1	3
	Ürün sağlamdır.	Evet	1	3
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	1	3
	Ürün güvenlidir.	Evet	1	3
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	1	3
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	1	3
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	1	3
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	1	3
Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	1	3	

Tablo 4.49 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan model roketlerinin tümünün, fen (Fizik ve roket bilimi), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği anlaşılmaktadır. Buna ek olarak bütün roketler, basınç merkezi ve ağırlık merkezi konusuna ve Newton'un Hareket Kanunları'na dayalı olarak tasarlanmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladıkları roketin kütlesi

103.22 g, uzunluğu 33.0 cm ve gövde çapı, 3.3 cm'dir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları roketlerin ise kütleleri 104.82 g, 114.38 g ve 125.32 g, uzunlukları 35.1 cm, 37.2 cm ve 44.1 cm ve gövde çapları 2.1 cm, 2.4 cm ve 3.1 cm'dir. Tüm roketlerde 4 kanat bulunmaktadır. Roket kanatlarının şekli için Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri konik ok şeklini, Fen Bilgisi Öğretmen adayları ise kesik uçlu delta ve konik ok şeklini tercih etmişlerdir. Tüm model roketlerde kanatlar gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiştir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarımlarında bir kanadın yüzey alanı, 14.0 cm^2 ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarında bir kanadın yüzey alanları ise 12.4 cm^2 , 15.0 cm^2 ve 16.0 cm^2 'dir. Ürünlerde kullanılan temel materyaller plastik ve alüminyum türevi malzemelerdir. Tüm model roketlerde koni şeklinde roket ucu tercih edilmiş ve bu roket uçları gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiştir. Model roketlerde kullanılan yakıt, şeker itici yakıttır. Bütün roketler naylondan yapılan paraşüt sistemi içermektedir ve paraşütlerin yüzey alanları 1894 cm^2 veya 2338 cm^2 'dir. Tüm paraşüt sistemleri düzgün olarak çalışmaktadır ve paraşütlerin yanmasını engellemek için tasarımlarda belirli düzenekler yer almaktadır. Model roketlerin her birinde ağırlık merkezi, basınç merkezinin önündedir ve buna ek olarak roketin fırlatma rampasına yerleştirilmesi için tasarlanmış bir fırlatma kulpu bulunmaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının hepsinin, çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen sağladığı anlaşılabilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan model roketlerinin özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak sağladığı söylenebilir. Betimleme temasında ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladıkları model roketin boyut olarak Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan model roketlerden daha küçük olduğu söylenebilir. Aynı zamanda bu roket 3D yazıcı kullanılarak oluşturulmuştur ve istenen durumlarda seri bir şekilde üretilebilmektedir. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tüm nitelikleri sağladığı ve benzer özellikler gösterdiği söylenebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları model roketlere ilişkin görseller Şekil 4.26'da sunulmuştur.



Şekil 4.26 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları model roketlere ilişkin görseller

Araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarlanan hologram düzeneklerinin 3D hologram ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular

Hologramlar nasıl çalışır? probleminin çözümüne yönelik olarak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan grup 1 ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan gruplar 3 farklı hologram düzeneği tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarlanan hologram düzeneklerinin, 3D hologram ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular Tablo 4.50'de sunulmuştur.

Tablo 4.50

Araştırma ve Tasarım Projeleri Modülünde Tasarlanan Hologram Düzeneklerinin 3D Hologram Ürün Değerlendirme Formu ile Değerlendirilmesinden Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)	
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	1	3
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik ve astronomi)	1	3
		Teknoloji	1	3
		Mühendislik	1	3
		Matematik	1	3
	STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	1	3

Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Işığın kırılması	1	3
	Videonun konusu	Güneş sistemindeki gezegenler	1	1
		Güneş sistemindeki gök cisimlerinin hareketleri	-	2
		Videonun süresi	4 dk 21 saniye	-
		4 dk 30 saniye	1	-
		4 dk 38 saniye	-	1
		4 dk 57 saniye	-	1
	Video içeriği bilimsel bilgileri içermektedir.	Evet	1	3
	Videonun uygun olduğu görüntüleme aracı	3 adet 19.5 inç ekran	-	1
		19.5 inç ekran	-	1
		13.0 inç ekran	1	1
	Video derinlik algısını oluşturabilmektedir.	Evet	1	3
	Video akışı iyi kurgulanmıştır.	Evet	1	3
	Videonun görüntü kalitesi	Yüksek	1	3
	Video ses içermektedir.	Yüksek	1	3
	Videonun hazırlandığı format	mp4	1	3
	Hologram aparatının yapıldığı materyal	Plastik	-	2
		Cam	-	1
		Asetat kağıdı	1	-
		Tahta	-	3
Hologram aparatının şekli	Dikdörtgenler prizması	1	-	
	Kesik üçgen piramit	-	1	
	Kesik kare piramit	-	1	
	Beşgen piramit	-	1	
Hologram aparatının yüzey sayısı	3	1	1	
	4	-	1	
	5	-	1	
Hologram aparatının yan yüzeylerinin zemin ile yaptığı açı	30.0 derece	-	1	
	35.0 derece	1	1	
	37.0 derece	-	1	
Hologram aparatı simetrikdir.	Evet	1	3	
Hologram aparatının yüzeyleri ışığı geçirmektedir.	Evet	1	3	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	1	3
	Ürün sağlamdır.	Evet	1	3
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	1	3
	Ürün güvenlidir.	Evet	1	3
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	1	3
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	1	3
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	1	3
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	1	3
Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	1	3	

Tablo 4.50 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan 3D hologram düzeneklerinin her birinin, fen (Fizik ve astronomi), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği görülmektedir. Tüm hologram düzeneklerinin

ışığın kırılma özelliğine dayalı olarak tasarlandığı söylenebilir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladıkları hologram videosu Güneş sistemindeki gezegenleri ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları hologram videoları ise Güneş sistemindeki gezegenleri ve Güneş sistemindeki gök cisimlerinin hareketlerini konu almaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından tasarlanan videonun süresi 4 dk 30 saniye ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan videoların süreleri ise 4 dk 21 saniye, 4 dk 38 saniye ve 4 dk 57 saniyedir. İlgili videoların her birinin, bilimsel bilgileri içerdiği, derinlik algısı oluşturabilecek şekilde hazırlandığı, akışın iyi kurgulandığı, ses içerdiği, yüksek çözünürlükte ve mp4 formatında hazırlandığı söylenebilir. Ayrıca Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerin tasarladıkları hologram videoları 13.0 inç ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları videolar 3 adet 19.5 inç, 19.5 inç ve 13.0 inç ekran için hazırlanmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri hologram aparatının yapımında asetat kağıdı ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları hologram aparatlarının yapımında ise plastik, cam ve tahta türevi malzemeler kullanılmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladığı hologram aparatı simetrik 3 yüzeyli olarak dikdörtgenler prizması şeklinde ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları hologram aparatları simetrik 4 veya 5 yüzeyli olarak kesik üçgen piramit, kesik kare piramit ve beşgen piramit şekillerindedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tasarladıkları hologram aparatının yan yüzeyleri zemin ile 35.0 derece, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladıkları hologram aparatlarının yan yüzeyleri zemin ile 30.0 derece, 35.0 derece veya 37 derece açı yapacak şekildedir. Tüm hologram aparatlarının yüzeyleri ışığı geçirmektedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının hepsi, çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini karşılamaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan 3D hologram düzeneklerinin özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak sağladığı söylenebilir. Betimleme temasında ise videoların bilimsel bilgi içerme, derinlik algısı oluşturma ve ses içerme gibi birçok nitelik açısından benzer özellikte olduğu ifade edilebilir. Buna karşın, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ürününün 13.0 inç ekran için dikdörtgenler prizması şeklinde

tasarlanması ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan hologramlardan birinin 3 adet 19.5 inç ekran için oldukça büyük olarak tasarlanması iki çalışma grubu arasındaki tasarımların belirgin farklılıklarındandır. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının tüm nitelikleri sağladığı ve benzer olduğu ifade edilebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarladıkları hologram düzeneklerine ilişkin görseller Şekil 4.27’de sunulmuştur.



Şekil 4.27 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının araştırma ve tasarım projeleri modülünde tasarladıkları hologram düzeneklerine ilişkin görseller

Teleskop II ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Uzayı nasıl gözlemleyebiliriz? probleminin çözümüne yönelik olarak Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup ve Teleskopta Jüpiter projesinde gözlemlerde kullanılmak üzere bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi tarafından teleskop tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımların, teleskop II ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular ile Tablo 4.51’de sunulmuştur.

Tablo 4.51

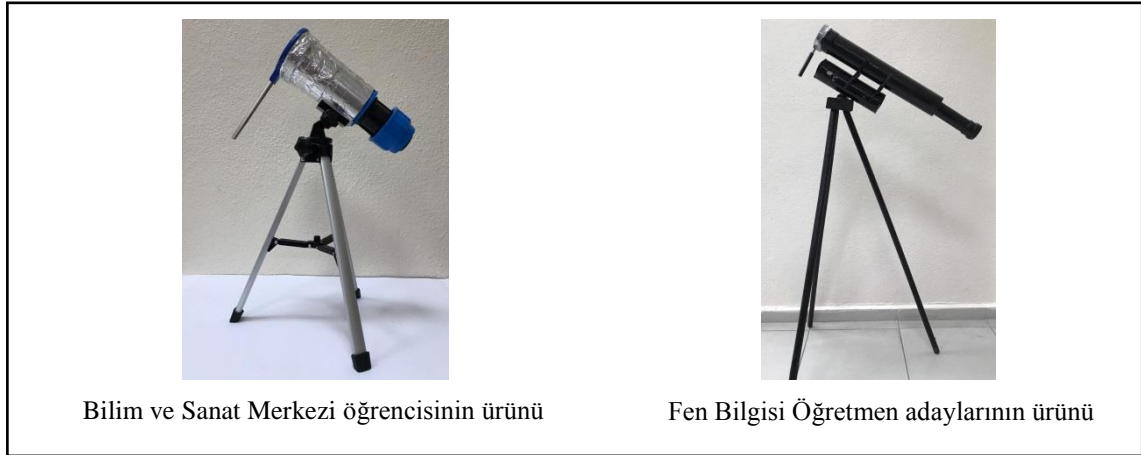
Teleskop II Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik		Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Tasarımları (f)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tasarımları (f)
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet	1	1
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik)	1	1
		Teknoloji	1	1
		Mühendislik	1	1
Matematik		1	1	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet	1	1	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Işığın kırılması	1	1
	Teleskop türü	Mercekli	1	1
	Optik sistem türü	İnce kenarlı mercek	1	1
	Optik sistem sayısı	2'li mercek sistemi	1	1
	Tüp uzunluğu	26.2 cm	1	-
		64.3 cm	-	1
	Tüp çapı	9.0 cm	1	-
		8.5 cm	-	1
	Tüp sisteminde kullanılan temel materyaller	Plastik	1	1
		Tahta	-	1
	Görüntü netliği ayarlama sistemi	Hareketli tüp sistemi	1	1
	Büyütme oranı	3.5	1	-
		8.1	-	1
	Görüntü özellikleri	Ters	1	1
		Cisimden büyük	1	1
		Net	1	1
	Kundak tipi	Ekvatorial	1	1
	Kundak yüksekliği	35.2 cm	1	-
		120.4 cm	-	1
	Kundak teleskobun yatay ekseninde hareketine olanak sağlamaktadır.	Evet	1	1
Kundak teleskobun dikey ekseninde hareketine olanak sağlamaktadır.	Evet	1	1	
Teleskopta karşı ağırlık bulunmaktadır.	Evet	-	-	
Teleskopta bulucu dürbün bulunmaktadır.	Evet	-	-	
Teleskop dengeli bir şekilde yere sabitlenebilmektedir.	Evet	1	-	
Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	1	1
	Ürün sağlamdır.	Evet	1	1
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	1	1
	Ürün güvenlidir.	Evet	1	1
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	1	1
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	1	1
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	1	1
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	1	1
	Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	1	1

Tablo 4.51 incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskopların fen (fizik), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği anlaşılmaktadır. Bunun yanında 2’li mercek sistemi içeren mercekli teleskoplar, ışığın kırılmasına dayalı olarak ince kenarlı merceklerden yapılmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinin tasarladığı teleskobun tüp uzunluğu 26.2 cm ve teleskop çapı 9.0 cm’dir. Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskobun tüp uzunluğu 64.3 cm ve teleskop çapı 8.5 cm’dir. Tüp sisteminde kullanılan temel materyaller Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinin tasarladığı teleskop için plastik, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladığı teleskop için ise plastik ve tahta türevi malzemelerdir. Her iki teleskop içinde hareketli tüp sistemi görüntü netliğini ayarlamak için kullanılmıştır. Büyütme oranları, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinin tasarladığı teleskop için 3.5, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladığı teleskop için ise 8.1’dir. İki teleskoptan da elde edilen görüntü ters, cisimden küçük ve net olma özelliklerini göstermektedir. İki teleskopta ekvotoral kundağa sahiptir. Kundağ yüksekliği Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinin tasarladığı teleskop için 35.2 cm, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarladığı teleskop için ise 120.4 cm’dir. Her iki kundağ tasarımı da teleskobun yatay ve dikey ekseninde hareketine olanak sağlamaktadır. Ancak teleskop tasarımlarında bulucu dürbün ve karşı ağırlık bulunmamaktadır. Yalnızca Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi tarafından tasarlanan teleskop dengeli bir şekilde yere sabitlenebilmektedir. Tasarlanan teleskopların her birinin, çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini sağladığı söylenebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskopların özellikleri temalar bazında genel olarak karşılaştırıldığında ise STEM ilişkisi teması için her iki çalışma grubunun tasarımlarının ilgili temayı tam olarak sağladığı, betimleme temasında ise teleskop için kullanılan optik sistemlerin büyük oranda benzer olduğu söylenebilir. İki teleskop arasındaki en belirgin farklar ise Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskobun 120.4 cm kundağ yüksekliğine ve 8.1 kat büyütme oranına sahip olmasıdır. Ürünün dizayn ve işlevsellik teması için ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının tüm nitelikleri karşıladığı ve benzer özellikler gösterdiği söylenebilir.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskoplara ilişkin görseller Şekil 4.28’de sunulmuştur.



Şekil 4.28 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskoplara ilişkin görseller

Kızıl ötesi kamera ürün değerlendirme formundan elde edilen bulgular

Karanlıkta görebilir miyiz? probleminin çözümüne yönelik olarak bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi tarafından kızıl ötesi kamera tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımın kızıl ötesi kamera ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular ile Tablo 4.52’de sunulmuştur.

Tablo 4.52

Kızıl Ötesi Kamera Ürün Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulgular

Tema	Nitelik	Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencisinin Tasarımı (f)	
STEM ilişkisi	Ürün en az iki STEM disiplini içermektedir.	Evet 1	
	İlişkili disiplinler	Fen (Fizik)	1
		Teknoloji	1
		Mühendislik	1
	Matematik	-	
	STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiştir.	Evet 1	
Betimleme	Üründeki temel bilimsel ilke	Işık spektrumu	1
	Kameranın duyarlı olduğu ışık türü	Kızıl ötesi ışık	1
	Kameranın boyutları (Genişlik, yükseklik ve derinlik)	65x35x40 mm	1
	Kameranın video çözünürlüğü	720 p	1
	Kameranın güç kaynağı	USB	1
	Sensör Tipi	CCD	1
	Odaklama türü	Sabit	1
	Görüş alanı	60 derece	1
	Üründe kullanılan temel materyaller	Evet	1

Dizayn ve işlevsellik	Ürün çalışmaktadır.	Evet	1
	Ürün sağlamdır.	Evet	1
	Ürünün maliyeti düşüktür.	Evet	1
	Ürün güvenlidir.	Evet	1
	Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir.	Evet	1
	Ürünün kullanımı kolaydır.	Evet	1
	Ürün kolay taşınabilir.	Evet	1
	Ürünün depolanması kolaydır.	Evet	1
	Ürünün raf ömrü uzundur.	Evet	1

Tablo 4.52'ye göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinin tasarladığı kızıl ötesi kameranın Fen (Fizik), teknoloji ve mühendislik disiplinlerini ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içerdiği anlaşılmaktadır. İlgili ürün ışık spektrumuna dayalı olarak tasarlanan bir kızıl ötesi kameradır. Kameranın boyutları (genişlik, yükseklik ve derinlik) 65 mm, 35mm ve 40 mm şeklindedir. Kameranın video çözünürlüğü 720 p, güç kaynağı USB, sensör tipi CCD, odaklama türü sabit ve görüş alanı 60 derecedir. Kızıl ötesi kamera, çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini tamamen karşılamaktadır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi tarafından tasarlanan kızıl ötesi kameraya ilişkin görseller Şekil 4.29'da sunulmuştur.



Şekil 4.29 Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi tarafından tasarlanan kızıl ötesi kameraya ilişkin görseller

V. BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilen astronomi temelli STEM eğitiminin katılımcı ve etkinlik boyutlarında değerlendirilmesini konu alan araştırmanın nicel ve nitel bulgularından elde edilen sonuçlar bütünlendirilerek sunulmuş ve ilgili literatür çerçevesinde tartışılmıştır. Buna ek olarak, son bölümde araştırma sonuçları ve araştırmanın sınırlılıkları doğrultusunda geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Giriş bölümünde, 2015 yılında gerçekleştirilen TIMMS (Mullis ve diğerleri, 2016a, 2016b) ve PISA (OECD, 2016) sınavlarında Türkiye'nin oldukça başarısız kabul edilebilecek sonuçlar aldığı ortaya konulmuştur. Ayrıca, YÖK (2018) ve ÖSYM (2018)'nin 2018 yılı Yükseköğretim Kurumları Sınavı temel yeterlik testinde 2.260.273 adayın 40 soru içeren matematik testi ve 20 soru içeren fen bilimleri testi puan ortalamalarının sırası ile 7.9 ve 4.0 olması ve ilgili sınavda matematik ve fen netleri çok düşük olan öğrencilerin bile mühendislik fakültesi gibi fakültelerde öğrenim görme hakkı kazanmaları gibi veriler sunulmuştur. Bu durum, Türkiye'de temel bilimlerin ve doğa bilimlerinin ne durumda olduğunun bir tablosunu ortaya koymuştur. Türkiye'deki öğrencilerin bu durumda olmasının başlıca sebebi, öğrencilerin STEM eğitiminin temel alt yapısını oluşturan fen ve matematik bilimlerine uzak olmalarıdır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları özelinde öğrencileri STEM

eğitimi aracılığı ile temel bilimlere ve doğa bilimlerine yaklaştırma felsefesine dayanan bu araştırmadan elde edilen başlıca sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri, Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin ve Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının astronomi bilgi dzevelerini arttırmış ve bilgilerinin kalıcılığını desteklemiştir. Uygulama oncesinde, Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin ve Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının astronomi bilgi dzeveleri benzer seviyededir. Uygulama bitiminde ve uygulamadan 4 ay sonra Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin astronomi bilgi dzeveleri Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının astronomi bilgi dzevelerinden daha yuaksektir.
- STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri, Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin ve Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının STEM alanlarına yonelik tutum dzevelerini arttırmış ve tutumlarının kalıcılığını desteklemiştir. Uygulama oncesinde, uygulama bitiminde ve uygulamadan 4 ay sonra Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin STEM tutum dzeveleri, Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının STEM tutum dzevelerinden daha yuaksektir.
- STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri, Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının STEM ilgilerini arttırmış ve ilgilerinin kalıcılığını desteklemiştir. Aynı zamanda etkinlikler, Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin STEM alanlarına yonelik yuakse düzeyde var olan ilgilerini suurdurmelerine katkı sağlamıştır. Uygulama oncesinde, uygulama bitiminde ve uygulamadan 4 ay sonra Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin STEM ilgi dzeveleri Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının STEM ilgi dzevelerinden daha yuaksektir.
- STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri, Bilim ve Sanat Merkezi oğrencilerinin ve Fen Bilgisi Oğretmen adaylarının STEM yaklaşımlarının gelişmesine ve/veya değişmesine katkı sağlamıştır. İki ęalıřma grubunun STEM yaklaşımları ozellikle uygulama sonrasında benzerdir ve STEM'in doğasına daha yakındır.
- STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulanması sırasında Bilim ve Sanat Merkezi oğrencileri ve Fen Bilgisi Oğretmen adayları STEM eğitimi programlarında bulunması gereken ve bilimsel sorgulamanın temelini oluşturan fen ve muhendislik uygulamalarını yansıtımlardır.

- Araştırma kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri STEM eğitiminin doğasını yansıtan etkinliklerdir.
- STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinde katılımcı gruplarının tasarladıkları ürünler çoğunlukla bilimsel bilgi temelinde üretilen STEM ürünleridir. İki çalışma grubunun ürünleri genel olarak STEM ilişkisi, dizayn ve işlevsellik temalarında benzer özelliklere sahipken, betimleme temasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ürünleri Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ürünlerinden daha niteliklidir.

Yukarıda genel hatları ile sunulan araştırma sonuçları, her bir sonuç bağlamında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları için öne çıkan ortak yönler ve farklılaşan yönler temelinde detaylandırılmıştır. Ayrıca, bu genel sonuçlar, araştırmanın nicel ve nitel sonuçları bütünleştirilerek literatür eşliğinde tartışılmıştır. Araştırma sonuçları ve ilgili sonuçlara ilişkin tartışma, katılımcı ve etkinlik boyutlarında sırası ile sunulmuştur.

5.1.1. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Katılımcı Boyutunda Değerlendirilmesine İlişkin Sonuç ve Tartışma

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin katılımcı boyutunda değerlendirilmesine yönelik sonuç ve tartışma, etkinliklerin katılımcı gruplarının astronomi bilgi, STEM tutum ve STEM ilgi düzeyleri ve STEM yaklaşımlarına etkileri ve katılımcıların uygulama sürecinde STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen nitelikleri yansıtma başlıkları altında sırası ile sunulmuştur.

5.1.1.1. Etkinliklerin katılımcı gruplarının astronomi bilgi düzeylerine etkilerinin değerlendirilmesi

Araştırma sürecinde her iki çalışma grubuna ön test, son test ve kalıcılık testi olarak astronomi başarı testi uygulanmıştır. Bu testten elde edilen verilerin analiziyle ortaya çıkan sonuçlar, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde farklı eğitim ve yaş düzeylerinde olmalarına karşın istatistiksel anlamda benzer düzeyde astronomi bilgisine sahip olduklarını göstermiştir. Ayrıca, ön test uygulamasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin puanlarının medyan değeri 11.0 ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının puanlarının medyan değeri ise

9.0'dır. Aslında, öğretmen adaylarının temel astronomi bilgisi bağlamında ortaokula devam eden Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden daha yüksek düzeyde alan bilgisine sahip olmaları beklenmektedir (Frede, 2006). Ancak, araştırma literatüründe de belirtildiği üzere öğretmen adaylarının astronomi bilgileri genellikle sınırlı düzeydedir (Trumper, 2001; Türkoğlu, Örnek, Gökdere, Süleymanoğlu ve Orbay, 2009). Örneğin, Trumper (2001) lise öğretmen adaylarının temel astronomi konularına yönelik bilgilerinin yetersiz olduğunu ve en temel astronomik olayları açıklamakta bile zorlandıklarını belirtmiştir. Ayrıca, ortaokul düzeyindeki öğrenciler ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları evrenin merkezi, Ay'ın evreleri ve mevsimlerin oluşumu gibi temel astronomi konularında bile benzer kavram yanılgılarına sahiptirler (Göncü, 2013; Korur, 2015; Küçüközer ve diğerleri, 2010; Trumper, 2006). Mevcut çalışmada kullanılan ölçme aracı yer alan sorular, gece ve gündüz oluşumu ve Güneş'in özellikleri gibi ilkökul ve ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programının kazanımlarını içermektedir. Bu ölçme aracının ön test uygulamasından elde edilen sonuçlar, öğretmen adaylarının hem aldıkları lisans eğitiminin niteliğini hem de meslek yaşamlarında verecekleri astronomi eğitiminin kalitesini sorgulanır hale getirmektedir. Öğretmen adaylarının ortaokul düzeyindeki konularda bile eksik alan bilgisine sahip olmaları, meslek yaşantılarında da eksik alan bilgisi üzerine kurulacakları bir entegre STEM eğitime işaret etmektedir. Bu durum, STEM eğitimi ile gerçekleştirilen bir ders sonucunda öğrencilerde kavram yanılgısı oluşması gibi birçok olumsuz öğrenme çıktısına neden olabilmektedir (Harlen, 2015).

Astronomi başarı testi ön test ve son test uygulamalarının grup içi karşılaştırmalarından elde edilen sonuçlar, her iki çalışma grubu için de son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, her iki çalışma grubunun astronomi bilgi düzeylerinin STEM eğitimi temelli astronomi etkinliklerinin uygulanmasından sonra anlamlı düzeyde arttığını göstermiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen sonuçlar da bu durumu desteklemektedir. Her iki çalışma grubu için de astronomi ile ilişkilendirilen kavramlar, etkinliklerin uygulanmasında sonra araştırma alanları, bir bilim dalı olarak astronomi, gök cisimleri ve astronomide kullanılan araçlar temaları bağlamında çeşitlenmiştir. Araştırma literatürü, mevcut çalışmada geliştirilen etkinliklerin temelini oluşturan ve merkezine bilimsel sorgulamayı alan minds-on ve hands-on etkinlikleri içeren STEM eğitiminin öğrencilerin alan bilgilerini önemli ölçüde arttırdığını ortaya koymaktadır (Condon ve

Wichowsky, 2018; Cotabish ve diğeri, 2013; Knezek ve diğeri, 2013; Olivarez, 2012; Toma ve Greca, 2018). Örneğin, Olivarez (2012) gerçekleştirdiği araştırmada STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin fen ve matematik başarılarını desteklediği sonucuna ulaşmıştır. Toma ve Greca (2018) ise sorgulama temelli bilim eğitimine dayanan STEM eğitiminin ilkökul öğrencilerinin fen başarısını arttırdığını belirtmişlerdir. Pasachoff ve Percy (2005), astronomi konularının öğrenilmesinde doğrudan deneyim ve gözlemlerin en etkili yöntemlerden olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmanın merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan gökyüzü gözlem etkinlikleri, katılımcıların astronomi ile ilgili Ay'ın evreleri ve yıldızların görünür hareketleri gibi birçok kavramı doğrudan gözlemlenmelerine olanak tanımıştır. Ayrıca cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modüllerinde gerçekleştirilen etkinlikler, katılımcıların astronomi alanındaki birçok kavram, ilke ve olguyu minds-on ve hands-on aktiviteler ile deneyimleyerek öğrenmelerine katkı sağlayacak niteliktedir.

İki grubun astronomi başarı testi son test puan karşılaştırmaları ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test puanları lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Bu durum, STEM temelli astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi bilgi düzeylerine etkisinin, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgi düzeylerine etkisinden daha yüksek olduğu şeklinde yorumlanabilir. Araştırma literatürü sınıf ve yaş düzeyleri göz önüne alındığında belirtilen sonucun tam tersi bir duruma işaret etmektedir. Göncü (2013) ve Padalkar (2010) yaş ve sınıf düzeyleri arttıkça bireylerin astronomiye yönelik kavramsal anlayışlarının geliştiğini ve böylelikle uygulanan etkinliklerde temel astronomi konularının ve kavramlarının bireyler tarafından daha iyi anlaşıldığını vurgulamaktadır. Ancak, bu durumdaki temel değişken aslında yaş ve sınıf düzeyi değil, yaş ve sınıf düzeyi ile gelişen üç boyutlu düşünme becerisidir (Plummer, 2014). Üç boyutlu düşünme becerisi, iki boyutlu olarak sunulan bir cismin, bireyin zihninde üç boyutlu olarak yatay ve dikey eksenlerde döndürebilmesi anlamına gelmektedir (Barnea ve Dori, 1999). Bu beceri özellikle, mevsimlerin oluşumu, gök cisimlerinin hareketleri ve Güneş ve Ay tutulmaları gibi temel astronomi konularının anlaşılmasında en önemli etmenlerden birisidir (Plummer, 2014). Brody ve Stanley (2005) üst düzey üç boyutlu düşünme becerisinin özel yetenekli bireylerin özellikleri arasında olduğunu belirtmiştir. Bu durum, etkinliklerde yer alan, astronomi konu ve kavramların özel yetenekli bireyler tarafından daha yüksek

oranda anlaşılabilirliği şeklinde değerlendirilebilir. Ayrıca, Fen Bilgisi Öğretmen adayları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden farklı olarak astronomi ile astrolojiyi ilişkilendiren (uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde daha az olmakla beraber) söylemlerde bulunmuşlardır. Kallery (2001) bireyin astrolojiyi bilimsel bir yapıda değerlendirmesini bireyde bilimsel okuryazarlık ve eleştirel düşünme becerisinin beklenen düzeyde olmaması ile açıklamaktadır. Sugarman, Impey, Buxner ve Antonellis (2011) ise on bin üniversite öğrencisi ile gerçekleştirdikleri araştırmada, astrolojiyi bilim dışı olarak değerlendirme ve temel fen kavram bilgisine sahip olma arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bu durumu astrolojiyi bilimsel bir yapıda kabul eden bireylerin temel fen kavramlarını anlamada zorluk yaşayacakları şeklinde yorumlamışlardır. Bahsedilen bu iki durumun son test uygulamalarında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin astronomi bilgi düzeylerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgi düzeylerinden daha yüksek olması sonucunun nedenleri olduğu düşünülebilir. STEM eğitiminin en temel özelliklerinden birisi öğrencilerin bilimsel bilgileri kullanarak öğrenmeleridir (NRC, 2012). Katılımcı grupları arasında oluşan bu farklılık, uygulama sürecinde bilimsel bilgilerin, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına göre Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından daha yoğun bir şekilde kullanıldığına işaret etmektedir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilimsel bilgileri daha az kullanmaları ve astroloji gibi bilim dışı düşüncelere sahip olmaları bilimsel düşünmeye daha uzak olduklarını göstermektedir.

Astronomi bilgisinin kalıcılığı bağlamında ise ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının karşılaştırılmasından elde edilen sonuçlar, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının temel astronomi bilgilerinin kalıcı olduğunu göstermiştir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için ise son test ve kalıcılık testi karşılaştırması, istatistiksel anlamda son test lehine anlamlı düzeyde bir fark ortaya koymuştur. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için elde edilen bu sonuçta görülen astronomi bilgisinin kalıcılığı anlamında uygulamanın etkisinin sınırlı düzeyde kaldığı şeklindedir. Ancak, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için kalıcılık testi ve ön test karşılaştırmasının kalıcılık testi lehine anlamlı düzeyde bir farklılık bulunduğunu göstermesi ve ön test uygulamasına göre kalıcılık testi puanlarının minimum ve medyan değerlerinin yükselmesi uygulamanın etkisinin devam ettiğine işaret etmektedir. Ayrıca Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanlarının karşılaştırılması, Bilim

ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kalıcılık testi puanları lehine istatistiksel olarak bir fark bulunduğunu göstermiştir. Bir başka ifadeyle, etkinliklerin uygulamasından 4 ay sonra Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin temel astronomi bilgileri, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının temel astronomi bilgilerinden daha fazladır. Araştırma literatürüne bakıldığında alan bilgisinin kalıcılığı anlamında STEM eğitiminin etkili olduğu görülmektedir (Awad ve Barak, 2018; Yıldırım, 2016). Taasobshirazi ve Carr (2008) öğrenilen bilginin kalıcı olabilmesi için öğretim süreçlerinde günlük hayat ilişkilendirmelerinin kurulmasının önemini vurgulamışlardır. Semb ve Ellis (1994) ise bilginin kalıcılığını etkileyen en önemli faktörlerden birisinin öğretimde kullanılan öğrenci merkezli yaklaşımlar olduğunu belirtmişlerdir. STEM eğitiminin temelinde günlük hayatta bütünleşik olarak yer alan STEM disiplinlerinin öğretim süreçlerine de bu şekilde yansıtılması ve öğrencilerin kendi deneyimleri ile öğrenmeleri yer almaktadır (Californians Dedicated to Education Foundation, 2014). Araştırma sürecinde uygulanan STEM eğitimi etkinlikleri uygulayıcının kolaylaştırıcı (facilitator) rolünü üstlenmesine ve böylelikle katılımcıların kendi öğrenme deneyimlerini oluşturmaya dayanmaktadır. Ayrıca etkinlikler astronomi bilgisinin tarih öncesi dönemde olduğu gibi günlük hayatın bir parçası olduğu düşüncesine dayanarak geliştirilmiştir. Belirtilen bu iki temel düşünce, astronomi bilgilerinin kalıcılığını olumlu bir şekilde etkileyecek özelliktedir.

Ulaşılan literatürde astronomi ve STEM eğitimini birlikte konu alan araştırmaların sınırlılığı göze çarpmaktadır. Mevcut araştırma, STEM eğitiminin farklı yaş ve sınıf düzeylerindeki öğrencilerin astronomi bilgisini arttırmada etkili olduğunu göstermiştir. Gruplar arası karşılaştırmalar genel olarak iki grubun uygulama öncesinde benzer astronomi bilgilerine sahip olduğunu, uygulama bitiminde ve uygulamadan 4 ay sonra Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin daha fazla astronomi bilgisine sahip olduğunu göstermiştir. Özetle, Fen Bilgisi Öğretmen adayları Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine göre uygulama sürecinde daha az temel astronomi bilgisi öğrenmişlerdir. Ayrıca bu sonuçlar genel anlamda farklı bir duruma işaret etmektedir. Türkiye’de fen ve matematik alanlarındaki başarısızlık yalnızca Yükseköğretim Kurumları Sınavı gibi sınavlarla sınırlandırılmamalıdır. Örneğin, ilgili sınav sonucunda çok düşük alan bilgisine sahip öğrenciler geleceğin bilim/fen öğretmenleri olmak için eğitim fakültelerine yerleşmektedirler. Uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde bir Fen Bilgisi Öğretmen adayının *“Feni çok sevmiyorum. Ben üniversiteyi kazandığım*

zaman eksi fizik netiyle geldim. Ona rağmen buradayım. Demek ki çok lazım bir şey değilmiş...” ifadesi durumu net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu örnek, üniversite öncesinde öğrencilerin temel bilimlerdeki başarısızlıklarının üniversite eğitiminde de devam ettiğinin bir göstergesidir. Bu bağlamda, araştırma sonuçları alan bilgisi anlamında üniversite eğitiminin de sorunun önemli bir parçası olduğunu göstermiştir.

5.1.1.2. Etkinliklerin katılımcı gruplarının STEM tutum düzeylerine etkilerinin değerlendirilmesi

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin katılımcı gruplarının STEM tutumlarına etkilerini belirlemek amacıyla iki çalışma grubuna da ön test, son test ve kalıcılık testi olarak STEM tutum ölçeği uygulanmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum ölçeği ön test puanları karşılaştırması, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM tutum puanları lehine anlamlı düzeyde bir farklılık ortaya koymuştur. Aynı durum, ilgili ölçeğin matematik ve mühendislik ve teknoloji alt boyutları için de geçerlidir. Buna karşın, fen ve 21. yüzyıl becerileri alt boyutları bağlamında iki grubun ön test tutum puanları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Bu sonuçlar, uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM tutumlarının ve alt boyutlarda matematik ve mühendislik ve teknoloji tutumlarının Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tutumlarından daha yüksek, ancak iki grubun fen ve 21. yüzyıl becerileri tutumlarının benzer düzeyde olduğunu göstermektedir. STEM tutum ölçeğinde matematik boyutunda yer alan maddeler genel anlamda matematiği kolay bir şekilde kullanabilme ve matematikte başarılı olabileceğini düşünme ile ilgili maddeleri içermektedir. Ayrıca, ölçme aracında yer alan mühendislik ve teknoloji boyutunda yer alan maddeler, teknolojik ürünleri kullanma ve makinelerin ve elektronik eşyaların nasıl çalıştığına yönelik merak duyma gibi nitelikleri içermektedir. Genel yetenek alanında tanılanan Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri, akademik anlamda matematiğe ilgi duyan, özel akademik yeteneğe ve üst düzey merak ve keşif duygularına sahip bireylerdir (Renzulli, 1978). Fen Bilgisi Öğretmen adayları ise özellikle lise ve lisans öğrenimlerinde fen ağırlıklı dersler almışlardır. 21. yüzyıl becerileri ise göreceli olarak her iki çalışma grubunun da yeni karşılaştığı becerilerdir. Belirtilen bu durumların Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin matematik, mühendislik ve teknoloji boyutlarında, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından daha yüksek tutuma sahip olmalarının ve her iki çalışma grubunun fen ve 21. yüzyıl

becerileri boyutlarında benzer tutum düzeylerine sahip olmalarının nedenleri olduğu düşünülebilir. Ayrıca, genel anlamda Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin iki boyutta yüksek tutum puanına sahip olmaları toplam STEM tutum puanlarının da yüksek olmasını sağlamıştır. Literatürde, farklı yaş ve sınıf düzeylerinde STEM alanlarına yönelik tutumların karşılaştırıldığı araştırmalara rastlanmaktadır (Örn., DeWitt, Archer ve Osborne, 2014; Wiebe ve diğerleri, 2018). Örneğin, Wiebe ve diğerleri (2018) araştırmalarında 4. ve 12. sınıflar arasında öğrenim gören öğrencilerin STEM tutumlarını karşılaştırmak amacıyla 15009 öğrenciye STEM tutum ölçeği uygulamışlardır. Araştırma sonuçları, STEM'e yönelik olumlu tutumun yaş ve sınıf düzeyi arttıkça azaldığını ortaya koymuştur. Araştırma literatürü, mevcut araştırma sonuçlarına benzer şekilde yaş ve sınıf düzeyi arttıkça STEM alanlarına yönelik olumlu tutumun azaldığına işaret etmektedir. Ancak öğretmen adayları bağlamında beklenen, STEM alanlarına yönelik tutumlarının ders verecekleri öğrencilerden daha yüksek olmasıdır (Stains ve Vickrey, 2017).

STEM tutum ölçeği ön test ve son test puanlarının grup içi karşılaştırmalarından elde edilen sonuçlar, her iki çalışma grubu için de son testler lehine anlamlı bir farklılık bulunduğunu ortaya koymuştur. Benzer bir durum her iki grubun mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri alt boyutları grup içi karşılaştırmaları için de geçerlidir. Bu durum, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin her iki grubun STEM tutumlarını, alt boyutlar bazında ise mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri tutumlarını arttırdığını göstermiştir. Araştırma literatürü incelediğinde STEM eğitiminin öğrencilerin STEM tutumlarına olumlu yönde katkı sağladığını ortaya koyan araştırmalara rastlanmaktadır (Ball ve diğerleri, 2017; Damar ve diğerleri, 2017; Mohr Schroeder ve diğerleri, 2014; Tseng ve diğerleri, 2013). Örneğin, Mohr Schroeder ve diğerleri (2014) STEM eğitimi etkinliklerini içeren yaz bilim kampının ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarını arttırdığını belirtmişlerdir. Damar ve diğerleri (2014) ise araştırmalarında robotik ile ilgili STEM eğitimi etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarını desteklediği sonucuna ulaşmışlardır. Mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri tutumları bağlamında ise STEM eğitime dayalı etkinliklerin Tseng ve diğerleri (2013) lisans öğrencilerin mühendisliğe yönelik tutumlarını, Ball ve diğerleri (2017) ise ortaokul öğrencilerin teknoloji ve mühendisliğe yönelik tutumlarını geliştirdiğini belirtmişlerdir.

STEM tutum ölçeği matematik boyutuna bakıldığında ise ön test ve son test puanlarının grup içi karşılaştırmalarından elde edilen sonuçlar, her iki çalışma grubu için de anlamlı bir farklılık bulunmadığını ortaya koymuştur. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için ön test ve son test uygulamaları arasında anlamlı bir farklılığın ortaya çıkmaması durumunun öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının hem ön testte hem de son testte yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Örneğin, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin matematik boyutundaki tutum puanlarının medyan değerleri ön test ve son test uygulamaları için sırasıyla 38.00 ve 39.00'dır. Bu değerler, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında matematik boyutunda yüksek düzeyde bir tutuma işaret etmektedir. Bu durumun özel yetenekli bireylerin matematik tutumlarının üst düzeyde olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Smedsrud (2018)'in özel yetenekli öğrencilerin akranlarına ve farklı yaş düzeylerindeki bireylere göre daha yüksek seviyede matematik tutumuna sahip olabileceklerini belirtmesi bu düşüncüyü destekler niteliktedir. Matematik boyutunda Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ön test ve son test tutum puanları için Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine benzer bir durum söz konusu değildir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematik boyutundaki tutum puanlarının medyan değerleri ön test ve son test uygulamaları için sırasıyla 28.00 ve 30.00'dır. Fen Bilgisi Öğretmen adayları için matematik boyutunda son test ve ön test tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenirse de son test puanlarının medyan değerlerinin ön test puanlarının medyan değerlerine göre sınırlı düzeyde de olsa arttığı görülmüştür. Bu durum, STEM eğitimi temelli astronomi etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematik tutumlarını kısmen desteklediği veya matematik tutumunu desteklemede sınırlı kaldığı şeklinde değerlendirilebilir. Araştırma literatürü incelendiğinde, Tseng ve diğerleri (2013) lisans öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmada, STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumlarını en az matematik boyutunda geliştirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Gülhan ve Şahin (2016) araştırmalarında, STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin matematik tutumunu geliştirmede yetersiz kaldığı sonucuna ulaşmışlardır. Ancak, Freeman ve diğerleri (2008) çalışmalarında lisans öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen STEM eğitiminin öğrencilerin matematik tutumlarını geliştirdiğine ilişkin sonuçlar elde etmişlerdir. Gülhan ve Şahin (2016) STEM eğitimi ile matematik tutumunun geliştirilebilmesi için matematik odaklı bir STEM eğitiminin gerçekleştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Ayrıca Fen Bilgisi Öğretmen adayları geçmiş yaşantılarında matematiğe yönelik farklı deneyimlere sahip olabilirler. Bu tip farklı deneyimler, katılımcı grubunun matematik tutumlarının uygulamalar ile anlamlı düzeyde gelişmesine engel olmuş olabilir. Belirtilen bu durumların STEM eğitimi temelli astronomi etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematik tutumlarını kısmen desteklemesinin veya desteklemede sınırlı kalmasının sebepleri olduğu düşünülmektedir.

STEM tutum ölçeği fen boyutuna bakıldığında ise ön test ve son test puanlarının grup içi karşılaştırmalarından elde edilen sonuçlar, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin son test ve ön test puanları arasında son test lehine anlamlı bir farklılık bulunduğunu ortaya koyarken, Fen Bilgisi Öğretmen adayları için ölçümler arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermiştir. Fen boyutundaki tutum puanlarının medyan değerleri ön test ve son test uygulamaları bağlamında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için sırasıyla 42.00 ve 44.00 ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları için ise 39.00'dır. Bu medyan değerleri hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında oldukça yüksek düzeyde bir tutuma işaret etmektedir. Fen boyutunda Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için medyan değerlerinin artması son test lehine anlamlı düzeyde bir farklılaşmaya neden olurken ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları için medyan değerinin aynı kalması ön test ve son test ölçümleri arasında bir farklılık bulunmamasına neden olmuştur. STEM eğitimin fen tutumu üzerine etkilerine ilişkin olarak Toma ve Greca (2018) gerçekleştirdikleri araştırmada basit makineler konusu ile ilgili sorgulamaya dayalı entegre bir STEM eğitimi yaklaşımının ilkökul öğrencilerinin fene karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Yamak ve diğerleri (2014) ise gerçekleştirdikleri araştırmada STEM eğitimi etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin fen tutumlarını anlamlı düzeyde arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Erken yaşlardaki bireylerin fen tutumları, yetişkin bireylerin fen tutumlarına göre daha kolay geliştirilebilmektedir (DeWitt ve diğerleri, 2014). Çünkü fen tutumu yaşantı ile doğrudan ilişkilidir (Wiebe ve diğerleri, 2018).

Osborne, Simon ve Collins (2003) bilim eğitiminde öğrenci tutumlarının gelişmesinde öğrenme ortamının etkisini vurgulamışlardır. Myers ve Fouts (1992) öğrenme ortamı değişkeni için ortam yapısının, öğrencilerin öğrenme etkinliklerine katılımının, akranlar ile olumlu ilişkilerin desteklenmesinin ve sıra dışı öğrenme aktivitelerinin öğrenme sürecine dahil edilmesinin tutum gelişiminde önemli olduğunu belirtmişlerdir. Mevcut araştırmada etkinliklerin gerçekleştirildiği ortamlar STEM eğitimi için özel olarak

tasarlanmıştır. Fen Bilgisi Öğretmen adayları için sınıf içi uygulamalar ilgili üniversitenin Bilim Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi altında ulusal ve uluslararası düzeyde yayınlanan etkinliklerin geliştirildiği bölgesel ve ulusal öğretmen eğitimlerinin düzenlendiği donanımlı bir öğrenme ortamı olan bilim atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için ise bilim atölyesine çok benzer bir öğrenme ortamı oluşturulmuştur. Sınıf dışı uygulamalar ise gökyüzü gözlemleri için açık alanda, ilgili üniversitenin Araştırma Laboratuvarları Merkezinde, Mulaj müzesinde ve bilim şenliği alanında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada geliştirilen birçok etkinlik STEM eğitiminin doğasında yer alan işbirliğine dayalı ürün oluşturma aktiviteleri ile öğrencilerin keşfederek ve akranları ile iletişim kurarak öğrenme süreçlerine katılımını temel almaktadır. Belirtilen bu durumlar, öğrencilerin STEM tutumlarının gelişimine katkı sağlayacak niteliktedir.

STEM tutum ölçeği son test puanları katılımcı grupları arasında karşılaştırıldığında ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin tutum düzeylerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tutum düzeylerinden tüm alt boyutlarda ve toplam puanlarda anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, STEM tutum ölçeği ön test uygulamaları ile ilişkilendirildiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin fen ve 21. yüzyıl becerileri tutumlarının Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tutumlarına göre daha fazla geliştiğini göstermektedir. Belirtilen bu farklılıkların, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklere katılma isteğinin daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Örneğin, araştırma ve tasarım projeleri modülünde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından farklı olarak kendi araştırma problemlerini oluşturmuşlar ve altı farklı araştırma/tasarım projesi gerçekleştirmişlerdir. Bu durum, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin öğrenme etkinliklerine katılımını arttırmış ve STEM tutumlarının gelişimini desteklemiştir (Myers ve Fouts, 1992). Araştırma literatürü, yaş düzeyi arttıkça öğrenci tutumlarının farklılaştığına yönelik kanıtlar sunmaktadır (Örn, Osborne ve diğerleri, 2003; Sorge, 2007; Wiebe ve diğerleri, 2018). Örneğin, Sorge (2007) 9 ve 14 yaşları arasında 1008 öğrenci ile gerçekleştirdiği araştırmada yaş düzeyi arttıkça fene yönelik tutumun azaldığını ve tutum değişiminin zorlaştığını belirtmiştir. Wiebe ve diğerleri (2018) ise erken yaşlarda STEM alanlarına yönelik tutumun daha kolay şekillendiğini lise döneminde ise daha istikrarlı bir şekle büründüğünü ifade etmişlerdir.

STEM tutumlarının kalıcılığı bağlamında ise ön test, son test ve kalıcılık testlerinin grup içi karşılaştırmasından elde edilen sonuçlar, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutumlarının ve alt boyutlarda mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri tutumlarının kalıcı olduğunu ortaya koymuştur. Aynı durum, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için STEM tutum ve fen, mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri alt boyutları için de geçerlidir. Bu sonuçlar, uygulama sürecinde oluşan tutum değişikliklerinin, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulanmasından 4 ay sonra da her iki çalışma grubu için devam ettiğini göstermektedir. İki grubun kalıcılık testi STEM tutum puanları katılımcı grupları arasında karşılaştırıldığında ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerin STEM tutum ve alt boyutlarda fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri tutum puanlarının Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tutum puanlarından istatistiksel olarak daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum, uygulamalardan 4 ay sonra Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri tutumlarının Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tutumlarından daha fazla olduğu şeklinde değerlendirilebilir. Genç bireylerin STEM alanlarına yönelik kalıcı tutumları, bireylerin gelecekte STEM alanlarında kariyer seçimlerini destekleyen en önemli etmenlerden birisidir (Tseng ve diğerleri, 2013). Wiebe ve diğerleri (2018)'nin gerçekleştirdiği araştırmanın sonuçları, STEM alanlarına yönelik tutumların ortaokul düzeyinde değişkenlik gösterdiğini ve lise döneminde bu tutumların daha şekillenmiş bir yapıya büründüğünü göstermiştir. Bu durum, ortaokul düzeyinde STEM alanlarına yönelik oluşturulan kalıcı tutumların önemini ortaya koymaktadır. Çünkü ortaokul döneminde değişken olan STEM alanlarına yönelik tutumların, olumlu tutuma dönüştürülerek kalıcılığının sağlanması öğrencilerin lise dönemindeki kariyer seçimlerini doğrudan etkileme potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinde uygulamalar ile oluşturulan kalıcı STEM tutumlarının, öğrencilerin STEM alanlarında kariyer seçimlerini destekleyeceği söylenebilir. STEM alanlarında inovasyon becerisine sahip iş gücünün öncülerinin özel yetenekli bireyler olduğu düşünüldüğünde, elde edilen sonucun önemi daha da belirgin hale gelmektedir (Jolly, 2009). Buna ek olarak, öğrencilerin olumlu tutumlarının sürdürülebilmesinde en önemli görevlerden birisi de öğretmenlere düşmektedir (Appleton, 2003). Anderson (2007) ve Ma ve Xu (2004) araştırmalarında öğretmenlerin tutumları ile öğrencilerin tutumları arasında ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu araştırma sonuçları

öğretmenlerin STEM alanlarına yönelik tutumlarının öğrencilerin STEM tutumlarını etkileyeceğine işaret etmektedir. Ayrıca, Appleton (2003) öğretmenlerin STEM alanlarına yönelik tutumlarının STEM eğitimi uygulamalarına doğrudan yansıdığını belirtmiştir. İlgili literatür öğretmenlerin STEM alanlarına yönelik tutumlarının önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarında uygulamalar ile oluşturulan kalıcı STEM tutumları, öğretmen adaylarının meslek hayatlarında uygulayacakları STEM eğitiminin kalitesini arttıracak ve öğrenci tutumlarını destekleyecek niteliktedir.

Ulaşılan literatürde, STEM eğitiminin öğrencilerin STEM tutumlarına etkilerini inceleyen araştırmalar yer almaktadır. Mevcut araştırmada grup içi karşılaştırmalardan elde edilen STEM eğitiminin özel yetenekli öğrencilerin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının özellikle STEM tutumlarının kalıcılığı bağlamında olumlu etkileri olduğu sonucu, ulaşılan literatürde yer almayan ve araştırma literatürüne katkı sağlayacak nitelikte bir sonuçtur. Gruplar arası karşılaştırmalar ise uygulama öncesinde, uygulama bitiminde ve uygulamadan 4 ay sonra Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM tutum düzeylerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM tutum düzeylerinden daha düşük olduğunu göstermiştir. Araştırma literatürü yaş ve sınıf düzeyleri arttıkça STEM alanlarına yönelik tutumun azaldığını gösterse de öğretmen yeterlikleri bağlamında öğretmen adaylarının ortaokula devam eden öğrencilerden daha yüksek düzeyde tutuma sahip olmaları beklenmektedir. Çünkü MEB (2016c) öğretmenlerin tutum ve davranışları ile öğrencilere rol model olma yeterliğini göstermeleri gerektiğini belirtmektedir. Her ne kadar uygulamalar ile öğretmen adaylarının STEM tutumları desteklense de meslek yaşamlarında STEM tutumu anlamında rol model olması beklenen öğretmen adaylarının, öğrencilerden daha yüksek düzeyde STEM tutumuna sahip olmaları gerekmektedir.

5.1.1.3. Etkinliklerin katılımcı gruplarının STEM ilgi düzeylerine etkilerinin değerlendirilmesi

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin katılımcı gruplarının STEM ilgilerine etkilerini belirlemek amacıyla iki çalışma grubuna da ön test, son test ve kalıcılık testi olarak STEM semantik ölçeği uygulanmıştır. Bu testlerden elde edilen verilerin analiziyle ortaya çıkan sonuçlar, uygulama öncesinde Bilim ve Sanat Merkezi

öğrencilerinin STEM ilgi düzeylerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi düzeylerinden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Alt boyutlar bazında değerlendirildiğinde ise benzer bir durum fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve kariyer alt boyutları için de gözlemlenmiştir. Bu durum, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelere de yansımıştır. Bu görüşmelerden elde edilen sonuçlar gruplar arasında karşılaştırıldığında, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik ilgilerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ilgilerinden daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. İki katılımcı grubunun ilgileri, görüşmelerde özellikle matematik ve mühendisliğe yönelik ilgi bağlamında farklılaşmıştır. Ayrıca, uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri kariyer tercihlerini ağırlıklı olarak bilim insanı ve mühendislik olarak belirtmişlerdir. Fen Bilgisi Öğretmen adayları ise çoğunlukla fen ile ilgili biyolog ve teorik fizik gibi alanlarda kariyere sahip olmak istediklerini vurgulamışlardır. Knezek ve diğerleri (2011) araştırmalarında bu durumu destekleyen sonuçlar elde etmişlerdir. Araştırmacılar, öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve STEM alanlarında kariyer ilgilerini karşılaştırmış ve belirtilen tüm alanlarda ortaokul öğrencilerinin daha yüksek ilgiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, literatür özel yetenekli öğrencilerin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji gibi özel alanlara yönelik yüksek düzeyde ve yoğun ilgiye sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Manning, 2006).

STEM semantik ölçeği uygulamalarından elde edilen sonuçlar, Fen Bilgisi Öğretmen adayları için ön test ve son test puanları arasında istatistiksel anlamda son test lehine anlamlı bir farkın bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca, STEM semantik ölçeği alt boyutları göz önünde bulundurulduğunda fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve kariyer alt boyutlarının her birinde, son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu durum, STEM eğitimi temelli astronomi etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik ilgilerinin artmasında etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için ise STEM semantik ölçeği ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmüştür. Ancak, ilgili çalışma grubunun STEM semantik ölçeği ve fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve kariyer alt boyutları ön test ve son test puanlarının medyan değerleri oldukça yüksektir. Bu sonuçlar, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM ilgilerinin hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında yüksek olduğuna

işaret etmektedir. Bu durum, STEM eğitimi temelli astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM ilgilerini sürdürmede etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Özetle, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik ilgilerinin desteklenmesinde etkili olmuştur. Araştırmanın nitel sonuçları da bu durumu desteklemektedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri uygulama öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde büyük oranda fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye ilgi duyduklarını ifade etmişlerdir. Fen Bilgisi Öğretmen adayları ise uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde genel olarak matematik ve mühendislik alanlarına ilgi duymadıklarını belirtirken uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde genel olarak fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye ilgilerinin olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, katılımcı gruplarının kariyer tercihleri incelendiğinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için nanoteknoloji ve tasarımcılık ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları için makine mühendisliği gibi farklı disiplinlerde kariyer tercihlerinin uygulama sonrasında ortaya çıktığı görülmüştür. Araştırma literatürü incelediğinde farklı disiplinlerin entegrasyonunu içeren ve bu disiplinlerin öğrenciler tarafından aktif şekilde kullanıldığı STEM eğitiminin, STEM alanlarına ilgi oluşturmada etkili olduğunu vurgulayan araştırmalara sıklıkla rastlanmaktadır (Örn, Çevik, 2018; Dabney ve diğerleri, 2012; Knezek ve diğerleri, 2013; Mohr Schroeder ve diğerleri, 2014). Örneğin, Knezek ve diğerleri (2013) hands-on etkinliklerinin yer aldığı STEM eğitimini temel alan MSOSW projesinin ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik ilgilerini ve kariyer algılarını geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Çevik (2018) ise STEM eğitiminin lise öğrencilerinin mesleki ilgisini arttırdığını vurgulamıştır. Mohr Schroeder ve diğerleri (2014) ise hands-on etkinliklerini içeren STEM yaz bilim kampının ortaokul öğrencilerinin STEM ilgilerini geliştirdiğini ve STEM kariyerlerine yönelik ilgilerini arttırdığını belirtmiştir. Buna karşın araştırma literatüründe STEM eğitiminin özellikle matematik ve mühendislik boyutlarında öğrenci ilgisini geliştirmede sınırlı kaldığı araştırmalara da rastlanmaktadır (Örn., Gülhan ve Şahin, 2016; Pekbay, 2017; Saad, 2014). Örneğin, Pekbay (2017) ortaokul öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen STEM eğitiminin matematik ve mühendislik boyutlarında ve Gülhan ve Şahin (2016) matematik boyutunda öğrenci ilgisini geliştirmede sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Barron (2006) ilginin bireyin akranları, içerik, uygulamalar ve çevresi ile etkileşimine dayalı olarak geliştiğini vurgulamıştır.

Merak uyandırıcı etkinlikler modülü katılımcı gruplarının STEM alanlarına ve kariyerlerine ilgilerini desteklemeyi temel alan astronomiyi ve bilinen evreni tanıma, astronomi, teknoloji, matematik ve mühendislik ilişkilerini keşfetme, gökyüzü gözlemleri ve teleskop kullanımı gibi konuları içeren ve bilim insanları ile iletişim kurmaya dayalı Araştırma Laboratuvarları ve Mulaj müzesi gezisi gibi etkinlikleri içermektedir. Ayrıca cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modülleri, bir problem çerçevesinde katılımcıların akranları ile iletişim kurarak mühendislik tasarım süreci temelinde ortak tasarım çözümleri üretmelerine dayanmaktadır. Bu modüllerde, katılımcıların birçok STEM disiplinini bütünlük olarak tasarladıkları ürünlere yansıtılmaları gerekmiştir. Belirtilen bu durumlar, öğrencilerin akranları, içerik, uygulamalar ve çevre ile etkileşimlerini artırarak STEM alanlarına ve kariyerlerine yönelik ilgilerinin desteklenmesine katkı sağlamıştır.

STEM semantik ölçeği son test puanları katılımcı grupları arasında karşılaştırıldığında ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM ilgi düzeylerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi düzeylerinden istatistiksel anlamda daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Benzer bir durum matematik, mühendislik, teknoloji ve kariyer boyutlarında da görülmüştür. Araştırma sonuçları gruplar arası son test karşılaştırmalarında fen ilgi boyutu için farklı bir durum ortaya koymuştur. Bu karşılaştırma sonuçları iki grubun da uygulama sonrasında benzer düzeyde fen ilgisine sahip olduğunu göstermiştir. Bu durum son test uygulamaları için her iki grubun fen boyutundaki puanlarının medyan değerlerinin 35.00 olmasından kaynaklanmaktadır. Bu medyan değeri aynı zamanda ilgili boyut için alınabilen maksimum değerdir. Özetle bu değerler her iki grup için de yüksek düzeyde fen ilgisine işaret etmektedir. Knezek ve diğerleri (2011) iki yıllık STEM eğitimi programı sonrasında ortaokul öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve STEM alanlarına yönelik ilgilerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçları, fen, matematik, mühendislik ve STEM alanlarına yönelik ilgi bağlamında ortaokul öğrencilerinin daha yüksek puan ortalamasına sahip olduğunu göstermiştir. Bu durum mevcut araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir. Ancak ilgili araştırmada teknoloji boyutunda öğretmen adaylarının daha yüksek puan ortalamasına sahip olması mevcut araştırma bulguları ile farklılaşmaktadır. Bu durum özel yetenekli öğrencilerin STEM alanlarına yönelik yüksek düzeydeki ilgilerinden kaynaklanmaktadır (Manning, 2006).

STEM ilgisinin kalıcılığı bağlamında ise ön test, son test ve kalıcılık testlerinin grup içi karşılaştırmalarından elde edilen sonuçlar, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgilerinin toplam puanlarda ve tüm alt boyutlarda istatistiksel anlamda kalıcı olduğunu ortaya koymuştur. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri için ise STEM semantik ölçeği ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmüştür. Bu durum tüm ölçümlerde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin yüksek STEM ilgi puanlarına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Kalıcılık testi STEM ilgi puanları katılımcı grupları arasında karşılaştırıldığında ise matematik, mühendislik, teknoloji ve kariyer boyutlarında ve STEM ilgi düzeylerinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ilgi düzeylerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ilgi düzeylerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Fen alt boyutu için ise bu karşılaştırmalarda anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Bu durum, iki grubun son test karşılaştırmalarında görülen çalışma gruplarının yüksek düzeyde fen ilgisine sahip olduğu sonucunu destekler niteliktedir. Özetle, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulanmasından 4 ay sonra her iki çalışma grubunun STEM ilgileri devam etmektedir. Alt boyutlar bazında ise fen ilgisinde iki çalışma grubu benzer düzeyde ve matematik, mühendislik, teknoloji ve kariyer ilgisinde ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına göre daha yüksek düzeyde ilgiye sahiptir. Mevcut literatürde STEM alanlarına yönelik ilginin oluşturulması kadar sürdürülmesinin de önemli olduğu vurgulanmaktadır (Bergstrom ve diğerleri, 2016; Knezek ve diğerleri, 2013). Çünkü STEM alanlarında sürdürülen ilgi özellikle genç bireylerin STEM alanlarında kariyer seçimlerine büyük katkı sağlamaktadır (Hossain ve Robinson, 2012). Ayrıca, öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik ilgilerini sürdürmeleri, mesleki yaşamlarında öğrencilerinin de STEM alanlarına yönelik ilgi oluşturmalarına katkı sağlamaktadır (Pinnell ve diğerleri, 2013). Mevcut araştırmada kullanılan STEM eğitimi etkinliklerinin astronomi temelinde geliştirilmesinin katılımcı gruplarında kalıcı düzeyde gözlemlenen STEM ilgisinin kaynağı olduğu düşünülmektedir. Çünkü astronomi bir STEM disiplini olmasının ötesinde bireylerin merak, hayal gücü ve keşfetme duygularını besleme ve içerdiği dünya dışı yaşam ve evrenin oluşumu gibi konuların doğası gereği STEM alanlarına ilgi uyandırma gibi niteliklere sahiptir. Ayrıca astromomi birçok bilim dalı ile ilişkilidir ve bu durum öğrencilerde STEM alanlarında kariyer seçimine yönelik farkındalık oluşturma potansiyeline sahiptir (IAU, 2012; Percy, 2006). Araştırma literatürü bu düşüncüyü

destekler niteliktedir (Bergstrom ve diğeri, 2016; Corin ve diğeri, 2017; Costa ve diğeri, 2018). Örneğin, Bergstrom ve diğeri (2016), 15847 kişiyle gerçekleştirdikleri araştırmada ortaokul ve üniversiteye başlama arasındaki dönemde astronomiye yönelik kariyer seçimi bağlamında öğrenci ilgisinin gelişimini incelemişlerdir. Araştırma sonuçları, yaşamlarının bir döneminde astronomiye ilgi duyan bireylerin STEM alanlarında kariyer seçimine yöneldiğini ortaya koymuştur. Corin ve diğeri (2017)'nin 2838 yetişkin ile gerçekleştirdikleri araştırmanın sonuçları ise astronomi hobisinin STEM alanlarında yaşam boyu öğrenmeyi teşvik etme potansiyeli olduğunu ve bireylerin hobileri ile ilgili STEM alanlarında öğrenme eğiliminde olduklarını göstermiştir. Aynı zamanda araştırmacılar astronomi hobilerinin kaynağının özellikle ortaokul eğitimi ve üniversite eğitimi olduğunu vurgulamışlardır. Literatürde yer alan araştırmaların mevcut araştırma sonuçlarını destekler nitelikte olması STEM disiplinlerine ve kariyerlerine yönelik öğrenci ilgisinin sürdürülmesinde astronominin etkili bir araç olarak değerlendirilebileceğine işaret etmektedir.

Ulaşılan literatürde STEM eğitiminin farklı yaş ve öğrenim düzeylerinde öğrencilerin STEM ilgi düzeylerine etkilerini konu alan araştırmalar yer almaktadır. Yukarıda ifade edilen mevcut araştırmanın sonuçları astronomiyi temel alan STEM eğitiminin özel yetenekli bireylerin STEM ilgilerinin sürdürülmesinde ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgilerinin desteklenmesinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum hem astronomi eğitimi hem de STEM eğitimi literatürüne farklı bir bakış açısı sunabilecek niteliktedir. Gruplar arası karşılaştırmalar ise uygulama öncesinde, uygulama bitiminde ve uygulamadan 4 ay sonra Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM ilgi düzeylerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin STEM ilgi düzeylerinden daha düşük olduğunu göstermiştir. Gruplar arası karşılaştırmalardan elde edilen bu sonuçlar, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının meslek yaşantılarında verecekleri STEM eğitiminin öğrenciler üzerindeki etkilerinin sınırlı olacağını düşündürmektedir. Kim, Kim, Lee, Spector ve DeMeester (2013) öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamalarında yüksek düzeyde STEM ilgisine ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, yüksek düzeyde alan bilgisine sahip olan öğretmenlerin STEM ilgilerinin yüksek düzeyde olmaması durumunda, uygulanan STEM eğitimin düşük seviyede kaldığını vurgulamaktadırlar. Bu durum, öğretmen adaylarının STEM ilgilerinin alan bilgileri kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, gruplar arası karşılaştırmalardan elde edilen araştırma sonuçları, Milli Eğitim

Bakanlığına bağlı okullarda nitelikli STEM eğitimi verilebilmesi için öğretmen adaylarının lisans düzeyinde STEM ilgilerinin yoğun bir şekilde desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

5.1.1.4. Etkinliklerin katılımcı gruplarının STEM yaklaşımlarına etkilerinin değerlendirilmesi

Araştırma sürecinde uygulanan etkinliklerinin, katılımcıların STEM yaklaşımlarına etkisini doğrudan ve derinlemesine inceleyebilmek amacıyla belirlenen altı Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi ve altı Fen Bilgisi Öğretmen adayı ile etkinliklerin uygulanmasından önce ve sonra yarı yapılandırılmış görüşme tekniğine dayalı görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda elde edilen sonuçlar, STEM alanlarına yönelik tanımlama, STEM alanları arasında ilişki kurma, STEM alanlarına yönelik ilgi ve tasarım temelli düşünme temaları bağlamında tartışılmıştır.

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulanmasından önce her iki katılımcı grubu da bilim kavramını fen odaklı tanımlamışlardır. Bu durum araştırma literatüründe sıkça vurgulanan bir durumdur (Chambers, 1983; Gonsoulin, 2001; Korkmaz ve Kavak, 2010). Örneğin, Gonsoulin (2001) ortaokul düzeyinde 353 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada katılımcıların bilim insanlarını çoğunlukla laboratuvar önlüğü giyen kişiler olarak tasvir ettikleri sonucuna ulaşmıştır. Bu durum öğrencilerin bilimi fen olarak algıladıkları şeklinde yorumlanabilir. Uygulama sonrasında ise her iki çalışma grubu da söylemlerinde bilimin bütünselliği, bilimsel süreçler ve bilimin insan ürünü olması gibi ifadelerle yer vermiş, bilimi fen odaklı tanımlamaktan ziyade sosyal bilimlere de içeren evrendeki her şeyi inceleyen bir alan olarak tanımlamışlardır. Bu durum uygulama sonrasında her iki katılımcı grubunun bilim tanımlarının bilimin doğasına daha uygun bir hale geldiğini göstermektedir.

İki çalışma grubu ile gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ilişkin tanımlamalar, NAE ve NRC (2009) tarafından belirtilen ilgili tanımlar ile karşılaştırıldığında şu sonuçlar elde edilmiştir: Uygulama öncesinde her iki çalışma grubu için fen kavramı tanımları daha çok fizik, kimya ve biyoloji ve bu alanlarda en çok bilinen yöntemler olan deney ve gözlem üzerine odaklanmıştır. Uygulama sonrasında katılımcı gruplarının fen ile ilgili kullandıkları kavramlar bir bilim dalı olarak fenin niteliklerini daha çok taşımaktadır.

Bu duruma kanıt olarak, katılımcı ifadelerinde fen kavramının fizik, kimya ve biyoloji dışında kalan diğer disiplinleri de içeren bir yapıya bürünmesi ve katılımcı ifadelerine uygulama öncesine göre bilimsel bilgi türleri ve bilimsel yöntemler gibi süreçlerin eklenmesi gösterilebilir. Matematik kavramı uygulama öncesinde her iki çalışma grubu içinde sayılar ve işlemler ile ilişkilendirilmiştir. Uygulama sonrasında ise katılımcıların kullandıkları ifadeler değerlendirildiğinde her iki çalışma grubu için matematiğin doğasına sınırlı düzeyde yaklaşan bir gelişim olduğu ortaya çıkmıştır. Uygulama öncesinde mühendislik her iki çalışma grubu için de bir meslek dalı olarak kabul görmüş ve kavram tanımlamaları buna odaklanmıştır. Uygulama sonrasında ise her iki çalışma grubunun tanımlamalarına mühendislik ve problem çözme ilişkisi net bir şekilde yansımış ve tanımlamalarda mühendislik tasarım süreçlerine vurgu yapılmıştır. Mühendisliğin inovasyon ve üretim odaklı yapısı katılımcılar tarafından keşfedilmiştir. Özetle, mühendislik katılımcılar için bir meslek olmaktan çok bir disiplin olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Uygulama öncesinde teknoloji kavramı her iki katılımcı grubu içinde teknolojik araçlarla ilişkilendirilmiştir. Uygulama sonrasında ise her iki çalışma grubunun teknoloji farkındalığı artmış, teknoloji diğer disiplinlerin bir uygulama alanı olarak katılımcılar tarafından kabul görmeye başlamıştır. Yeni araçların üretilmesi ve inovasyon iki çalışma grubu tarafından da teknolojinin çalışma alanı olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma literatüründe STEM eğitiminin öğrencilerin STEM kavramsallaştırmalarına etkisini inceleyen araştırmalara rastlanmaktadır (Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Aydın-Günbatır ve diğerleri, 2018). Örneğin, Akaygün ve Aslan-Tutak (2016), araştırmalarında STEM eğitiminin kimya ve matematik öğretmen adaylarının STEM kavramsallaştırmalarına etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonuçları, STEM eğitimin öğrencilerin fen, matematik, teknoloji ve mühendislik kavramlarına yönelik kavramsallaştırmalarını genişlettiğini ortaya koymuştur. İlgili araştırmanın sonuçları disiplinler bazında incelendiğinde ise hem uygulama öncesinde hem uygulama sonrasında fen kavramının deney ve gözlem gibi bilimsel yöntemleri, matematiğin sayıları, teknolojinin teknolojik araçları ve mühendisliğin mühendislik mesleği ile ilgili yapıları içerdiği belirtilmiştir. Aydın-Günbatır ve diğerleri (2018) ise gerçekleştirdikleri araştırmada tasarım temelli STEM eğitimin öğretmen adaylarının mühendislik kavram bilgilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmada öğretmen adaylarının uygulama öncesinde mühendisliği bir meslek olarak tanımladıkları, uygulamadan sonra

ise mühendisliği tasarım problemi, tasarım süreçleri ve ürün odaklı bir anlayışla açıkladıkları ifade edilmiştir. Literatür ile uyum gösteren mevcut araştırma sonuçları, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin yapısından kaynaklanmaktadır. İlgili etkinlikler, astronomi, fizik, kimya, matematik, geometri, nanoteknoloji, bilim tarihi, roket bilimi ve mühendislik gibi birçok disiplini içermektedir. Katılımcıların bu disiplinler ile etkileşiminin hand-on ve minds-on aktiviteleri içeren bilimsel sorgulama aracılığı ile gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Özellikle mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklerde, ilgili disiplinlerin tekrarlı olarak kullanımının sağlanması amaçlanmıştır. Bu etkinliklerde oluşturulan öğrenci ürünleri ise ilgili disiplinlerin bütünsel olarak kullanımı ile tasarlanabilecek ürünlerdir. Belirtilen bu etkinlik yapısı, öğrencilerin STEM disiplinleri ile etkileşimlerini destekleyerek STEM alanları tanımlamalarını geliştirecek niteliktedir.

Katılımcı gruplarının uygulama öncesinde astronomi kavramı tanımlamaları araştırma alanı, araştırma, bilim dalı, gök cisimleri ve araçlar ortak temalarından oluşmuştur. Bu temaların içeriği ise büyük oranda benzerdir. Uygulama sonrasında ise her iki çalışma grubu için de belirtilen temalarda yer alan kavramların sayısı artmıştır. Bu durum katılımcı grupları için astronominin içerik anlamında daha kapsamlı bir disiplin olarak algılanmaya başladığına işaret etmektedir. Bu araştırma sonuçları daha önce gerçekleştirilen Okulu (2012)'nin sorgulamaya ve gökyüzü gözlemlerine dayalı astronomi etkinliklerinin öğretmen adaylarının astronomi tanımlamalarını geliştirdiği sonucu ile benzerlik göstermektedir. Mevcut araştırmanın bu sonucu, etkinliklerin astronomi disiplinini temel alması nedeniyle doğal bir durumdur.

Uygulama öncesi ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen sonuçlarda iki katılımcı grubu arasında gözlemlenen farklılıklar ise şu şekildedir: Uygulama sonrasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin bilim, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri için kullandıkları kavramlar, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kullandıkları kavramlara göre daha çeşitlidir. Bu durumun Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin etkinliklerde STEM disiplinleri ile etkileşimlerinin daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü özel yetenekli öğrenciler, merak ve keşif duygusu, motivasyon, zihinsel beceriler ve öğrenme bağlamında sıra dışı performans gösterme potansiyeline sahiptirler (Renzulli, 1978). Öğretmen adaylarının hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası gerçekleştirilen görüşmelerde özellikle bilim, fen, mühendislik ve teknoloji kavramlarına ilişkin insan ihtiyaçlarını karşılama ve

yaşamını kolaylaştırma gibi insan gereksinimleri odaklı ifadelere yer vermeleri öne çıkmıştır. Benzer bir durum, Aydın-Günbatır ve diğerleri (2018)'in gerçekleştirdikleri araştırma sonucunda mühendislik disiplini için ifade etmişlerdir. İlgili araştırmada öğretmen adayları mühendisliği insan yaşamını kolaylaştırma ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca, yalnızca Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile uygulama öncesi ve uygulama sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde astronomi ve astroloji ilişkisine vurgu yapılmıştır. Astronomi ve astroloji ilişkisine yönelik söylemler uygulama sonrasında azalmıştır. Bu durum, astrolojinin yetişkinler arasında çok daha yaygın bir şekilde karşılaşılan bir sözde bilim olması ve öğretim süreçleri ile bile astronomi ve astroloji ayrımının yapılabilmesinin oldukça zor olması ile açıklanabilir (Allum, 2011).

Katılımcı gruplarının fen, matematik, mühendislik ve teknoloji tanımlamalarına ek olarak mevcut araştırmada bilim kavramı tanımlamasının da görüşmelere dahil edilmesi ulaşılan araştırma literatüründe karşılaşılmayan bir sonuç ortaya çıkarmıştır. STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinde kavram olarak bilim vurgusunun çok sınırlı düzeyde yapılmasına karşın, uygulama sonrasında katılımcıların bilim kavramı tanımlamaları gelişmiştir. Bu durum, STEM eğitimi ile öğrencilerde bilimsel anlayış geliştirilebileceğini akla getirmektedir.

Uygulamanın katılımcı gruplarının STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisine ilişkin sonuçlar, her iki çalışma grubundaki tüm katılımcıları kapsayacak şekilde STEM semantik ölçeğinden elde edilen sonuçlarda sunulmuştur. Bu alt bölümde ise görüşmelerden elde edilen sonuçlar katılımcı gruplarının kariyer tercihleri temel alınarak detaylandırılmış ve sonuçlar bu kapsamda sunulmaya çalışılmıştır.

Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları ile uygulama öncesi gerçekleştirilen görüşmelerde STEM ilgisi ve kariyer tercihine ilişkin sonuçlar genel anlamda birbirinden farklılık göstermiştir. Bu farklılıklar şu şekilde sıralanabilir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri çoğunlukla dört STEM alanına da ilgi duymaktadır. Ancak Fen Bilgisi Öğretmen adayları ağırlıklı olarak fen ve teknoloji alanlarına yönelik ilgi göstermektedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin uygulama öncesinde kariyer tercihleri ağırlıklı olarak bilgisayar mühendisliği ve bilim insanı kariyerlerine yöneliktir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kariyer tercihleri ise birçok farklı alanda kariyer seçimini içermektedir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kariyer tercihleri bağlamında öne çıkan sonuç ise altı katılımcıdan her birinin Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmesine karşın, yalnızca iki katılımcının öğretmenlik mesleğini kariyer

tercihleri arasında belirtmesidir. Araştırma literatürü STEM ilgisi ve kariyer tercihleri arasında bir ilişki bulunduğunu açıkça göstermektedir (Wiebe ve diğerleri, 2018).

Uygulama sonrasında ise her iki katılımcı grubu ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik ilgilerinin desteklendiğini ortaya koymuştur. Ancak uygulamaların, katılımcı grupların kariyer tercihlerine yansımaları farklı şekilde ortaya çıkmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin kariyer tercihleri uygulama öncesindeki kariyer tercihlerini içermekle beraber uygulamaların etkileri doğrudan gözlemlenmiştir. Örneğin, uygulama sonrasında bir katılımcı *“Bir de geziye gittiğimiz laboratuvarda atomları gösteren mikroskoplar vardı... Hem bilgisayarları kullanıp hem de bilimle uğraşabileceğim bir meslek sanki.”* ifadesine yer vermiştir. Bu örnek, uygulamaların içerik anlamında STEM ilgisinin desteklenmesine katkı sağladığına, aynı zamanda STEM alanlarında uzmanlarla bir araya gelmesine olanak tanıdığı için STEM kariyerlerinde farkındalık oluşturduğuna işaret etmektedir. Bu durumu destekleyen benzer bir sonuca Wyss ve diğerleri (2012)'nin gerçekleştirdiği araştırmada da ulaşılmıştır. Araştırmacılar, ortaokul öğrencilerine mühendislik, mikrobiyoloji ve adli tıp bilimi gibi alanlarda uzman araştırmacılarla gerçekleştirilen görüşmelerin video kayıtlarını izletmiştir. Araştırmada ilgili videoların öğrencilerin STEM alanlarındaki kariyerlere yönelik ilgilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının uygulama sonrasındaki kariyer tercihleri incelendiğinde ise öğretmenlik mesleğinin vurgusunun arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum uygulamaya dayalı içeriklerin öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine yönelik ilgilerini olumlu yönde arttırdığını göstermektedir.

Elde edilen bu sonuçlar, iki çalışma grubu için bütünsel olarak değerlendirildiğinde ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik ilgilerinin STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri ile desteklendiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu etkinin nedeni ise STEM semantik ölçeğinden elde edilen sonuçlarda da ifade edildiği üzere uygulamaların katılımcıların akranları, içerik, uygulamalar ve çevre ile etkileşimlerinin etkinlikler boyunca desteklenmesini sağlayacak nitelikte olmasıdır (Barron, 2006).

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin katılımcı gruplarının STEM alanları arasında kurdukları ilişkilere etkisine yönelik sonuçlar ise şu şekildedir: STEM eğitimi temelinde disiplinlerin bütünleştirilmesini konu almaktadır. English

(2016), Ertas ve diğeri (2003) ve Vasquez ve diğeri (2013) bu bütünleştirmeleri disiplinlerin ilişki seviyelerine göre disiplinler, multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner olmak üzere dört düzeyde sınıflandırmıştır. Bu sınıflamaya göre uygulama öncesinde her iki çalışma grubunun bilim, fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve astronomi alanlara yönelik ilişkilendirmeleri disiplinler, multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner yaklaşımlardan her birini içermektedir. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ilişkilendirmeleri ağırlıklı olarak interdisipliner ve transdisipliner düzeydedir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ilişkilendirmeleri ise çoğunlukla multidisipliner ve interdisipliner seviyededir. Bu durumun temel nedeni Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin müzik ve matematik gibi çok farklı alanlarda dersler almaları ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının lisans düzeyinde aldıkları derslerin fen bilimleri ve fen öğretimi derslerine odaklanması ve fen bilgisinin fizik, kimya ve biyoloji gibi disiplinleri içeren multidisipliner ve interdisipliner yapıları daha çok içeren bir doğaya sahip olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Uygulamalar sonrasında ise her iki çalışma grubunun ilgili kavramları ilişkilendirmeleri birbirinin çok benzeridir. Katılımcı gruplarının zihinlerinde canlandırdıkları ilişkilendirmeler tamamıyla transdisipliner veya interdisipliner içeriğe sahip transdisipliner bir yapıya dönüşmüştür. Uygulama sonrasında ortaya çıkan bu transdisipliner yapılarda disiplinler birbirinden net olarak ayrılmamaktadır. Bu yapı, bilimin bütünsel yapısına uygun olarak disiplinler arası karşılıklı geçişlere olanak tanıyan iç içe bir yapıdır. Bu durum, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin katılımcı gruplarının bilim, fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve astronomi kavramları ilişkilendirmelerini daha bütünsel bir yapıya dönüştürmede etkili olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Araştırma literatüründe STEM eğitiminin öğrencilerin STEM disiplinlerini ilişkilendirmelerine etkisini inceleyen araştırmalara rastlanmaktadır (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016; Gökbayrak ve Karışan, 2017). Örneğin, Akaygun ve Aslan-Tutak (2016) gerçekleştirdikleri araştırmada STEM eğitiminin öğretmen adaylarının disiplin entegrasyonlarını nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Araştırma sonuçları, STEM eğitimi etkinliklerinin disiplinlerin bütünleştirilmesinde etkili olduğunu ve uygulamalar sonrasında öğretmen adaylarının transdisipliner yapıya yakın bir disiplin anlayışı oluşturduklarını ortaya koymuştur. Gökbayrak ve Karışan (2017) ise araştırmalarında ortaokul öğrencilerine uygulanan STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin fen ve matematik gibi disiplinleri daha bütünsel olarak değerlendirmeleri bağlamında etkili

olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu araştırma literatürü mevcut araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Tasarım temelli düşünme teması bağlamında araştırmacı tarafından verilen bir mühendislik problemine katılımcıların verdikleri cevaplardan elde edilen sonuçlar ise şu şekildedir: Tayal (2013) tarafından önerilen soru sorma, hayal etme, planlama, oluşturma ve geliştirme aşamalarını içeren mühendislik tasarım süreci temel alındığında, uygulama öncesinde her iki çalışma grubunun cevaplarında da hayal etme, planlama, oluşturma ve geliştirme aşamalarına çok sınırlı düzeyde yer verdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Buna ek olarak sonuçlar, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının soru sorma aşamasını Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden daha fazla vurguladıklarını ortaya koymuştur. Bu durumun temel nedeninin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının soru sorma aşamasında yer alan problemi tanımlama, gerekli bilimsel bilgileri belirleme ve sınırlılıkları belirleme gibi süreçleri öğrenim gördükleri program ve yaşantıları gereği daha fazla deneyimlemiş olmalarından kaynaklandığı düşünülebilir. Uygulama sonrasında ise her iki katılımcı grubunun da verilen problemin çözümüne yönelik söylemlerinde belirtilen aşamaların tümüne çok büyük oranda yer verdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, bu görüşmelerde katılımcılar mühendislik ve mühendislik tasarım sürecinin en önemli kavramlarından birisi olan prototip kavramını sıkça kullanmışlardır. Bu durum, STEM temelli astronomi etkinliklerinin katılımcı gruplarının tasarım temelli düşünme süreçlerini desteklediğini göstermektedir.

Araştırma literatürü incelendiğinde STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin tasarım temelli düşünme becerilerine etkilerini inceleyen araştırmalara rastlanmaktadır (Douglas ve diğerleri, 2018; Ercan, 2014). Örneğin, Ercan (2014) gerçekleştirdiği araştırmada tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin tasarım temelli düşünme becerilerini problem ya da ihtiyacın belirlenmesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün belirlenmesi, prototip yapımı ve test etme ve iletişim aşamalarında desteklediğini ortaya koymuştur. Douglas ve diğerleri (2018) ise tasarım temelli STEM eğitimi modüllerinin uygulanması sırasında ortaokul öğrencilerinin mühendisliğe ilişkin süreçleri nasıl yansıttıklarını incelemişlerdir. Araştırmada öğrencilerin problemi yapılandırma, farklı fikirleri değerlendirme ve kriterleri belirleme gibi birçok niteliği yansıttıkları sonucuna ulaşılmıştır. Literatür ve mevcut araştırma sonuçları ilişkilendirildiğinde katılımcı gruplarının tasarım temelli düşünme süreçlerinin gelişmesinde mühendislik tasarımına dayalı etkinliklerin etkisinin olduğu

anlaşılmaktadır. Mühendislik tasarımı, ihtiyaçlar veya problem temelinde çözümlerin elde edildiği bir süreçtir (Eide ve diğerleri, 2017). Bu süreçte temel nokta ise mühendislik problemlerinin niteliğidir (NRC, 2012).

Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülü sınırlı sayıda değişkeni içeren ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri irdeleyen basit mühendislik problemlerini ve araştırma ve tasarım projeleri modülü ise çok fazla değişken içeren ve bu değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrudan kestirilemediği karmaşık mühendislik problemlerini içermektedir (Robinson, 1998). Basit mühendislik problemleri içeren etkinlikler daha çok öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini uygulayarak deneyimlemelerini hedeflemiştir. Karmaşık mühendislik problemleri içeren etkinlikler ise öğrencilerin tüm mühendislik tasarım sürecini kendilerinin oluşturmalarına dayalıdır. Bu süreçte araştırmacı öğrencilere bir Güneş saati tasarlayın gibi bir tasarım görevi vermek yerine “Zamanı alternatif yollarla nasıl ölçebiliriz?” gibi bir problem sunmuştur. Tek bir cevabı olmayan bir mühendislik probleminin sunulmasıyla öğrencilerin tasarım süreçlerini içselleştirmeleri amaçlanmıştır. Bu iki temel yaklaşımla oluşturulan ardışık modüller ile etkinlik akışında basit mühendislik problemlerinden karmaşık mühendislik problemlerine geçiş sağlanmıştır. Mühendislik tasarım süreçlerinin bu şekilde organize edilmesi, mühendisliğin bir zihin alışkanlığı olarak öğrencilere kazandırılmasına katkı sağlayacak niteliktedir (NRC, 2012).

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM eğitimi yaklaşımlarına etkisi genel olarak değerlendirildiğinde etkinliklerin katılımcı gruplarının STEM alanlarına ve bilime yönelik bilgilerini arttırdığı ve bilime bütünsel bakış açılarını geliştirdiği, STEM alanlarına ve kariyerlerine ilgilerini desteklediği ve problemlerin çözümüne ilişkin mühendisliğe yönelik zihin alışkanlığı kazanmalarına katkı sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca, STEM alanlarına yönelik tanımlama, STEM alanları arasında ilişki kurma, STEM alanlarına yönelik ilgi ve tasarım temelli düşünme temaları bağlamında iki çalışma grubunun STEM yaklaşımları özellikle uygulama sonrasında benzerdir ve STEM’in doğasına daha yakındır.

5.1.1.5. *Uygulama sürecinde katılımcı gruplarının STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen nitelikleri yansıtma ve değerlendirilmesi*

Araştırmada uygulanan etkinliklerde, katılımcıların STEM eğitiminin doğasına yönelik nitelikleri nasıl yansıttıklarını doğrudan izleyebilmek amacıyla etkinliklerin uygulanması sırasında araştırmacı gözlem notlarından yararlanılmıştır. Bu gözlem notları STEM eğitiminin doğasını yansıtan ve STEM eğitimi programlarında yer alması beklenen, sorular sorma ve problemleri tanımlama, modelleri geliştirme ve kullanma, araştırmayı planlama ve gerçekleştirme, verilerin analizi ve yorumlanması, matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma, açıklamalar oluşturma ve çözümleri tasarlama, kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma ve bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi olmak üzere sekiz temel nitelik göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir (NRC, 2012). Uygulama sürecinde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının belirtilen nitelikleri yansıtma ve değerlendirilmesi şu şekilde sıralanabilir.

Sorular sorma ve problemleri tanımlama niteliğinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından bilim şenlikleri modülü dışında yer alan tüm modüllerde yansıtıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin, birinci modülde bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi tarafından oluşturulan “*Ay’daki kraterler nasıl oluştu?*” ve bir Fen Bilgisi Öğretmen adayı tarafından oluşturulan “*Mars’ın gökyüzünde kırmızı olarak görünmesinin sebebi ne olabilir?*” soruları gözlemlenen bir olayın açıklanması için oluşturulan sorulardır. İkinci modülde bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisinin “*Roketin ne kadar yükseğe ulaşmasını istiyoruz?*” ve bir Fen Bilgisi Öğretmen adayının “*Daha çok büyütme elde etmek için nasıl bir tasarım yapmalıyız?*” soruları ise etkili bir tasarım çözümü için kriterlerin netleştirilmesi için sorulan sorulardır. İlk modül için verilen örnek fen temelli bir soru oluşturma, ikinci modül için sunulan örnek ise mühendislik probleminin çözümüne yönelik sorular oluşturma olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, her iki çalışma grubu da uygulama sürecinde fen için deneysel olarak cevaplanabilir sorular üretmişler ve olguları anlamak ve bilinmeyenleri açıklamak için sorular oluşturmuşlardır. Mühendislik temelinde oluşturulan sorular ise problemi netleştirmek, oluşturulacak ürün için sınırlılıkları ve kriterleri ortaya koymak amacıyla oluşturulan sorular olmuştur.

Modelleri geliştirme ve kullanma niteliğinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modüllerinde yansıtıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin, üçüncü modülde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tasarlanacak teleskopta görüntünün nasıl oluştuğunu tanımlamak için farklı modeller oluşturma ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları kanat şekline göre roketin ulaşacağı yüksekliği tahmin etmek için SpaceCAD programında farklı modeller oluşturma davranışlarını göstermişlerdir. Gözlemlenen bu davranışlarda katılımcılar, modelleri olguları tahmin etmek amacıyla kullanmışlardır. Bunun yanında katılımcı grupları uygulama sürecinde tasarımlarının sınırlarını değerlendirmek veya tasarımlarında yer alan bir olguyu test etmek ve değişkenler arasındaki ilişkileri göstermek için modellerden yararlanmışlardır.

Araştırmayı planlama ve gerçekleştirme niteliğinin katılımcı grupları tarafından cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modüllerinde yansıtıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin, üçüncü modülde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları sırasıyla “Uzayda bilim nasıl işler?” ve “Uzayı nasıl gözlemleyebiliriz?” sorularına yanıt bulabilmek için bir araştırmayı grup olarak planlamış, araştırma sürecinde değişkenleri ve gerekli araçları belirlemiş, veri toplama sürecine karar vermiş ve öne sürülen bir fikri desteklemek için gerekli veri miktarını belirlemişlerdir. Buna ek olarak katılımcı grupları deney tasarlama, veri toplamak için uygun araç ve yöntemlere karar verme, bilimsel soruları cevaplamak veya tasarım çözümlerini test etmek için veri toplama davranışlarını da uygulamalarda yansıtmışlardır.

Verilerin analizi ve yorumlanması niteliğini ise katılımcı grupları cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modüllerinde yansıtmışlardır. Örneğin, ikinci modülde roket tasarımı etkinliklerinde her iki çalışma grubu da tekrarlı denemelerden elde ettikleri sonuçları analiz etme davranışını göstermişlerdir. Bunun yanında katılımcı grupları, tablo ve grafik gösterimlerini kullanma, diğer grupların elde ettiği verileri karşılaştırma ve tasarım çözümlerini değerlendirmek için verileri kullanma davranışlarını da yansıtmışlardır.

Matematiği ve hesaplamalı düşünmeyi kullanma niteliği ise katılımcı grupları tarafından bilim şenlikleri modülü dışında yer alan tüm modüllerde yansıtılmıştır. Örneğin, üçüncü modülde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri “Uzaya nasıl ulaşabiliriz?” ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları “Hologramlar nasıl çalışır?” problemlerine yanıt bulabilmek için

algoritmalar (sıralı adımlar) oluşturma davranışını göstermişlerdir. Nicel ve nitel verileri uygun durumlarda kullanma, matematiksel gösterimlerden yararlanma, matematiksel işlemleri uygulama ve dijital araçları veya matematiksel kavramları kullanma davranışları da katılımcı gruplarının yansıttığı davranışlar arasındadır.

Açıklamalar oluşturma ve çözümler tasarlama niteliği ise merak uyandırıcı etkinlikler, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modüllerinde her iki katılımcı grubu tarafından da yansıtılmıştır. Örneğin, birinci modülde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri evrenin oluşumunu Büyük Patlama Teorisi ile ilişkilendirerek ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları yıldızların kırışmasını ışığın kırılması ile açıklayarak olguları veya olayları açıklamak için bilimsel ilke, fikir ve kanıtları kullanma davranışını yansıtmışlardır. Aynı zamanda katılımcı grupları, nitel veya nicel ilişkileri içeren açıklamalar oluşturma, modellere veya gösterimlere dayalı açıklamalar oluşturma, kanıta dayalı açıklamalar oluşturma, belirli tasarım kriterlerini ve kısıtlamalarını karşılayan bir tasarım projesi gerçekleştirme, bilimsel fikirleri veya ilkeleri tasarımlara uygulama ve bir ürün tasarımının performansını değerlendirme davranışlarını da göstermişlerdir.

Kanıta dayalı argümanlarla meşgul olma niteliği, bilim şenlikleri modülü dışında yer alan tüm modüllerde iki katılımcı grubu tarafından da yansıtılmıştır. Örneğin, ikinci modülde Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin alka seltzer roket tasarımı için temel alınacak kriterleri belirlemek amacıyla ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının Dünya, Güneş ve Ay modeli kullanarak mevsimlerin oluşumunu açıklamak için ortaya atılan argümanları karşılaştırma ve eleştirme davranışlarını yansıtmışlardır. Bunun yanında bir olgu veya problemin çözümüne ilişkin deneysel kanıtlara ve bilimsel akıl yürütmeye dayalı yazılı veya sözlü bir argüman oluşturma, kullanma veya sunma, bir ürünün performansını değerlendiren sözlü veya yazılı bir argüman oluşturma ve farklı tasarım çözümlerini değerlendirme davranışları da katılımcı gruplarının yansıttığı davranışlar arasındadır.

Bilgiyi sağlama, değerlendirme ve bilgi iletişimi niteliğinin ise iki katılımcı grubu tarafından tüm modüllerde yansıtıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin, üçüncü modülde her iki çalışma grubu da grup tasarım projelerinde ürünlerin nasıl çalıştığı ile ilgili teknik bilgileri çizimlerle yazılı olarak paylaşarak bilimsel veya teknik bilgileri yazılı veya sözlü olarak paylaşma davranışını yansıtmışlardır. Buna ek olarak, iki katılımcı grubu da güvenilir kaynaklardan bir olguyu veya bir tasarım problemini çözmek için

bilgileri elde etme ve birleştirme ve yazılı metinleri STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen diğer niteliklerde kullanmak için birleştirme davranışlarını yansıtmışlardır.

Bahsedilen sekiz niteliğin her bir modül kapsamında yansıtılmadığı yukarıda belirtilen sonuçlarda da görülmektedir. Ancak bu durum modülde kullanılan etkinliğin amacı ile ilgilidir. Örneğin, bilim şenliği modülünde yer alan STEM temelli bilim şenliği, katılımcıların kendi tasarladıkları ürünleri paylaşma fırsatı sağlamayı ve öğrencilerin özgüvenlerini desteklemeyi amaçlamıştır. Bu bağlamda, bu etkinlik veri toplama süreçlerini içermediğinden dolayı verilerin analizi ve yorumlanması niteliği öğrenciler tarafından yansıtılmamıştır. Uygulama sürecine bütünsel olarak bakıldığında ise STEM eğitimi programlarında bulunması beklenen niteliklerin dört modülün uygulama sürecinde desteklendiği ve bu niteliklerin her iki katılımcı grubu tarafından da yansıtıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ulaşılan araştırma literatüründe STEM eğitimi etkinliklerinde öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamalarını yansıtılmalarını konu alan araştırmalara rastlanmaktadır (Burrows ve diğerleri, 2018; Smith, Molinaro, Lee ve Guzman-Alvarez, 2014; Tretter ve McFadden, 2018; Watt ve Andrews, 2018). Örneğin, Burrows ve diğerleri (2018) gerçekleştirdikleri araştırmada ortaokula devam eden kız öğrencilerden oluşan katılımcı grubunun su kirliliği araştırma projesinde fen ve mühendislik uygulamalarına ne kadar yer verdiklerini araştırmışlardır. İki öğretim dönemini kapsayan uygulama sürecinde oluşturulan gözlem notlarından elde edilen sonuçlar, tüm fen ve mühendislik uygulamaları niteliklerinin katılımcılar tarafından tekrarlı olarak yansıtıldığını ortaya koymuştur. Smith ve diğerleri (2014) ise lise öğrencileri ile gerçekleştirdikleri araştırmalarında 8 ders saati süren fen, biyoistatistik ve kanser eğitimi modülünün öğrenciler için verilerin analizi ve yorumlanması niteliğini desteklediği sonucuna ulaşmışlardır. Watt ve Andrews (2018) ise ilkokul öğrencileri ile kuraklığın çözümüne yönelik tasarım geliştirilmesini konu alan bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, birkaç gün süren uygulama sürecinde araştırmayı planlama ve gerçekleştirme, sorular sorma ve problemleri tanımlama ve verilerin analizi ve yorumlanması niteliklerinin gerçekleştirdikleri etkinliklerde yer aldığını vurgulayarak, bu etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerine ilgilerini desteklediğini belirtmişlerdir. Tretter ve McFadden (2018) ise ortaokul öğrencilerine parçacık modellerinin öğretiminde modelleri geliştirme ve kullanma niteliğini temel alan bir

etkinlik uygulamışlardır. Araştırmada ilgili niteliğin öğrenciler tarafından sınırlı düzeyde yansıtıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ulaşılan araştırma literatürü genel olarak değerlendirildiğinde STEM eğitiminde fen ve mühendislik uygulamaları niteliklerinin öğrenciler tarafından yansıtılmasında ve öğrencilerin bu nitelikleri içeren davranışlarının geliştirilmesinde uzun süreli STEM eğitimi uygulamalarının öne çıktığı görülmektedir. Mevcut araştırmanın iki dönemi kapsayan göreceli olarak uzun süreli uygulama aşamasında ilgili niteliklerin öğrenciler tarafından yansıtılması literatür ile benzerlik göstermektedir. Araştırmanın bu sonucunun neden kaynaklandığını kavrayabilmek için fen ve mühendislik uygulamalarında özellikle “uygulama” kavramına odaklanmak gerekmektedir. Duschl, Schweingruber ve Shouse (2007) fen uygulamaları ve konu içeriği ile bağlantılı dört öğrenci yeterliğine vurgu yapmaktadır. Bunlar,

- Doğal dünyanın bilimsel açıklamalarını bilme, kullanma ve yorumlama
- Bilimsel kanıtları ve açıklamaları üretme ve değerlendirme
- Bilimsel bilginin doğasını ve gelişimini anlama
- Bilimsel uygulamalara ve söylemlere verimli bir şekilde katılma olarak sıralanabilir.

Yukarıda belirtilen dört öğrenci yeterliği aslında bilimsel sorgulama becerilerini kapsamaktadır. Ancak, STEM eğitiminde bilimsel sorgulama becerileri kavramı yerine fen uygulamaları kavramının kullanılması tercih edilmektedir. Michaels, Shouse ve Schweingruber (2007) bu durumu şu şekilde ifade etmiştir: Bilim uygulamaları, yapmayı ve öğrenmeyi içerir. Yapmak ve öğrenmek birbirinden ayrılamaz parçalardır. Uygulama (aslında tam anlamıyla pratik yapma) bir alanda yetkin olmak için tekrarlı şekilde bir şeyler yapmayı kapsar. Bu yetkinliğin oluşması için yapılan şeyler zamanla birikir ve alışkanlık (second nature) haline gelir. Bu süreçte bilgi, bir amaca ulaşmak için kullanılır. Michaels ve diğerleri (2007)'nin vurguladığı durum aslında sanat eğitiminde çok net olarak gözlemlenen bir durumdur. Örneğin, bir keman virtüözü eğitim sürecinde birçok bilişsel, duyuşsal ve psikomotor davranışı uygulama yaparak öğrenir. Uygulama yaptıkça ustalaşarak sanat eserlerini herhangi yazılı bir notaya ihtiyaç duymadan sunabildiği bir performans sergiler. Sanat eğitimindeki benzer şekilde tekrarlı ve uzun süreli pratikler, STEM eğitiminde fen uygulamalarının gelişmesine katkı sağlar. Bu bağlamda bilimsel sorgulama geliştirilmiş ve zenginleştirilmiş şekilde fen uygulamalarının temelinde yer alır (Bybee, 2011). Fen ve mühendislik

uygulamalarının bir diğere önemli bileşeni ise mühendislik süreçleridir. Bu bağlamda iki disiplinin farkını ortaya koymak gerekmektedir. Temelde fen doğal dünya ile ilgilidir. Mühendislik ise tasarımsal dünyaya vurgu yapmaktadır (NRC, 2012). Fen, doğal dünya ile ilgili sorular ortaya koyar ve kanıta dayalı açıklamalar ile cevaplar sunmayı amaçlar. Mühendislik ise insan ihtiyaç ve isteklerinden kaynaklanan problemleri belirler. Yeni ürünler ve süreçler ile bu problemlere çözümler üretmeyi hedefler. Fen ve mühendislik uygulamaları bu bağlamda paralel ve tamamlayıcı bir yapıdadır (Bybee, 2011).

Özetle, mevcut araştırmanın STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde katılımcı gruplarının STEM eğitimi programlarında yer alması beklenen fen ve mühendislik uygulamalarını tekrarlı şekilde yansıttıkları sonucunun, iki öğretim dönemini kapsayan göreceli olarak uzun süreli uygulama sürecinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Belirtilen uzun süreli uygulama sürecinde tekrarlı olarak desteklenen fen ve mühendislik uygulamaları, öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgi, tutum ve akademik başarının gelişiminde ve STEM alanları ile etkileşimlerinde büyük öneme sahiptir (NRC, 2011). Öğrencilerde, belirtilen niteliklerin desteklenmesinde kullanılan araçlar ise STEM eğitimi etkinlikleridir ve etkinliklerin niteliği öğrenme sürecinin kalitesini belirler (Harlen, 2015). Etkinliklerin nitelik anlamında STEM eğitiminin doğasına uygunluğuna ilişkin sonuçlar bir sonraki alt bölümde tartışılmıştır.

5.1.2. STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Astronomi Etkinliklerinin Etkinlik Boyutunda Değerlendirilmesine İlişkin Sonuç ve Tartışma

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin etkinlik boyutunda değerlendirilmesine yönelik sonuç ve tartışma, etkinliklerin STEM eğitiminin doğasına uygunluğu ve etkinliklerde öğrenciler tarafından oluşturulan ürünlerin nitelikleri başlıklarında sırası ile sunulmuştur.

5.1.2.1. Etkinliklerin STEM eğitiminin doğasına uygunluğunun değerlendirilmesi

Mevcut araştırmada, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin değerlendirilmesi için etkinlik değerlendirme formundan yararlanılmıştır. Etkinlik değerlendirme formu, bilimsel bir etkinlikte bulunması gereken öğrenme ortamı ve

etkinlik, bir STEM eğitimi etkinliğinde yer alması beklenen STEM konu alanı ve uygulamaları ve STEM alanlarında gelişim temalarından oluşmaktadır. Araştırmanın uygulanabilirliği göz önünde bulundurularak yalnızca Fen Bilgisi Öğretmen adaylarına uygulanan etkinliklerin değerlendirilmesi ile ele edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

Genel olarak, araştırma sürecince kullanılan etkinlikler, STEM eğitimi etkinliklerinin özelliklerini büyük oranda göstermiştir. Cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler modülünde yer alan Dünya, Güneş ve Ay etkinliği dışında kalan tüm etkinlikler ve araştırma ve tasarım projeleri modülünde yer alan tüm etkinlikler etkinlik değerlendirme formunda yer alan bütün temaları sağlamıştır. İkinci ve üçüncü modül olan bu modüller, STEM becerilerinin tekrarlı olarak desteklenmesini sağlayan ardışık bir yapıya sahiptir. Bu modüllerin temelini mühendislik tasarım süreçlerinin kullanılması ile bir mühendislik probleminin çözülmesi oluşturmaktadır. Merak uyandırıcı etkinlikler modülünde yer alan etkinlikler ise mühendislik tasarım süreçlerini temel almamalarından dolayı STEM konu alanı ve uygulamaları içerisinde yer alan bazı özellikleri yansıtmamışlardır. Bu durum, modülde yer alan gezi ve gökyüzü gözlemlerini içeren bazı etkinliklerin sınıf dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen etkinlikler olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu etkinliklerde amaç ise astronomi aracılığı ile STEM alanlarına ve uygulamalarına yönelik merak uyandırmak ve ilgi oluşturmaktır. Bu bağlamda, ilgili modülde belirtilen niteliklerin tam olarak gözlemlenememesi doğal bir durumdur. Bilim şenliği modülünde yer alan STEM temelli bilim şenliği ise diğer modüllerde tasarlanan ürünlerin etkileşimli olarak sergilenmesini konu aldığı için STEM konu alanı ve uygulamaları temasını tam anlamıyla sağlayamamıştır.

Görüşmelerden elde edilen sonuçlar da yukarıda belirtilen sonuçları destekler niteliktedir. İlgili görüşmelerde her iki çalışma grubu da çıplak gözle ve teleskop ile gökyüzü gözlemi etkinliğini çok ilgi çekici olarak değerlendirmişlerdir. Birçok öğretmen adayı bu tip bir etkinliği ilk kez deneyimlemiştir. Katılımcı bakış açısı ile diğer öne çıkan ilgi çekici etkinlikler ise STEM temelli bilim şenliği ve roket tasarımı etkinlikleridir. Buna ek olarak, özellikle roket tasarım etkinlikleri her iki çalışma grubunda da zorlanılan etkinlikler olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinliklerdeki temel kriterler işlevsel ve çalışır bir ürünü belirli bir sürede tamamlamaktır. Bu kısıtlamaların uygulayıcı tarafından verilmesi, etkinliği zorlayıcı görevler (challenging tasks) içeren

bir yapıya dönüştürmüş ve hatalar ile öğrenme süreçlerinin desteklenmesine katkı sağlamıştır (Corbett ve Coriell, 2014).

Literatürde yer alan sınırlı sayıda araştırma STEM eğitimi etkinliklerinin değerlendirilmesini konu almaktadır (Hug ve Eyerman, 2018; Shah, Wylie, Gitomer ve Noam, 2018). Örneğin, Hug ve Eyerman (2018) durum çalışmasına dayalı araştırmalarında balon ile hareket eden araba etkinliğinin STEM eğitiminin niteliklerini büyük oranda sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Shah ve diğerleri (2018) ise araştırmalarında okuldan sonra gerçekleştirilen STEM eğitimi etkinliklerinin niteliklerinin değerlendirilebildiği bir ölçme aracı geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada 340 etkinlik, geliştirilen gözleme dayalı ölçme aracı ile değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, gerçekleştirilen etkinliklerde STEM eğitimi için uygun öğrenme ortamın sağlanabildiği, etkinliklerin belirlenen hedeflere büyük oranda hizmet ettiği ancak özellikle öğrencilerin STEM içeriği ile etkileşimini ve STEM alanlarında gelişimini sağlamakta sınırlı kaldığı sonuçlarına ulaşmışlardır. Bu araştırma sonuçları ile mevcut araştırmanın genel sonuçları, öğrenme ortamı ve etkinlik temalarında elde edilen sonuçlar ile benzerlik, STEM konu alanı ve uygulamaları ve STEM alanlarında gelişim temalarında elde edilen sonuçlar ile farklılık göstermektedir.

Dört modülde yer alan etkinlikler bütünsel olarak değerlendirildiğinde ise etkinlikler, STEM alanlarına yönelik merak ve ilgi oluşturma, STEM uygulamalarına yönelik beceri kazandırma ve özgüvenin desteklenmesi, bir ürün tasarımını baştan sona kendi araştırmaları ile gerçekleştirme ve kendi tasarladığı ürünleri etkileşimli olarak paylaşma ardışık ve tamamlayıcı süreçlerini içermektedir. Bu ardışık ve tamamlayıcı yapı, STEM eğitimin doğasını etkili bir şekilde yansıtabilecek niteliktedir.

Türkiye’de STEM eğitime yönelik uygulamalara bakıldığında ise özellikle robotik, kodlama ve 3D yazıcıların kullanıldığı popüler STEM yaklaşımına dayalı etkinliklerin vurgulandığı görülmektedir. Bu durum, STEM eğitiminin bahsedilen etkinlikleri içermesi gerektiği gibi bir düşünceyi öne çıkarmaktadır. Ancak, bu süreçte asıl önemli nokta etkinliklerin STEM eğitiminin temel niteliklerini ne derece taşıdıkları ve STEM eğitimin doğasıyla ne derece uyumlu olduklarıdır. Mevcut araştırmada etkinlik değerlendirme formundan tema ve alt temalar bazında elde edilen sonuçlara göre araştırma literatürüne katkı sağlayacağı düşünülen şu değerlendirmeler yapılabilir: Bir STEM eğitimi etkinliği, öğrenciye bir konu ile ilgili ilke, olgu veya kavramları vererek öğrencinin bu bilgilerle sınırlandırılmış yönergeler ile reçete tipi deneylere benzer

şekilde bir ürüne dönüştürmesi anlamına gelmemektedir. STEM eğitimi bağlamında ürün oluşturma mühendislik tasarım süreçlerine dayanmaktadır. Bu süreçlerde ise asıl odak noktası, öğrencilerin bilimsel bilgileri etkinlik aracılığıyla öğrenmesi ve amaç-ürün odaklı alışkanlıklar kazanmasıdır. Örneğin araştırmada kullanılan roket tasarım etkinliklerinde öğrenciler, kuvvet ve kütle ilişkisini ürün tasarımı odaklı etkinlikler ile keşfetmişlerdir. Buna ek olarak, STEM eğitimi etkinliklerine bütünsel ve tamamlayıcı bir bakış açısı ile bakmak gerekmektedir. Sunulan roket tasarım etkinliği mühendislik tasarım sürecinin vurgulandığı bir etkinliktir. Araştırmada astronomi ve matematiğin ağırlıklı olarak yer aldığı evrenin kökeni etkinliği gibi etkinlikler de yer almıştır. Bu tip farklı disiplinlerin entegrasyonlarının ön plana çıktığı etkinliklere de STEM eğitimi içerisinde yer verilebilir. Ayrıca, bir ya da birkaç etkinliğin uygulanması STEM eğitiminin gerçekleştirildiği şeklinde düşünülmemelidir. Etkinlikler, öğrencilere STEM alanlarına yönelik, ilgi, tutum, bilgi, beceri ve anlayış kazandırılmasını amaçlayan birer araçtır. Bu bağlamda, robotik ve kodlama gibi etkinlikleri STEM eğitiminin vazgeçilmez birer parçası olarak değerlendirmek, Pedagojik STEM eğitimi bakış açısı ile çok da doğru görünmemektedir. Araştırma sonuçlarında da görüldüğü üzere, STEM eğitiminin temel niteliklerini içeren basit ve ucuz malzemelerin kullanıldığı ve temeline bilimsel sorgulamayı alan etkinlikler, nitelikli STEM eğitimi etkinlikleridir.

Tüm bunlara ek olarak STEM eğitiminin doğasını yansıtan etkinlik değerlendirme formu hem STEM eğitimi etkinliklerinin değerlendirilmesinde hem de STEM eğitimi etkinliklerinin geliştirilmesinde literatüre katkı sağlayacak niteliktedir. İlgili formun STEM eğitimi etkinliklerinin değerlendirilmesinde kullanılması için ise bu formun, alan eğitiminde yeterliğe sahip bir uzman tarafından uygulanması önerilmektedir.

5.1.2.2. Etkinliklerde tasarlanan ürünlerin niteliklerinin değerlendirilmesi

Araştırmada, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinde katılımcıların bireysel veya grup olarak tasarladıkları ürünleri değerlendirmek amacıyla STEM ilişkisi, betimleme ve dizayn ve işlevsellik temalarından oluşan her bir ürüne özgü ürün değerlendirme formlarından yararlanılmıştır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarının değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar belirtilen temalar bağlamında şu şekilde sıralanabilir: Her iki çalışma grubunun ürünleri STEM alanlarında yer alan disiplinleri ve bu disiplinler

arasındaki ilişkilendirmeleri içerecek şekilde tasarlanmıştır. Örneğin su roketi etkinliğinde her iki katılımcı grubunun tasarladıkları su roketleri, fen (fizik), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımını ve bu disiplinlerin ilişkilendirmelerini içermiştir. Bu durumun temelinde, uygulayıcı veya katılımcılar tarafından oluşturulan mühendislik probleminin ürünün tasarımı ile ilişkili kriterleri ve kısıtlamaları net bir şekilde ortaya koyması yatmaktadır. Çünkü, bir ürün için değişken ve kanıt temelinde oluşturulan kriterler ve kısıtlamalar, farklı disiplinlerdeki bilimsel bilgilerin ürünlerin tasarımına yansıtılmasını zorunlu kılar (NRC, 2012).

İki çalışma grubunun tasarımları arasında göze çarpan farklılıklar ise ürüne özgü temel niteliklerin değerlendirildiği betimleme temasında ortaya çıkmıştır. Bu sonuca, Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin tasarımlarından bazılarının uç iğne deliği içermesi ve bu bağlamda çoklu görüntü oluşturması ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan bazı iğne deliği kameraların sabit tüp sistemi içermesi örnek olarak verilebilir. Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin iğne deliği kamera tasarımında iğne deliği sayılarını arttırmaları zihinlerindeki tüm değişkenleri test ederek ürünlerine yansıtmak istemelerinden kaynaklanmış olabilir. Bu bağlamda katılımcıların yeni durumları denemekten korkmadıkları ve yeniliğe daha açık oldukları düşünülebilir. Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan bazı ürünlerin sabit tüp sistemi içermesi ise temelde etkinlikte verilen görüntü özelliklerinin değiştirilebildiği bir tasarıma sahip olma kriterini taşımamaktadır. Görüntü özelliğinin değiştirilmesi kriteri, ürünün zorlayıcı görevler (challenging tasks) içeren bir yapıya bürünmesi için eklenmiştir ve görüntü özelliklerinin değiştirilmesinin yollarından birisi hareketli tüp sistemidir. Ancak Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bu tasarımları görüntü özelliklerinin değiştirilemediği sabit tüp sistemine sahiptir. Belirtilen örnek ilgili tasarımlarda öğretmen adaylarının zorlayıcı görevlerden kaçındıklarını düşündürmektedir. Bu durumu destekleyen bir başka örnek ise teleskop tasarım etkinliğinde Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan bazı teleskopların, temel işlevlerini yerine getiremeyecek nitelikte yani büyütme özelliği göstermeyecek şekilde tasarlanmalarıdır. İki grubun gerçekleştirdiği tasarımlar arasında göze çarpan bir başka farklılık ise Güneş saati etkinliğinde tasarlanan Güneş saatlerinde görülmüştür. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından tasarlanan Güneş saatlerinin kadrantları dikdörtgen ve daire şeklinde, Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan Güneş saatlerinin kadrantları ise yalnızca dikdörtgen şeklindedir. Bu durum Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin hem

verilen kriterlere dayalı olarak Güneş saatlerini tasarladıkları hem de farklı değişkenleri ürünlerine yansıtmak istedikleri şeklinde yorumlanabilir. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının Güneş saatlerinde karşılaşılan bir başka durum ise bazı tasarımlarda saat çizgileri için yapılan matematiksel hesaplamaların doğru olmamasıdır. Bu durum ilgili tasarımı gerçekleştiren Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının matematiksel beceri ve bütünsel düşünme gerektiren etkinliklerde zorlandıklarının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Dizayn ve işlevsellik teması için ise katılımcı gruplarının tasarımlarının büyük oranda benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Her iki çalışma grubu için de tasarlanan ürünlerin genel anlamda bu tema bağlamında ürünlerin en temel tasarım kriterleri olan çalışma, sağlamlık, düşük maliyet, güvenlik, kolay kullanım, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılma, kolay taşınma, kolay depolanma ve uzun raf ömrüne sahip olma niteliklerini taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak araştırma sonuçları bazı ürünler açısından farklı durumların ortaya çıktığını göstermiştir. Örneğin tasarlanan balon roketlerde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ürünlerinden bazılarının çalışma ve sağlamlık niteliklerini karşılamadığı görülmüştür. Bu durumun öğretmen adaylarının ürünün çalışmasında gerekli olan değişkenleri ürüne tam olarak yansıtamamalarından ve malzeme seçimlerini tasarıma uygun olarak yapamamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Özetle, STEM ilişkisi ve dizayn ve işlevsellik temalarında çalışma gruplarının ürünleri benzer niteliklere sahiptir. Betimleme teması için ise genel olarak Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ürünleri Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ürünlerinden daha niteliklidir.

Ürün değerlendirme formlarından elde edilen sonuçlar grup olarak ve bireysel olarak tasarlanan ürünlerin nitelikleri açısından da değerlendirilebilir. Örneğin, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından oluşan bir grup ve bir Bilim ve Sanat Merkezi öğrencisi teleskop tasarımı gerçekleştirmiştir. Bu iki tasarım STEM ilişkisi ve dizayn ve işlevsellik temaları için birbirine çok benzer niteliklere sahiptir. Ancak betimleme temasında elde edilen sonuçlar Fen Bilgisi Öğretmen adayları tarafından tasarlanan teleskobun kundak yüksekliği ve büyütme oranı açısından daha nitelikli olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda grup çalışmasına dayalı olarak oluşturulan ürünler daha niteliklidir. Bu durumun temelinde ürünlerin mühendislik tasarım döngüsüne dayalı olarak tasarlanması yatmaktadır. Çünkü mühendislik tasarım döngüsünde en önemli adımlardan birisi tasarım çözümlerine farklı bakış açıları ile yaklaşmaktır. Bu süreçte

grup üyeleri tarafından ortaya atılan farklı fikirler, sınırlılıklar ve kriterler çerçevesinde değerlendirilir ve en uygun çözüm seçilir (Haik ve Shahin, 2011).

Araştırma literatürü incelendiğinde, tasarım odaklı öğrenci ürünlerinin değerlendirilmesine yönelik araştırmaların sınırlı düzeyde yer aldığı görülmektedir (Brozis ve Świderski, 2018; Hathcock ve diğerleri, 2015; Karademir ve Oğuz Ünver, 2018). Brozis ve Świderski (2018) üniversite öğrencileri tarafından tasarlanan bir planetariumun niteliklerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar tasarımın dayanıklı, işlevsel ve basit ve ucuz malzemeleri içerecek şekilde tasarlandığını ve bir STEM ürünü olduğunu ifade etmişlerdir. Hathcock ve diğerleri (2015) ise sorgulama temelli bilim eğitimine dayalı STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin tasarladıkları ürünlere etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçları sorgulama temelli bilim eğitimine dayalı etkinlikler sonucunda oluşturulan ürünlerin yaratıcılık özelliği bağlamında daha nitelikli olduğunu ortaya koymuştur. Karademir ve Oğuz Ünver (2018) ise araştırmalarında ortaokul öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının sorgulama temelli bilim eğitimi kapsamında tasarladıkları termometrelerin niteliklerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçları, genel olarak ortaokul öğrencilerinin, öğretmen adaylarına göre daha yaratıcı ve nitelikli tasarımlar oluşturduklarını ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, mevcut araştırmada özellikle betimleme temasında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin iğne deliği kamera ve güneş saati tasarımları gibi tasarımlarının Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının tasarımlarından farklılaşması sonuçlarını destekler niteliktedir.

Mevcut araştırma sonuçlarının ulaşılan araştırma literatüründen farklılaşan sonuçları ise şu şekilde sıralanabilir: STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin uygulama sürecinde oluşturulan ürünler, bilimsel bilgi temelli olarak tasarlanmıştır. STEM eğitimi etkinlikleri sonucunda oluşturulan ürünler aslında etkinliğin niteliği hakkında da ipuçları vermektedir. Mühendislik tasarım sürecini içeren STEM eğitimi etkinlikleri, öğrencilerin birer mühendis gibi çalışarak döngüsel aşamaları içeren bir süreçte problemin çözümüne yönelik ürünler oluşturmasına dayanır. Bu durumda öne çıkan nokta, sınırlılıklar ve kısıtlamaları göz önünde bulundurarak en işlevsel ürünü oluşturmaktır. Uygulama sürecinde etkinlik ne kadar iyi işletilirse ortaya çıkan ürün de o kadar nitelikli olur. Bu bağlamda etkinlik değerlendirme formundan elde edilen sonuçlar ve ürün değerlendirme formlarından elde edilen sonuçlar çok büyük oranda

örtüşmektedir. Özetle, katılımcı grupları tarafından oluşturulan ürünler, bilimsel bilgi temelinde tasarlanan mühendislik tasarım sürecine dayalı STEM ürünleridir.

Ürün değerlendirme formlarından elde edilen sonuçların, mühendislik tasarımına dayalı STEM eğitimi etkinliklerinin değerlendirilmesi açısından araştırma literatürüne farklı bir bakış açısı sunacağı düşünülmektedir. Çünkü araştırma literatürü incelendiğinde STEM eğitimi ve ürün oluşturma ilişkisini vurgulayan birçok çalışmaya rastlanmaktadır (McDonald, 2016). Ancak elde edilen ürünlerin nasıl değerlendirileceğine dair oldukça sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. İlgili ürün değerlendirme formları, hem araştırmacılar hem de öğretmenler için STEM ürünlerinin değerlendirilebilmesi adına belirli kriterlere dayalı işlevsel ve pratik birer ölçme aracı niteliğindedir.

STEM eğitim kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin katılımcı ve etkinlik boyutlarında incelendiği araştırmadan elde edilen sonuçlar, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ve Fen Bilgisi Öğretmen adayları için bütüncül ve çok boyutlu bir değerlendirme ortaya koymuştur. Bu sonuçlar aynı zamanda Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okulların ve eğitim fakültelerinin STEM eğitimine ne kadar hazır olduklarının değerlendirilebilmesine yönelik ipuçları sunmaktadır. Bu bakış açısı ile tüm araştırma sonuçları bütünleştirildiğinde şu değerlendirmeler elde edilmiştir:

- Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri özelinde elde edilen sonuçlar, STEM eğitiminin STEM alanlarına yönelik farkındalık ve ilgi oluşturma, bilgi ve beceri kazandırma ve öğrencilerin kariyer tercihlerini bilinçli olarak yapmalarına destek olma niteliklerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda, STEM eğitimi Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda etkin şekilde uygulanabilir.
- Fen Bilgisi Öğretmen adayları özelinde elde edilen sonuçlar, STEM eğitiminin STEM alanlarına ve eğitimine yönelik farkındalık ve ilgi oluşturarak STEM eğitimi uygulamak için gerekli bilgi ve becerileri öğretmen adaylarına kazandırmada etkili olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda STEM eğitimi, eğitim fakültelerinin öğretmen yetiştirme programlarına uyarlanabilir niteliktedir.
- Bilimsel sorgulama ile desteklenen STEM eğitimi öğrencilerde alan bilgisi, STEM alanlarına yönelik tutum ve STEM alanlarına yönelik ilgi gelişimi üzerinde etkilidir ve kalıcılığı desteklemektedir.

- Gruplar arası karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlar, astronomiye yönelik ön test başarı karşılaştırması dışındaki tüm ön test, son test ve kalıcılık testi karşılaştırmalarında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin daha yüksek düzeyde astronomi başarısına, STEM alanlarına yönelik tutuma ve STEM alanlarına yönelik ilgiye sahip olduklarını ortaya koymuştur. Ayrıca, iki çalışma grubunun STEM yaklaşımları özellikle uygulama sonrasında benzerdir ve STEM'in doğasına daha yakındır. İki çalışma grubunun tasarımları için özellikle ürüne özgü temel niteliklerin değerlendirildiği betimleme teması bağlamında, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ürünlerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ürünlerinden daha nitelikli olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlar, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin uygulama sürecinde Fen Bilgisi Öğretmen adaylarından daha yüksek performans gösterdiklerini ortaya koymuştur.
- Araştırma kapsamında geliştirilen astronomi etkinlikleri STEM eğitiminin doğasına uygundur. Sınıf içi ve sınıf dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilebilecek bu etkinlikler, basit ve ucuz malzemeler kullanılarak oluşturulmuş öğretim materyalleri içermektedir. Bu bağlamda geliştirilen etkinlikler Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda ve eğitim fakültelerinde STEM eğitime geçiş sürecinde kullanılabilir.
- Araştırma sürecinde geliştirilen etkinlik ve ürün değerlendirme formları, STEM eğitimi etkinliklerinin ve STEM eğitimi sürecinde oluşturulan ürünlerin değerlendirilebilmesi için nesnel ve bilimsel anlayışa uygun işlevsel ve pratik bir değerlendirme yaklaşımı sunmaktadır.

Yukarıda bahsedilen değerlendirmeler pedagojik STEM eğitimi perspektifi ile Türkiye'de hem öğretmenler hem de akademisyenler arasında karşılaşılan iki temel bakış açısını içeren tartışmalara ışık tutacak niteliktedir. İlk bakış açısı STEM eğitiminin Türkiye'de uygulanamayacağına yöneliktir. Bir araştırmacı olarak, bu bakış açısını en yoğun olarak gözlemlediğim olay 2016 yılında Milli Eğitim Bakanlığı'nın STEM Eğitimi Raporunu yayınlaması ile bölgesel anlamda STEM eğitiminin öğretmenlere tanıtıldığı toplantıda yaşanmıştır. Toplantıda bulunan yüze yakın fen bilgisi ve matematik öğretmeni, fen bilgisi ve matematik öğretmenleri olarak birlikte çalışmalarının zor olduğu, STEM eğitiminin bir şeyler tasarlamak anlamına geldiği ve bu nedenle aslında STEM eğitiminin teknoloji ve tasarım öğretmenlerinin sorumluluğunda olması gerektiği değerlendirmelerinde bulunmuşlardır. Toplantıda fikir

birliğine varılan tek sonuç ise STEM eğitiminin Türkiye’de uygulanamayacağıdır. Bu durumun temel nedeni ise bu görüşe sahip olan eğitimcilerin STEM eğitimi hakkında bilgi ve farkındalıklarının yetersiz olmasıdır.

İkinci bakış açısı ise STEM eğitiminin Türkiye’de uygulanabileceği ve ülkenin sürdürülebilir kalkınma anlamında en önemli değişkeni olan nitelikli insan gücünü oluşturabilme potansiyeline sahip olmasıdır. Çünkü STEM eğitimi bilimsel sorgulamanın üst düzeyidir ve kesinlikle gereklidir. Ancak, STEM eğitiminin nitelikli bir şekilde Türkiye’de uygulanabilmesi için eğitimci, öğretim programı, öğretim materyalleri (ders kitapları, yardımcı kaynaklar ve etkinlikler gibi), öğrenme ortamı ve öğrenci boyutlarında hazır olunması gerekmektedir. Mevcut araştırma da bu düşüncüyü destekleyen kanıtlar ortaya koymuştur. Bu kanıtlar şu şekilde sıralanabilir: Katılımcı gruplarındaki gelişim öğrencilerin STEM eğitimi astronomi etkinlikleri ile deneyimlemelerinden kaynaklanmaktadır. Ancak bu gelişimin sağlanması zaman, uygulama ve temel donanımları gerektiren bir süreçtir. Öncelikle araştırmanın konusunu oluşturan etkinliklerinden ve bu etkinliklerin yer aldığı modüllerden başlamak gerekmektedir. Türk eğitim sisteminde okul veya sınıf denilince akla gelen ilk düşünce yazı tahtasının önünde bir öğretmen ve arka arkaya dizilmiş sıralarda oturan öğrencilerdir. Bu durum üniversite de dahil tüm eğitim kademelerinde aynıdır. İlk modül olan merak uyandırıcı etkinlikler modülünün asıl amacı öğrencileri sınıfın dışına çıkarmaktır. Bu nedenle bu modül çoğunlukla gökyüzü gözlemleri gibi sınıf dışı ve teknik geziler gibi okul dışı etkinlikleri içermektedir. Bilgi ve beceri kazandırmaktan önce ilgi oluşturmak bu modülün asıl felsefesidir. Çünkü merak ve keşif duygularının en yoğun olduğu dönemler erken çocukluk dönemlerdir ve bu dönemde bireyin çevresindeki her alışılmadık durum veya nesne bireyi heyecanlandırır, ilgisini çeker ve öğrenmeye teşvik eder. Ancak sınıf düzeyi ilerledikçe bilimin ve öğrenmenin temelini oluşturan bu duygular körelmeye başlar. Bu modül, öğrencilerde bu duyguları yeniden canlandırmak için düzenlenmiştir. İkinci modülün amacı öğrencilerin STEM becerilerini geliştirmek ve öğrencilere bir ürün oluşturmayı deneyimleyerek başarı konusunda özgüven kazandırmaktır. Bu modül en çok etkinlik içeren ve en uzun süren modüldür. Bu durumun nedeni öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları STEM eğitime aşinalık kazanmalarınıdır. Çünkü hangi yaklaşım veya teknik olursa olsun öğrenenlerde alışılmış öğrenme ön plandadır. Bireyler yeni bir öğrenme stili ile karşılaştığı zaman kendilerini rahat hissetmezler. Ancak zamanla bu stile alışabilirler. Bu nedenle bu

modül öğrencilerin yaşamlarına dokunan basit mühendislik problemlerinin çözümünde mühendislik tasarım sürecinin tekrarlı olarak kullanımı üzerinde kuruludur. Üçüncü modül ise karmaşık bir mühendislik probleminin bir ürün tasarımı ile çözümüne odaklanmaktadır. Bu modülde kullanılan mühendislik tasarım süreci ise ikinci modülde kullanılan mühendislik tasarım sürecinden daha kapsamlıdır. Bu iki modül arasındaki ardışık ilişki öğretim sürecinin en temel ilkelerinden olan basitten karmaşığa ilkesinin STEM eğitimine yansıtılmasıdır. Son modülde de öğrenciler tüm öğrenme süreçlerindeki ürünlerini geniş katılımlı bir bilim şenliğinde sunarak başarmanın ve üretmenin hazzını yaşamışlardır.

Bahsedilen bu modüllerin işlevsel şekilde ilerlemesini sağlayan ve etkinlikler arasında köprü kuran ise bir araç olarak bilimsel sorgulamadır. Tamamı bilimsel sorgulamaya dayalı etkinlikler, öğrencilerin değişkenler ile düşüncelerini ve elde edilen kanıtlar hakkında konuşmalarını temel almaktadır. Bu durum öğrencilerde “Bilimsel bir bilgisi kullanarak bir sorunu çözebilirim.” düşüncesi ile bilimsel bilgiye dayalı fikirlere yönelik özgüven aşılmasına ve bu tür güçlü fikirleri kullanarak öğrenmenin teşvik edilmesine yardımcı olmuştur. Birinci ve ikinci modülde öğrencilere aşılana bu düşünce, üçüncü modül olan araştırma ve tasarım projeleri modülüne doğrudan yansımıştır. Oluşturulan 17 grubun tamamı zorlayıcı görevler içeren projelerini çok sınırlı düzeyde rehberlik ile başarılı bir şekilde tamamlamışlardır. Bu modülde öğrenciler araştırma süreçlerini kendileri oluşturmuşlar, ürünlerini bilimsel bilgi temelinde tasarlamışlardır. Etkinliklerde bilimsel sorgulamanın bir başka işlevi ise öğrencilerin içerik ile etkileşimlerinin sürdürülebilir şekilde sağlanmasıdır. Bu süreçte birlikte kullanılan hands-on ve minds-on aktiviteler ön plana çıkmaktadır. Bu tür aktivitelere etkinliklerin içerisinde birlikte yer verilerek öğrencilerin hem bilişsel hem de psikomotor becerileri desteklenmiştir. Bu durum öğrencilerin astronomi bilgilerini öğrenmelerini, STEM becerilerini geliştirmelerini ve bilimsel bir etkinlikten keyif almalarını sağlamıştır.

Uygulama sürecinde önem verilen bir diğer nokta ise öğrenme ortamlarıdır. Araştırmanın temel yaklaşımlarından birisi, öğrenme ortamları bireylere öğrenmenin değerli olduğuna dair ilham vermelidir düşüncesidir. Bu bağlamda, Araştırma Laboratuvarları Merkezi ve Mulaj müzesi ve öğrenciler için özel olarak dizayn edilen bilim atölyesi ve fen bilimleri sınıfı, katılımcıların ilgi gelişimlerinde öneme sahiptir.

Bu ortamlar aynı zamanda katılımcıların STEM anlayışını etkinlikler ile deneyimlemelerini de desteklemiştir.

Etkinliklerin grup olarak gerçekleştirilmesi, uygulama sürecinde dikkat edilen bir başka önemli değişkendir. Bu durumun iki temel sebebi bulunmaktadır. İlk sebep akran öğretiminin öğrenmede oldukça etkili olmasıdır. İkinci sebep ise STEM eğitiminin farklı disiplinlerin entegrasyonunu içerdiği gibi farklı düşüncelerin entegrasyonunu da içermesidir. Özellikle, mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinlikler bu bakış açısı ile gerçekleştirilmiştir. Bu süreç birlikte çalışmanın ötesinde fikirleri paylaşma ve tartışma anlamına gelmektedir. Çünkü mühendislik tasarım sürecinde bireyler arasındaki tartışmalar, farklı fikirleri bütünleştirerek fikirleri daha anlamlı hale getirir. Bu süreçte kullanılan kanıt ve değişken temelli düşünceler bilimsel bilgilerin STEM eğitimi sürecinde kullanılarak öğrenilmesini sağlar. Ayrıca araştırma STEM eğitimi aracılığı ile astronomi eğitimi verilebileceğini de göstermiştir. Astronomi özellikle çocukların çok ilgi duydukları konuları içerir. Aynı zamanda astronomi konuları öğrenilmesi ve öğretilmesi zor konular arasında görülür. Bir öğretmene astronomi öğretmek denildiğinde aklına gelen ilk şey genellikle astronomi öğretmek için teleskop gerektiği, bu donanımın pahalı olduğu ve teleskop olmadığı için etkili bir şekilde astronomi eğitimi verilemeyeceğidir. Ancak mevcut çalışma basit malzemeler kullanarak hands-on ve minds-on aktiviteler çerçevesinde STEM becerilerinin ön planda tutulduğu uygulama süreci boyunca, astronomi ile ilgili pek çok işlevsel fikir, ürün ve projenin ortaya konulabileceğini göstermiştir. Sonuç olarak bu araştırma, sorgulamanın temel araçlarından yola çıkarak pek fazla donanım gerektirmeden STEM eğitiminin nasıl yapılabileceğini ortaya koymuştur.

Bunun yanında araştırma süreci ve araştırma sonuçlarında karşılaşılan ve Türkiye’de STEM eğitiminin önünde engeller olarak değerlendirilebilecek bazı durumlar da söz konusudur. Bu durumlar ise şu şekilde sıralanabilir: Türkiye’de ekonomik kalkınma temelinde en önemli değişken nitelikli insan gücünün yetiştirilmesidir. Bu bağlamda, 21. yüzyıl insan gücünün gereksinimlerini temel alan STEM eğitimi bu hedefe ulaşabilmek için kullanılacak en iyi yollardan birisidir. Bu da STEM eğitiminin Türk eğitim sistemine entegre edileceğinin/edilmesi gerektiğinin bir göstergesidir. Ancak Türkiye’de STEM eğitiminin anavatanı olan Amerika Birleşik Devletleri’ndeki gibi bir STEM eğitime geçiş zor görünmektedir. Çünkü Amerika Birleşik Devletleri alt yapı olarak STEM eğitime büyük oranda hazırdır. Bu ülkedeki temel uğraş STEM

eğitimine y3nelik anlayış geliştirmektir. T3rkiye ise hem alt yapı hem de anlayış anlamında yetersiz d3zeydedir. T3rkiye’de bu iki temel unsurun aynı anda inşa edilmesi gerekmektedir. Mevcut araştırma, STEM eğitimi için itici g3 olan bilimsel sorgulamayı temel alan bir yapı (Bkz. Şekil 2.1) ile STEM eğitiminde alt yapı ve anlayış unsurlarını aynada geliştirilmesine 3rnek oluşturabilecek niteliktedir.

Araştırma sonuçlarında g3z arđ edilmemesi gereken bir diğer nokta ise Bilim ve Sanat Merkezi 3đrencilerinin zihinsel faaliyetler açısından uygulama s3recinde daha iyi performans sergiledikleridir. Amerika Birleşik Devletleri 3zellikle K-12 d3zeyinde oluşturulan 3zel programlarla, STEM eğitiminde eşit fırsatları yakalayamamış veya eşit fırsatlara sahip ancak zihinsel açıdan 3st d3zey performans sergileyen 3zel yetenekli bireylerin belirlenmesine ve desteklenmesine odaklanmıştır (NRC, 2012). Bu bağlamda, “okul içinde okul” bakış açısı ile kapsayıcı STEM okulları (inclusive STEM focused schools) kurulmuştur. Bu t3r okulların yapısı, 3đrencilerin okulları içerisinde kendilerine g3re farklılaştırılmış STEM eğitimi almalarını, okullarına en yakın 3niversitelerde derslere katılmalarını ve projelerini 3retmelerini, ayrıca b3lgede bulunan araştırma ve geliştirme odaklı kurum ve kuruluşlarda çalışabilmelerini temel almaktadır (North, 2011). Bu t3r bir yapı, T3rkiye için de yararlı olabilecek 3zelliklere sahiptir.

Araştırmanın uygulama s3recinde ortaokula devam eden Bilim ve Sanat Merkezi 3đrencilerinin, Fen Bilgisi 3đretmen adaylarından daha y3ksek performans g3sterdikleri sonucu tesad3f değildir. Bu durum, STEM eğitiminde kritik 3neme sahip olan 3đretmenlerin yetersiz olduklarına işaret etmektedir. 3đretmen eğitimi çok boyutlu s3releri içermektedir. Hizmet 3ncesi ve hizmet içi 3đretmen eğitimleri bu bağlamda sorunun kaynağı olarak d3ř3n3lebilir. 3rneğin, birçok okul STEM at3lyeleri ve laboratuvarları kurmaktadır. Ancak bu noktada 3nemli olan bu at3lye ve laboratuvarlardaki 3đretmenlerin nitelikleridir. Bu durumda sorulması gereken soru burada STEM eğitimi veren 3đretmenler nasıl yetişmiştir? Hem devlet okullarında hem de 3zel okullarda 3đretmenlere y3nelik STEM eğitimleri, konferansları veya seminerleri d3zenlenmektedir. Ancak bu eğitimleri, kimlerin ve hangi yetkinliklerle verdikleri tartışmalıdır. Bir tıp seminerine bir cerrahın çağrılı konuşmacı olarak davet edildiğini d3ř3nelim. Bu cerrahın kendi alanında uzman olduğu aşıkardır. 3nk3 konuşmacı, yeni bir tekniği veya y3ntemi yerinde 3đrenmiř, tecr3be etmiş ve ustalaşmıştır. Eğer konuşmacının alanında uzmanlığı tartışmalı ise ilgili katılımcılar ciddi tepkiler g3sterirler. 3nk3 3nemli olan niteliktir. Peki eğitim tıp kadar 3nemli değil midir? Bu

bağlamda STEM eğitimi veren öğretmenlerin ve eğitimcilerin değerlendirilmesi, niteliğin artırılması anlamında oldukça önemlidir.

Ayrıca hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen yetiştirme sistemlerinin yenilenmesi ve organize edilmesi kilit öneme sahiptir. Bu bağlamda, en önemli değişken eğitimci boyutudur. STEM eğitime hızlı ve ani bir geçiş, STEM eğitimi bağlamında bilgi ve beceri anlamında yetersiz düzeyde bulunan eğitimcileri çaresizliğe itecektir. Bu da STEM eğitimin hedeflerine ulaşmasından ziyade eğitimin ve öğretimin niteliğinin düşmesine neden olacaktır. Bu durumda çok yüksek hedefler belirleyerek ileri düzey STEM eğitimi olarak tanımlanan yoğunlaştırılmış programlara geçilme çabası beraberinde hayal kırıklığını da getirecektir. Çünkü bu tip bir STEM eğitimi, hem öğrencide hem de eğitimcide çok ciddi bir STEM alan bilgisi alt yapısı gerektirir. Bu ikisinin niteliği STEM eğitime yön verir. Halen eğitim fakültelerinde öğrenim gören öğretmen adaylarının eksi fizik, kimya veya biyoloji netleri ile bu programlarda öğrenim gördükleri gerçeği ihmal edilmemelidir. Bu bağlamda, STEM eğitime bilimsel araştırmalardan elde edilen kanıtlara dayalı, eğitimcilerden başlanarak yavaş ve aşamalı bir geçişin çok daha sağlıklı sonuçlar doğuracağı unutulmamalıdır.

5.2. Öneriler

Bu alt bölümde araştırma sonuçları ve araştırmanın sınırlılıkları doğrultusunda geliştirilen önerilere yer verilmiştir. Geliştirilen bu öneriler, araştırmacılara yönelik öneriler ve eğitimcilere yönelik öneriler olmak üzere iki başlık altında sıralanmıştır.

5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Araştırma sonuçları ve araştırmanın sınırlılıkları doğrultusunda araştırmacılara yönelik geliştirilen öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- Araştırmada kullanılan etkinlikler merak uyandırıcı etkinlikler, cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlikler, araştırma ve tasarım projeleri ve bilim şenlikleri modüllerinde yer alan etkinlikler ile sınırlıdır. Astronomi konularını temel alan bu etkinlikler dışında farklı alanları temel alan STEM eğitimi etkinlikleri de geliştirilerek etkililikleri araştırılabilir.

- Araştırma, Fen Bilgisi Öğretmen adayları ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ile sınırlıdır. Bu bağlamda farklı çalışma grupları ile gerçekleştirilen araştırmaların literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Araştırma kapsamında geliştirilen etkinlik değerlendirme formu farklı STEM eğitimi etkinliklerinin değerlendirilmesi için kullanılabilir. Bu durum hem ilgili formun güvenilirliğine katkı sağlayacak hem de amaçlar doğrultusunda farklı etkinlik değerlendirme formlarının geliştirilmesine olanak tanıyacaktır. Ürün değerlendirme formları ise farklı STEM ürünlerinin değerlendirilmesi için rehber olacak niteliktedir. Bu bağlamda, bu forma benzer formların geliştirilerek kullanılması önerilmektedir.

5.2.2. Eğitimcilere Yönelik Öneriler

Araştırma sonuçları doğrultusunda eğitimcilere yönelik öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- STEM eğitimi bağlamında, eğitim fakültelerinin öğretmen yetiştirme programlarında bütünsel bir yaklaşım önerilmektedir. STEM eğitiminin bütüncül doğası buna uygundur. Bu yaklaşımda tüm derslerin birbirini destekleyici nitelikte ve öğretmen adaylarının STEM alan bilgisi ve STEM eğitimi bilgi ve becerilerinin geliştirilmesine odaklanılması gerektiği düşünülmektedir.
- Eğitim fakültelerinde STEM eğitime yönelik verilen derslerin ve Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okulların programlarının tutarlı olması önerilmektedir. Bu bağlamda, üniversitelerde ders veren öğretim üyelerinin de tutarlı ve amaç odaklı bir yaklaşımla derslerini yürütmeleri büyük önem taşımaktadır.
- Araştırma kapsamında geliştirilen etkinliklerin ve öğretim materyallerinin hem Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda hem de eğitim fakültelerinde kullanılması önerilmektedir. Ayrıca bu etkinliklerin uygulama sürecinde, ürün değerlendirme formlarının kullanılması da verilen STEM eğitiminin niteliğini arttıracaktır.
- Araştırma sonuçları, zihinsel yetkinlikleri bakımından özel yetenekli bireylerin STEM eğitime yatkın olduklarını ortaya koymuştur. İleri düzey STEM eğitiminin, bu özelliklere sahip bireyler için daha uygun olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda, özel yetenekli öğrencilere, ileri düzey STEM eğitimi ile zenginleştirilmiş öğrenme fırsatlarının sunulması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, D., Tertemiz, N., & Taşdemir, A. (2018). The Effects of STEM training on the academic achievement of 4th graders in science and mathematics and their views on STEM training. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(4), 505-513. Retrived from <https://www.iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/465>
- Aiken, L. R. (2000). *Psychological testing and assessment*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Ainley, J., Pratt, D., & Hansen, A. (2006). Connecting engagement and focus in pedagogic task design. *British Educational Research Journal*, 32(1), 23-38. doi:10.1080/01411920500401971
- Akaygun, S., & 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. doi:10.18404/ijemst.44833
- Akbaş, G., ve Korkmaz, L. (2007). Ölçek uyarlaması (Adaptasyon). *Türk Psikoloji Bülteni*, 13(40), 15-16. Erişim adresi <http://www.turkpsikolojidergisi.com/PDF/T/PB/40.pdf>
- Akbaş, E., ve Tortop, H. S. (2015). Üstün yetenekliler eğitiminde farklılaştırma: Temel kavramlar, modellerin karşılaştırılması ve öneriler. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 2(2), 31-44. doi:10.18200/JGEDC.2015214250
- Aktamış, H., ve Arıcı, V. A. (2013). Sanal gerçeklik programlarının astronomi konularının öğretiminde kullanılmasının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 58-72. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/160868>
- Albayrak, H., Yalçın, P., & Yalçın, S. A. (2017). To determine how the effect of station technique on students' achievement in astronomy subjects. *Journal of Human Sciences*, 14(4), 4561-4578. doi:10.14687/jhs.v14i4.5005
- Allum, N. (2011). What makes some people think astrology is scientific?. *Science Communication*, 33(3), 341-366. doi:10.1177/1075547010389819
- Alozie, N. M., Moje, E. B., & Krajcik, J. S. (2010). An analysis of the supports and constraints for scientific discussion in high school project-based science. *Science Education*, 94(3), 395-427. doi:10.1002/sce.20365
- American Association for Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans*. New York, NY: Oxford University Press.
- American Association for Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York, NY: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (2013). *Describing & measuring undergraduate STEM teaching practices*. Retrived from <http://ccliconference.org/files/2013/11/Measuring-STEM-Teaching-Practices.pdf>

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries*. Paris: OECD Publishing.
- Anderson, R. (2007). Being a mathematics learner: Four faces of identity. *The Mathematics Educator*, 17(1), 7-14. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ841557.pdf>
- Appleton, K. (2003). How do beginning primary school teachers cope with science? Toward an understanding of science teaching practice. *Journal for Research in Science Teaching*, 33(1), 1-25. doi:10.1023/a:1023666618800
- Army, T. T. (1998). *Explorations an introduction to astronomy* (2nd. ed.). Missouri, MO: McGraw-Hill.
- Artigue, M., Dillon, J., Harlen, W., & Léna, P. (2012). *Learning through inquiry*. Retrived from <http://www.fibonacci-project.eu/>
- Ary, D., Jacobs, L. C., Irvine, C. K. S., & Walker, D. (2018). *Introduction to research in education* (10th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.
- Aslan-Tutak, F., Akaygun, S., ve Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816. Erişim adresi <http://www.efdergi.hacettepe.edu.tr/upload/files/2165-published.pdf>
- Atkinson, R., & Mayo, M. (2010). *Refueling the US innovation economy: Fresh approaches to science, technology, engineering and mathematics (STEM) education*. Retrived from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1722822
- Auerbach, C., & Silverstein, L. B. (2003). *Qualitative data: An introduction to coding and analysis*. New York, NY: NYU Press.
- Awad, N., & Barak, M. (2018). Pre-service science teachers learn a science, technology, engineering and mathematics (STEM)-Oriented program: The case of sound, waves and communication systems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1431-1451. doi:10.29333/ejmste/83680
- Aydeniz, M., Çakmakcı, G., Cavaş, B., Özdemir, S., Akgündüz, D., Çorlu, M. S., ve Öner, T. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?*. İstanbul: Scala Basım Yayım.
- Aydın-Günbatar, S., Tarkın-Çelikkıran, A., Kutucu, E. S., & Ekiz-Kıran, B. (2018). The influence of a design-based elective STEM course on pre-service chemistry teachers' content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 954-972. doi:10.1039/c8rp00128f
- Ayverdi, L. (2018). *Özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde teknoloji, mühendislik ve matematiğin kullanımı: FETEMM yaklaşımı*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Balıkesir.
- Ball, C., Huang, K. T., Cotten, S. R., & Rikard, R. V. (2017). Pressurizing the STEM pipeline: An expectancy-value theory analysis of youths' STEM attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 26(4), 372-382. doi:10.1007/s10956-017-9685-1

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: Freeman.
- Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: Helping teachers meet the challenge*. London: Routledge.
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoğlu, C., & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19. doi:10.18404/ijemst.71338
- Barnea, N., & Dori, Y. J. (1999). High-school chemistry students' performance and gender differences in a computerized molecular modeling learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 8(4), 257-271. doi:10.1023/A:1009436509753
- Barrett, B. S., Moran, A. L., & Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: An interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1-7. doi:10.1186/2196-7822-1-6
- Barron, B. (2006). Interest and self-sustained learning as catalysts of development: A learning ecology perspective. *Human Development*, 49(4), 193-224. doi:10.1159/000094368
- Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: From Dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265-278. doi:10.1007/s10972-006-9008-5
- Basham, J. D., & Marino, M. T. (2013). Understanding STEM education and supporting students through universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 8-15. doi:10.1177/004005991304500401
- Baykul, Y. (1999). *İstatistik: Metodlar ve uygulamalar*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- 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 and Research*, 12(5/6), 23-37. Retrieved from <https://jstem.org/index.php/JSTEM/article/download/1509/1394>
- Beeth, M. E., & McNeal, B. (1999). *Co-Teaching science and mathematics methods courses*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443666.pdf>
- Bell, D., Morrison-Love, D., Wooff, D., & McLain, M. (2017). STEM education in the twenty-first century: learning at work-an exploration of design and technology teacher perceptions and practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 721-737. doi:10.1007/s10798-017-9414-3
- Bender, W. N. (2016). *20 Strategies for STEM instruction*. West Palm Beach, FL: Learning Sciences International.
- Bergstrom, Z., Sadler, P., & Sonnert, G. (2016). Evolution and persistence of students' astronomy career interests: A gender study. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 3(1), 77-92. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1103066.pdf>

- Bicer, A., Boedeker, P., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2015). The effects of STEM PBL on students' mathematical and scientific vocabulary knowledge. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 2(2), 69-75. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED573146.pdf>
- Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM narrative: 15 years in the making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 102-112. doi:10.14221/ajt.e.2015v40 n7.8
- Blaikie, N. (2003). *Analyzing quantitative data*. London: Sage Publications.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods* (5th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., ve Buluş Kırıkkaya, E. (2016). Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/222656>
- Bragow, D., Gragow, K. A., & Smith, E. (1995). Back to the future: Toward curriculum integration. *Middle School Journal*, 27(2), 39-46. doi:10.1080/00940771.1995.11496152
- Braund, M., & Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388. doi:10.1080/09500690500498419
- 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. doi:10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x
- Brody, L., & Stanley, J. (2005). Youths who reason exceptionally well mathematically and or verbally. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 20-37). Cambridge: Cambridge University Press.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9. Retrived from <https://eric.ed.gov/?id=EJ918930>
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2nd ed.). New York, NY: Guilford Publications.
- Brozis, M., & Świdorski, K. (2018). Students' planetarium. *Physics Education*, 53(3), 035029. doi:10.1088/1361-6552/aab0f8
- Brzozowy, M., Hołownicka, K., Bzdak, J., Tornese, P., Lupiañez-Villanueva, F., Vovk, N., ... & Bampasidis, G. (2017, March). *Making STEM education attractive for young people by presenting key scientific challenges and their impact on our life and career perspectives*. Paper presented at 11th annual International Technology, Education and Development Conference, Valencia.
- Burrows, A., Lockwood, M., Borowczak, M., Janak, E., & Barber, B. (2018). Integrated STEM: Focus on informal education and community collaboration through engineering. *Education Sciences*, 8(1), 4. doi:10.3390/educsci8010004
- Bush, G. W. (2001). *No child left behind*. Retrived from <https://eric.ed.gov/?id=ED447608>

- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (16. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35. Retrived from <https://eric.ed.gov/?id=EJ898909>
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding a framework for K-12 science education. *Science and Children*, 49(4), 10-16. Retrived from <https://eric.ed.gov/?id=EJ964065>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Californians Dedicated to Education Foundation. (2014). *Innovate: A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education*. Retrived from <https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovate.pdf>
- Campbell, D. T., & Russo, M. J. (2001). *Social measurement*. California, CA: Sage Publications.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2015). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Boston, MA: Ravenio Books.
- Can, A. (2013). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2008). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project-based learning. In S. R. M. Capraro & S. W. Slough (Eds.), *Project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (pp. 1-5). Rotterdam: Sense.
- Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). *STEM: Science, engineering, technology, and mathematics*. Washington, DC: Georgetown University Center for Education and the Workforce.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Science Education*, 67(2), 255-265. doi:10.1002/sce.3730670213
- Chemical Educational Foundation. (2018). *You be the chemist: Activity guides*. Retrived from <https://www.chemed.org/wp-content/uploads/AGIntroMaterialsK-4.pdf>
- Chute, E. (2009, February 10). STEM education is branching out: Focus shifts to making science, math accessible to more than just the brightest. *Pittsburgh Post-Gazette*. Retrived from <https://www.post-gazette.com/news/education/2009/02/10/STEM-education-is-branching-out/stories/200902100165>
- Clark, A. C. (2012). “Excellence” in STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 72(2), 33-36. Retrived from <https://www.iteea.org/Publications/Journals/TET/TETOctober2012.aspx>
- Clark, B. (2002). *Growing up gifted* (6th ed.). Columbus, OH: Merrill/Prentice Hall.
- Compton, W. D. (1988). *Where no man has gone before: A history of Apollo lunar exploration missions*. Washington, D.C: U.S. Government Printing Office.

- Condon, M., & Wichowsky, A. (2018). Developing citizen-scientists: Effects of an inquiry-based science curriculum on STEM and civic engagement. *The Elementary School Journal*, 119(2), 196-222. doi:10.1086/700316
- Corbett, K. S., & Coriell, J. M. (2014, June). *STEM explore, discover, apply - a middle school elective (curriculum exchange)*. Paper presented at 2014 ASEE Annual Conference & Exposition, Indiana.
- Corin, E. N., Jones, M. G., Andre, T., & Childers, G. M. (2017). Characteristics of lifelong science learners: An investigation of STEM hobbyists. *International Journal of Science Education, Part B*, 8(1), 53-75. doi:10.1080/21548455.2017.1387313
- Costa, M. C., Patricio, J. M., Carranca, J. A., & Farropo, B. (2018, June). *Augmented reality technologies to promote STEM learning*. Paper presented at 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, Spain.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226. doi:10.1111/ssm.12023
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). California, CA: Sage Publications.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 8(2), 281-306. doi:10.14527/pegegog.2018.012
- Çorlu, M. A., & Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29. doi:10.18404/ijemst.35021
- 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. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11693/13203>
- Çorlu, M. S., ve Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Hazari, Z. (2012). Out-of-school time science activities and their association with career interest in STEM. *International Journal of Science Education*, 2(1), 63-79. doi:10.1080/21548455.2011.629455
- Damar, A., Durmaz, C., ve Önder, İ. (2017). Ortaokul öğrencilerinin FeTeMM uygulamalarına yönelik tutumları ve bu uygulamalara ilişkin görüşleri. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 1(1), 47-65. Erişim adresi <http://dergi.park.gov.tr/jmse/issue/35452/415256>
- Delen, İ., ve Uzun, S. (2018). Matematik öğretmen adaylarının FeTeMM temelli tasarladıkları öğrenme ortamlarının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(3), 617-630. doi:10.16986/HUJE.2018037019

- Department of Education. (2000). *Before it's too late: A report to the nation from the national commission on mathematics and science teaching for the 21st century*. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED441705.pdf>
- DeVellis, R. F. (2017). *Scale development: Theory and applications* (4th ed.). California, CA: Sage Publications.
- DeWitt, J., Archer, L., & Osborne, J. (2014). Science-related aspirations across the primary-secondary divide: Evidence from two surveys in England. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1609-1629. doi:10.1080/09500693.2013.871659
- Disseminating Inquiry-Based Science and Mathematics Education in Europe. (2013). *Fibonacci presentation booklet*. Retrived from <http://www.fibonacci-project.eu/>
- Douglas, K. A., Moore, T. J., Johnston, A. C., & Merzdorf, H. E. (2018). Informed designers? Students' reflections on their engineering design process. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(4), 443-459. doi:10.18404/ijemst.440347
- Dugger, E. W. (2010, December). *Evolution of STEM in the United States*. Paper presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Australia.
- Duran, M., & Sendağ, S. (2012). A preliminary investigation into critical thinking skills of urban high school students: Role of an IT/STEM program. *Creative Education*, 3(2), 241-250. doi:10.4236/ce.2012.32038
- Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Dym, C. L., Little, P., Orwin, E. J., & Spjut, E. (2009). *Engineering design: A project-based introduction* (4th ed.). New York, NY: John Wiley & Sons.
- Eide, A., Jenison, R., Northup, L., & Mickelson, S. (2017). *Engineering fundamentals and problem solving* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Higher Education.
- Ember, C. R., & Ember, M. (2009). *Cross-cultural research methods* (2nd ed.). New York, NY: Altamira.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8. doi:10.1186/s40594-016-0036-1
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.
- Erdogan, N., Çorlu, M. S., & Capraro, R. M. (2013). Defining innovation literacy: Do robotics programs help students develop innovation literacy skills?. *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 1-9. Retrived from http://mts.iojes.net//userfiles/Article/IOJES_1076.pdf
- Erlandson, D. A., Harris, E. L., Skipper, B. L., & Allen, S. D. (1993). *Doing naturalistic inquiry: A guide to methods*. Newbury Park, CA: Sage Publishing.
- Ertas, A., & Jones, J. C. (1996). *The engineering design process* (2nd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

- Ertas, A., Maxwell, T., Rainey, V. P., & Tanik, M. M. (2003). Transformation of higher education: The transdisciplinary approach in engineering. *IEEE Transactions on Education*, 46(2), 289-295. doi:10.1109/TE.2002.808232
- Esler, W. K., & Esler, M. K. (2001). *Teaching elementary science: A full spectrum science instruction approach*. Belmont, CA: Wadsworth.
- European Commission. (2013). *Supporting teacher competence development for better learning outcomes*. Retrived from http://ec.europa.eu/assets/eac/education/policy/school/doc/teachercomp_en.pdf
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J., Townsend, L. W., & Collins, T. L. (2013, June). *Student attitudes toward STEM: The development of upper elementary school and middle/high school student surveys*. Paper presented at the 120th ASSE Annual Conference & Exposition, Atlanta.
- Field, A. (2000). *Discovering statistics using SPSS*. London: Sage Publications.
- Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). *Discovering statistics using R*. London: Sage Publications.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Frede, V. (2006). Pre-service elementary teacher's conceptions about astronomy. *Advances in Space Research*, 38(10), 2237-2246. doi:10.1016/j.asr.2006.02.017
- Freeman, K. E., Alston, S. T., & Winborne, D. G. (2008). Do learning communities enhance the quality of students' learning and motivation in STEM?. *Journal of Negro Education*, 77(3), 227-240. Retrived from <https://www.jstor.org/stable/pdf/25608689.pdf>
- Frykholm, J., & Glasson, G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: Pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105(3), 127-141. doi:10.1111/j.1949-8594.2005.tb18047.x
- Furner, J., & Kumar, D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 3(3), 185-189. doi:10.12973/ejmste/75397
- George, P. S., Stevenson, C., Thomason, J., & Beane, J. (1992). *The middle school and beyond*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Girgin, Ş. (2018). *Ethnographic case study of early STEM education: Investigating students' authentic learning experiences*, (Unpublished master's thesis). Yildiz Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences: Istanbul.
- Gonsoulin, W. B. (2001). *How do middle school students depict science and scientist*, (Unpublished doctoral dissertation). Mississippi State University, Curriculum and Instruction: Mississippi.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education*. Retrived from <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEM-Education-Primer.pdf>
- Göğüş, E. (2010). Bilim eğitiminde astronomi: Bugün ve gelecek. *Günce*, 41(1), 8-10.

- Gökbayrak, S., ve Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-40. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/267842>
- Göncü, Ö. (2013). *İlköğretim beşinci ve yedinci sınıf öğrencilerinin astronomi konularındaki kavram yanlışlarının tespiti*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Burdur.
- Guarino, C., & Stacy, B. (2012). *Review of gathering feedback for teaching*. Retrieved from <http://nepc.colorado.edu/thinktank/review-gathering-feedback>.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1982). Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. *Educational Communication and Technology Journal*, 30(4), 233-252. doi:10.1007/BF02765185
- Gutherie, J. T., Wigfield, A., & VonSecker, C. (2000). Effects of integrated instruction on motivation and strategy use in reading. *Journal of Educational Psychology*, 92(2), 331-341. doi:10.1037/0022-0663.92.2.331
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3447
- Güneş, G. (2010). *Öğretmen adaylarının temel astronomi konularında bilgi seviyeleri ile bilimin doğası ve astronomi öz yeterlilikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü: Adana.
- Haik, Y., & Şahin, T. (2011). *Engineering design process* (2nd ed.). Connecticut, CT: Cengage Learning.
- Haladyna, T. M. (2016). Item analysis for selected-response test items. In S. Lane, M. R. Raymond & T. M. Haladyna (Eds.), *Handbook of test development* (2nd ed., pp.392-410), New York, NY: Routledge.
- Han, S., Capraro, R., & 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(5), 1089-1113. doi:10.1007/s10763-014-9526-0
- Harlen, W. (2014). Helping children's development of inquiry skills. *Inquiry in Primary Science Education*, 1(1), 5-19. Retrieved from <http://prisci.net/IPSE/papers/3%20IPSE%20Volume%201%20No%201%20Wynne%20Harlen%20p%205%20-%202019.pdf>
- Harlen, W. (Ed.). (2015). *Working with big ideas of science education*. Trieste, Italy: Science Education Programme of IAP.
- Harlen, W., & Holroyd, C. (1997). Primary teachers' understanding of concepts of science: Impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19(1), 93-105. doi:10.1080/0950069970190107

- Harlen, W., & Lena, P. (Eds.). (2013). *The legacy of the fibonacci project to science and mathematics education: Disseminating inquiry-based science and mathematics education in europe A systemic approach for sustainable implementation and dissemination of inquiry pedagogy, tested in primary and secondary schools throughout Europe (2010-2013)*. Retrieved from https://www.fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/international/Fibonacci_Book.pdf
- Harrington, D. (2009). *Confirmatory factor analysis*. New York, NY: Oxford University Press.
- Harris, A. H., & Cox, M. F. (2003). Developing an observation system to capture instructional differences in engineering classrooms. *Journal of Engineering Education*, 92(4), 329-336. doi:10.1002/j.2168-9830.2003.tb00777.x
- Harris, R., Miske, S., & Attig, G. (2004). *Embracing diversity: Toolkit for creating inclusive learning-friendly environments*. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED496229>
- Hathcock, S. J., Dickerson, D. L., Eckhoff, A., & Katsioloudis, P. (2015). Scaffolding for creative product possibilities in a design-based STEM activity. *Research in Science Education*, 45(5), 727-748. doi:10.1007/s11165-014-9437-7
- Havice, W., Havice, P., Waugaman, C., & Walker, K. (2018). Evaluating the effectiveness of integrative STEM education: Teacher and administrator professional development. *Journal of Technology Education*, 29(2), 73-90. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1182375.pdf>
- Helt, C. A. (2008). *The role of IQ and gender in the social-emotional functioning of adolescents*, (Unpublished doctoral dissertation). University of Northern Colorado, School of Applied Psychology and Counselor Education: Colorado.
- Henderson, C., & Dancy, M. H. (2007). Barriers to the use of research-based instructional strategies: The influence of both individual and situational characteristics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3(2). doi:10.1103/physrevstper.3.020102
- Henry, M. A., Murray, K. S., & Phillips, K. A. (2007). *Meeting the challenge of STEM classroom observation in evaluating teacher development projects: A comparison of two widely used instruments*. St. Louis, MO: Henry Consulting.
- Hoffman, J. L., Fetrow, K. J., Broder, D. E., Murphy, S. M., Tinghitella, R., & Hart, Q. N. (2018, June). *Astronomy in Denver: Effects of a summer camp on girls' preconceived notions of careers in STEM*. Paper presented at American Astronomical Society Meeting, Denver.
- Holdren, J. P., Lander, E. S., & Varmus, H. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future*. Washington, DC: President's Council of Advisors on Science and Technology.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.

- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60. Retrived from <https://arrow.dit.ie/buschmanart/2/>
- Hossain, M., & Robinson, M. G. (2012). How to motivate US students to pursue STEM (science, technology, engineering and mathematics) careers. *US-China Education Review*, 2(4), 442-451. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED533548.pdf>
- Hristova, T. T. (2015). Innovative practices and technologies in educational projects of European Schoolnet and the project "Scientix". *Bulgarian Chemical Communications*, 47(special issue B), 505-508. Retrived from http://www.bcc.bas.bg/BCC_Volumes/Volume_47_Special_B_2015/
- Huff, T. E. (2017). *The rise of early modern science: Islam, China, and the West* (3rd ed.). New York, NY: Cambridge University Press.
- Hug, S., & Eyerman, S. (2018, June). *Instructional strategies in K-12 informal engineering education-deep case study approaches to educational research*. Paper presented at 2018 ASEE Annual Conference & Exposition, Utah.
- Hurley, M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School Science and Mathematics*, 101(5), 259-268. doi:10.1111/j.1949-8594.2001.tb18028.x
- International Astronomical Union. (2012). *Astronomy for development building from the IYA 2009 strategic plan 2010-2020 with 2012 update on implementation*. Retrived from https://www.iau.org/static/education/strategicplan_2010-2020.pdf
- Jolly, J. L. (2009). Historical perspectives: The national defense education act, current STEM initiative, and the gifted. *Gifted Child Today*, 32(2), 50-53. doi:10.4219/gct-2009-873
- Joyce, A., & Dzoga, M. (2011). *Science, technology, engineering and mathematics education: Overcoming challenges in Europe*. Brussels: European SchoolNet-Intel Educator Academy EMEA.
- Kallery, M. (2001). Early-years educators' attitudes to science and pseudo-science: The case of astronomy and astrology. *European Journal of Teacher Education*, 24(3), 329-342. doi:10.1080/02619760220128888
- Kampe, J. C. M., & Oppliger, D. E. (2012, June). *On the benefits of using the engineering design process to frame project-based outreach and to recruit secondary students to STEM Majors and STEM careers*. Paper presented at 119th ASEE Annual Conference and Exposition, Texas.
- Kanlı, E., & Özyaprak, M. (2015). STEM education for gifted and talented students in Turkey. *Journal of Gifted Education Research*, 3(2), 1-10. Retrived from http://uyad.beun.edu.tr/3DSTEM_Education_for_Gifted_and_Talented_S.pdf
- Kanpolat, Y. (2006). Bilim eğitimi. *Günce*, 34(4), 9-11.
- Kara, Y. (2018). Öğretmen yetiştirme anlayışındaki dönüşümler ve STEM öğretmeni eğitimi. Çepni, S. (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* içinde (2. baskı, s.605-625), Ankara: Pegem Akademi.

- Karademir, Y., ve Oğuz Ünver, A. (2018). Sıcaklık kavramının ölçümü üzerinden sorgulanması: Karşılaştırmalı bir araştırma. *İlköğretim Online*, 17(1), 156-186. Erişim adresi <http://ilkogretim-online.org.tr/index.php/io/article/view/2188>
- Karttunen, H., Kröger, P., Oja, H., Poutanen, M., & Donner, K. J. (2017). *Fundamental astronomy* (6th ed.). New York, NY: Springer.
- Kearney, C. (2016). *Efforts to increase students' interest in pursuing science, technology, engineering and mathematics studies and careers. National measures taken by 30 Countries - 2015 Report*. Brussels: European Schoolnet.
- Keçeci, G., Alan, B., ve Kırbağ Zengin, F. (2017). 5. Sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(özel sayı), 1-17. Erişim adresi <http://kefad.ahievran.edu.tr/Kefad/ArchiveIssues/Volume/c38556f2-d35b-e711-80ef-00224d68272d>
- Kehoe, J. (1995). Basic item analysis for multiple-choice tests. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 4(10), 1-3. Retrived from <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=4&n=10>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. doi:10.1186/s40594-016-0046-z
- Kelly, D. P. (2015). *STEM teacher efficacy in inverted classrooms*, (Unpublished master's thesis). North Carolina State University, Graduate Faculty: Carolina.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1044508.pdf>
- Kırbiyık, H. (2001). *Babillilerden günümüze kozmoloji*. Ankara: İmge Kitabevi.
- Kim, C., Kim, M. K., Lee, C., Spector, J. M., & DeMeester, K. (2013). Teacher beliefs and technology integration. *Teaching and Teacher Education*, 29(1), 76-85. doi:10.1016/j.tate.2012.08.005
- King, D., & English, L. D. (2016). Engineering design in the primary school: Applying STEM concepts to build an optical instrument. *International Journal of Science Education*, 38(18), 2762-2794. doi:10.1080/09500693.2016.126256
- King, K. P., & Wiseman, D. L. (2001). Comparing science efficacy beliefs of elementary education majors in integrated and non-integrated teacher education coursework. *Journal of Science Teacher Education*, 12(2), 143-153. doi:10.1023/A%3A1016681823643
- Kitchen, J. A., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2018). The impact of college- and university-run high school summer programs on students' end of high school STEM career aspirations. *Science Education*, 102(3), 529-547. doi:10.1002/sce.21332
- Klein, B. S. (2006). *Raising gifted kids: Everything you need to know to help your exceptional child thrive*. New York, NY: Amacom Books.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York, NY: Guildford Press.

- Knezek, G., Christensen, R., & Tyler-Wood, T. (2011). Contrasting perceptions of STEM content and careers. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 11(1), 92-117. Retrieved from <https://www.citejournal.org/publication/volume-11/issue-1-11/>
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1015828.pdf>
- Korkmaz, H., ve Kavak, G. (2010). İlköğretim öğrencilerinin bilime ve bilim insanına yönelik imajları. *İlköğretim Online*, 9(3), 1055-1079. Erişim adresi <http://dergi.park.gov.tr/ilkonline/issue/8594/106894>
- Korur, F. (2015). Exploring seventh-grade students' and pre-service science teachers' misconceptions in astronomical concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 1041-1060. doi:10.12973/Eurasia.2015.1373a
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action*. Retrieved from <https://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35/>
- Küçüközer, H., Bostan, A., ve Işıldak, R. S. (2010). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının bazı astronomi kavramlarına ilişkin fikirlerine öğretimin etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 105-124. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/188057>
- Lai, C. (2018). Using inquiry-based strategies for enhancing students' STEM education learning. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 4(1), 110-117. doi:10.21891/jeseh.389740
- Lamb, R., Akmal, T., & Petrie, K. (2015). Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 410-437. doi:10.1002/tea.21200
- Lamberg, T., & Trzynadlowski, N. (2015). How STEM academy teachers conceptualize and implement STEM education. *Journal of Research in STEM Education*, 1(1), 45-58. Retrieved from http://j-stem.net/wp-content/uploads/2015/10/4_Lamberg.pdf
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147. Retrieved from <https://ijemst.net/index.php/ijemst/article/viewFile/19/19>
- Leedy, P. D., & Ormrod, J. E. (2005). *Practical research: Planning and design* (8th ed.). New Jersey, NJ: Pearson Education International.
- Lodico, M. G., Spaulding, D. T., & Voegtle, K. H. (2010). *Methods in educational research: From theory to practice* (2nd ed.). California, CA: John Wiley & Sons.
- Ma, X., & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence*, 27(2), 165-179. doi:10.1016/j.adolescence.2003.11.003

- MacFarlene, B. (2016). Instructure of comprehensive STEM programming for advanced learners. In B. MacFarlene (Ed.), *STEM education for high-ability learners: Designing and implementing programming*, (pp. 139-155). Waco, TX: Prufrock Press.
- Maltby, F. (1984). *Gifted children teachers in the primary school*. London: Falmer Press.
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685. doi:10.1080/09500690902792385
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among US students. *Science Education*, 95(5), 877-907. doi:10.1002/sce.20441
- Manning, S. (2006). Recognizing gifted students: A practical guide for teachers. *Kappa Delta Pi Record*, 42(2), 64-68. doi:10.1080/00228958.2006.10516435
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons: International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: Final report*. Melbourne, Vic: Australian Council of Learned Academies.
- Marshall, C., & Rossman, G. (2006). *Designing qualitative research* (4th ed.). California, CA: Sage Publications.
- Martin, R., Sexton, C., Franklin, T., & Gerlovich, J. (2014). *Teaching science for all children an inquiry approach* (5th ed.). Boston, MA: Pearson Publishing.
- Marulcu, İ., ve Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/akufemubid/issue/1593/19804>
- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1131146.pdf>
- McGrew, J. H., & McFall, R. M. (1990). A scientific inquiry into the validity of astrology. *Journal of Scientific Exploration*, 4(1), 75-83. Retrived from http://www.scientificexploration.org/docs/4/jse_04_1_mcgrew.pdf
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136. doi:10.30707/JSTE48.2Mentzer
- Merriam, S. (2009). *Qualitative research: A guide to implementation and design* (3rd ed.). California, CA: John Wiley & Sons.
- Metin, N. (1999). *Üstün yetenekli çocuklar*. Ankara: Öz Aşama Matbaacılık.
- Meyers, L. S., Gamst, G., & Guarino, A. J. (2006). *Applied multivariate research: Design and implication*. California, CA: Sage Publications.

- Michaels, S., Shouse, A. W., & Schweingruber, H. A. (2007). *Ready, set, SCIENCE!: Putting research to work in K-8 science classrooms*. Washington, DC: National Academies Press.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publishing.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Özel yetenekli bireyler strateji ve uygulama planı 2013 - 2017*. Erişim adresi <https://abdigm.meb.gov.tr/projeler/ois/005.pdf>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2015). *Milli Eğitim Bakanlığı 2015-2019 stratejik planı*. Erişim adresi http://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2015_09/10052958_10.09.2015_sp17.15imzasz.pdf
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016a). *STEM eğitimi raporu*. Erişim adresi http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016b). *Milli eğitim bakanlığı bilim ve sanat merkezleri yönergesi*. Erişim adresi https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2016_10/07031350_bilsem_yonergesi.pdf
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016c). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri*. Erişim adresi <https://oygm.meb.gov.tr/www/ogretmenlik-meslegi-genel-yeterlikleri/icerik/486>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *2017-2018 Bilim ve sanat merkezleri öğrenci tanılama kılavuzu*. Erişim adresi https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_10/28150742_2017-2018_bilsem_tanilama_kilavuzu.pdf
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Scientix projesi: Proje tanımı*. Erişim adresi <http://scientix.meb.gov.tr/>
- Minstrell, J. (2000). Implications for teaching and learning inquiry: A summary. In J. Minstrell & E. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 471-496). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Mitton, J. (2008). *Cambridge illustrated dictionary of astronomy*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Modi, K., Schoenberg, J., & Salmond, K. (2012). *Generation STEM: What girls say about science, technology, engineering, and math. A Report from the Girl Scout Research Institute*. New York, NY: Girl Scouts of the USA.
- Mohr-Schroeder, M. J., Cavalcanti, M., & Blyman, K. (2015). *STEM education: Understanding the changing landscape A practice-based model of STEM teaching*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Mohr-Schroeder, M. J., Jackson, C., Miller, M., Walcott, B., Little, D. L., Speler, L., ... Schroeder, D. C. (2014). Developing middle school students' interests in STEM via summer learning experiences: See blue STEM camp. *School Science and Mathematics, 114*(6), 291-301. doi:10.1111/ssm.12079
- 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), 5-10. Retrived from <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1917/1581>

- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- Morse, J. M. (2016). *Mixed method design: Principles and procedures*. New York, NY: Routledge.
- Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi. (2018). *Neden Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi?* Erişim adresi <http://aday.mu.edu.tr/>
- Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilim Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi. (2018). *Bilim eğitimi uygulama ve araştırma merkezi*. Erişim adresi <http://www.mubem.mu.edu.tr/>
- Mullet, D. R., Kettler, T., & Sabatini, A. (2018). Gifted students' conceptions of their high school STEM education. *Journal for the Education of the Gifted*, 41(1), 60-92. doi:10.1177/0162353217745156
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (2013). *TIMSS 2015 assessment frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016a). *TIMSS 2015 international results in mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016b). *TIMSS 2015 international results in science*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Myers III, R. E., & Fouts, J. T. (1992). A cluster analysis of high school science classroom environments and attitude toward science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(9), 929-937. doi:10.1002/tea.3660290904
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168. doi:10.1080/00220671.2012.667014
- National Academy of Engineering, & National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, & Institute of Medicine. (2007). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Aeronautics and Space Administration. (2011). *Beginning engineering, science and technology educator guides*. Retrieved from <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/BEST.html>
- National Association for Gifted Children. (2010). *Redefining giftedness for a new century: Shifting the paradigm*. Retrieved from <https://www.nagc.org/sites/default/files/Position%20Statement/Redefining%20Giftedness%20for%20a%20New%20Century.pdf>

- National Commission on Excellence in Education. (1983). A nation at risk: The imperative for educational reform: A report to the nation and the secretary of education. *The Elementary School Journal*, 84(2), 112-130. Retrived from <https://www.jstor.org/stable/pdf/100>
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2000a). *Inquiry and the national standarts: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2000b). *How people learn: Brain, mind, experience, and school: Expanded edition*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2001). *Astronomy and astrophysics in the new millennium*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academic Press.
- National Science Board. (2008). *Science and engineering indicators 2008*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- National Science Teachers Association. (2018). *Transitioning from scientific inquiry to three-dimensional teaching and learning*. Retrived from http://static.nsta.org/pdfs/PositionStatement_ThreeDimensionalTeachingAndLearning.pdf
- Neihart, M. (2006). Services that meet social and emotional needs of gifted children. In J. H. Purcell & R. D. Eckert (Eds.), *Designing services and programs for high ability learners: A guidebook for gifted education* (pp. 112-124). California, CA: Corwin Press.
- Networking Primary Science Educators as a means to provide Training and Professional Development in Inquiry Based Learning. (2014). *Project summary of pri-sci-net*. Retrived from <http://prisci.net/project/summary>
- North, C. (2011). *Designing STEM pathways through early college: Ohio's Metro Early College*. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED523098.pdf>
- Oğuz Ünver, A. (2015). Bilimin doğası ve bilimsel sorgulama ilişkisi. Yenice, N. (Ed.), *Bilimin doğası, gelişimi ve öğretimi içinde* (s. 218-255), Ankara: Anı Yayıncılık.
- Oğuz Ünver, A., Şenler, B., Okulu, H. Z., ve Arabacıoğlu, S. (2016, Mayıs). *Sorgulama temelli bilim uygulamaları: Simple Complex Science (Yalın Karmaşık Bilim)*. 15. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumunda sunulmuştur, Muğla.
- Okulu, H. Z. (2012). *Geliştirilen astronomi etkinliklerinin fen ve teknoloji öğretmen adaylarının astronomi bilgi ve tutum düzeylerine etkisi: Muğla örneği*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Muğla.

- Olivarez, N. (2012). *The impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south Texas middle school*, (Unpublished doctoral dissertation). Texas A&M University, Graduate School of Educational Leadership: Texas.
- Olszewski-Kubilius, P. (2010). Special schools and other options for gifted STEM students. *Roeper Review*, 32(1), 61-70. doi:10.1080/02783190903386892
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). *PISA 2015 results in focus*. Retrived from <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>
- 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. doi:10.1080/0950069032000032199
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi. (2018). *2018 YKS değerlendirme raporu*. Erişim adresi https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2018/YKS/ondeg_yks_rapor_31072018.pdf
- Özçelik, A., ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/Özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/411496>
- Padalkar, S. (2010). *Spatial cognition and visualization in elementary astronomy education*, (Unpublished doctoral dissertation). Homi Bhabha Center for Science Education, Tata Institute of Fundamental Research: Mumbai.
- Padalkar, S., & Ramadas, J. (2011). Designed and spontaneous gestures in elementary astronomy education. *International Journal of Science Education*, 33(12), 1703-1739. doi:10.1080/09500693.2010.520348
- Pallant, J. (2010). *SPSS survival manual* (4th ed.). New York, NY: Open University Press.
- Panchenko, D. (1994). Thales's prediction of a solar eclipse. *Journal for the History of Astronomy*, 25(4), 275-288. doi:10.1177/002182869402500402
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). *P21 framework definitions*. Retrived from http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf
- Pasachoff, J., & Percy, J. (Eds.). (2005). *Teaching and learning astronomy: Effective strategies for educators worldwide*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research and methods: Integrating theory and practice* (6th ed.). London: Sage Publications.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Percy, J. R. (1998). Astronomy education: An international perspective. *Astrophysics and Space Science*, 258(1), 347-355. doi:10.1017/S025292110011468X
- Percy, J. R. (2006). Teaching astronomy? Why and how?. *Journal of the American Association of Variable Star Observers*, 35(1), 248-254. Retrived from <http://adsabs.harvard.edu/full/2006JAVSO..35..248P>

- Peters, J. M., & Stout, D. L. (2006). *Methods for teaching elementary school science* (5th ed.). Ohio, OH: Pearson Publishing.
- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Blust, R. P., Beach, R., & Franco, S. (2013). Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4), 28-35. Retrieved from https://ecommons.udayton.edu/mee_fac_pub/193
- Pituch, K. A., & Stevens, P. S. (2015). *Applied multivariate statistics for the social sciences analyses with SAS and IBM's SPSS* (6th ed.). New York, NY: Routledge.
- Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in Science Education*, 50(1), 1-45. doi:10.1080/03057267.2013.869039
- Putnam, L. L., & Wilson, C. E. (1982). Communicative strategies in organizational conflicts: Reliability and validity of a measurement scale. *Annals of the International Communication Association*, 6(1), 629-652. doi:10.1080/23808985.1982.11678515
- Raizen, S. A. (1991). The Reform of science education in the U.S.A. Déjà Vu or De Novo?. *Studies in Science Education*, 19(1), 1-41. doi:10.1080/03057269108559991
- Ramig, J. E., Bailer, J., & Ramsey, M. J. (1995). *Teaching science process skills*. California, CA: Good Apple.
- Renzulli, J. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *The Phi Delta Kappan*, 60(3), 180-261. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/20299281>
- Ricks, M. M. (2006). *A study of an impact of an informal science education program on middle school students' science knowledge, science attitude, STEM high school and college course selections, and career decision*, (Unpublished doctoral dissertation). The University of Texas, Faculty of the Graduate School: Arizona.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 71(2), 1-5. Retrieved from <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86478&v=5409fe8e>
- Roberts, J. L. (2011). Talent development in STEM disciplines: Developing talent that leads to innovation. *NCSSMST Journal*, 16(2), 10-11. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ946189.pdf>
- Robinson, A., & Clinkenbeard, P. R. (2008). History of giftedness: Perspectives from the past presage modern scholarship. In S. I. Pfeiffer (Ed.), *Handbook of giftedness in children: Psychoeducational theory, research and best practices* (pp. 13-31). New York, NY: Springer.
- Robinson, A., Shore, B. M., & Enersen, D. L. (2007). *Best practices in gifted education: An evidence-based guide*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Robinson, J. A. (1998). Engineering thinking and rhetoric. *Journal of Engineering Education*, 87(3), 227-229. doi:10.1002/j.2168-9830.1998.tb00347.x

- Roeder, J. L. (2005). What we learned from the oil crisis of 1973: A 30-year retrospective. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25(2), 166-169. doi:10.1177/0270467604274085
- 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. doi:10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x
- Rosholt, R. L. (1966). *An administrative history of NASA, 1958-1963*. Washington, D.C: U.S. Government Printing Office.
- Rudolph, J. L. (2005). Inquiry, instrumentalism, and the public understanding of science. *Science Education*, 89(5), 803-821. doi:10.1002/sce.20071
- Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1991). *Science for all Americans*. New York, NY: Oxford University Press.
- Saad, M. E. (2014). *Progressing science, technology, engineering, and math (STEM) education in North Dakota with near-space ballooning*, (Unpublished master's thesis). The University of North Dakota, Graduate Faculty: North Dakota.
- Sadik, M. (2018). *Exploring the development of teacher understanding and use of inquiry-based instruction in Canadian and world studies*, (Unpublished master's thesis). University of Toronto, Ontario Institute for Studies in Education: Toronto.
- Sagan, C. (1995). Wonder and skepticism. *Skeptical Inquirer*, 9(1), 24-30. Retrived from https://www.csicop.org/si/show/wonder_and_skepticism
- Saginer, N. (2008). *Diagnostic classroom observation: Moving beyond best practice*. Thousands Oaks, CA: Sage Publishing.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26. Retrived from <https://eric.ed.gov/?id=EJ821633>
- Sandri, M., Bardelli, S., de Blasi, A., Nicastro, L., Ricciardi, S., & Zucca, E. (2018, March). *Learning astrophysics using STEM educational approach: Coding and hands-on activities at INAF OAS Bologna*. Paper presented at New Perspectives in Science Education, Italy.
- Saranlı, A. G., ve Metin, N. (2012). Üstün yetenekli çocuklarda gözlenen sosyal-duygusal sorunlar. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 45(1), 139-163. Erişim adresi <http://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarin dex-14 23869869.pdf>
- Schiever, S. W., & Maker, C. J. (2003). New directions in enrichment and acceleration. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (3rd ed.), (pp. 163-173). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Schnittka, C., & Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887. doi:10.1080/09500693.2010.529177
- Schoon, K. J., & Boone, W. J. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education*, 82(5), 553-568. doi:10.1002/(sici)1098-237x(199809)82:5<553::aid-sce2>3.0.co;2-8

- Scimeca, S., Dumitru, P., Durando, M., Gilleran, A., Joyce, A., & Vuorikari, R. (2009). European schoolnet: Enabling school networking. *European Journal of Education, 44*(4), 475-492. doi:10.1111/j.1465-3435.2009.01407.x
- Semb, G. B., & Ellis, J. A. (1994). Knowledge taught in school: What is remembered? *Review of Educational Research, 64*(2), 253-286. Retrived from <https://www.jstor.org/stable/pdf/1170695.pdf?refreqid=excelsior%3Aca25f4b4148fc9180d68e26354c89c01>
- SETI Institute. (2018). *About us: Missions*. Retrived from <https://www.seti.org/about-us/mission>
- Shah, A. M., Wylie, C., Gitomer, D., & Noam, G. (2018). Improving STEM program quality in out-of-school-time: Tool development and validation. *Science Education, 102*(2), 238-259. doi:10.1002/sce.21327
- Sharma, J., & Yarlagadda, P. K. (2018). Perspectives of 'STEM education and policies' for the development of a skilled workforce in Australia and India. *International Journal of Science Education, 40*(16), 1999-2022. doi:10.1080/09500693.2018.1517239
- Shavelson, R. J., & Towne, L. (2002). *Scientific research in education*. Washington, DC: National Academy Press.
- Sheffield, R. S., Koul, R., Blackley, S., Fitriani, E., Rahmawatiunj, Y., & Resek, D. (2018). Transnational examination of STEM education. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education, 26*(8), 67-80. Retrived from <https://openjournals.library.sydney.edu.au/index.php/CAL/article/view/13174>
- Shu, F.H. (1982). *The physical universe an introduction to astronomy*. California, CA: University Science Books.
- Siegel, E. (2015). *Beyond the galaxy: How humanity looked beyond our milky way and discovered the entire universe*. Singapore: World Scientific.
- Smedsrud, J. (2018). Mathematically gifted accelerated students participating in an ability group: A Qualitative interview study. *Frontiers in Psychology, 9*. doi:10.3389/fpsyg.2018.01359
- Smith, A., Molinaro, M., Lee, A., & Guzman-Alvarez, A. (2014). Thinking with data. *The Science Teacher, 81*(8), 58-63. Retrived from <https://search.proquest.com/openview/be4be08bc21ccfb2261ffa5b04a471a0/1?pqorigsite=gscholar&cbl=40590>
- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. J. (2000). *The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers*. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf>
- Sorge, C. (2007). What happens? Relationship of age and gender with science attitudes from elementary to middle school. *Science Educator, 16*(2), 33-37. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ783419.pdf>
- Stains, M., & Vickrey, T. (2017). Fidelity of implementation: An Overlooked yet critical construct to establish effectiveness of evidence-based instructional practices. *CBE-Life Sciences Education, 16*(1), 1-11. doi:10.1187/cbe.16-03-0113

- Sternberg, R. J. (2003). *Wisdom, intelligence and creativity synthesized*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Stevenson, H. J. (2014). Myths and motives behind STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education and the STEM-Worker shortage narrative. *Issues in Teacher Education*, 23(1), 133-146. Retrived from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1045838>
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28-34. doi:10.5703/1288284314653
- Strauss, A., & Corbin, J. (2015). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (4th ed.). Newbury Park, CA: Sage Publishing.
- Strip, C. A., & Hirsch, G. (2000). *Helping gifted children soar: A practical guide for parents and teachers*. City of Scottsdale, AZ: Great Potential Press.
- Subotnik, R. F., Edmiston, A. M., & Rayhack, K. M. (2007). Developing national policies in STEM talent development: Obstacles and opportunities. In P. Csermely, K. Korlevic & K. Sulyok (Eds.), *Science education: Models and networking of student research training under 21* (pp. 28-38). Balatonfüred: IOS Press.
- Sugarman, H., Impey, C., Buxner, S., & Antonellis, J. (2011). Astrology beliefs among undergraduate students. *Astronomy Education Review*, 10(1), 1-9. doi:10.3847/AER2010040
- Surr, W., Loney, E., Goldston, C., Rasmussen, J., & Anderson, K. (2016). *What ever happened to scientific inquiry?*. Chicago, IL: American Institutes for Research.
- Şatgeldi, A. N. (2017). *Development of an instrument for science teachers' perceived readiness in STEM education*, (Unpublished master's thesis). Middle East Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences: Ankara.
- Şimşek, Ö. F. (2007). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş, temel ilkeler ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Şirin, S. R. (2014). STEM becerilerinde dünyada neredeyiz?. *Görüş*, 85, 19-25.
- Taasobshirazi, G., & Carr, M. (2008). A review and critique of context-based physics instruction and assessment. *Educational Research Review*, 3(2), 155-167. doi:10.1016/j.edurev.2008.01.002
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate analysis* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2017). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.

- Taşcan, M. (2013). *Fen bilgisi öğretmenlerinin temel astronomi konularındaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi (Malatya ili örneği)*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Malatya.
- Tayal, S. P. (2013). Engineering design process. *International Journal of Computer Science and Communication Engineering*, 18(2), 1-5. Retrived from <http://ijcsce.in/wp-content/uploads/2013/06/IJCSCEI040113.pdf>
- The National Research Center on the Gifted and Talented. (2013). *STEM high schools and implications for practice*. Retrived from https://nrcgt.uconn.edu/wp-content/uploads/sites/953/2015/04/STEM_eBook.pdf
- The Partnerships in Education and Resilience. (2014). *An introductory guide to the dimensions of success (DoS) observation tool*. Retrived from https://docs.wixstatic.com/ugd/e45463_b5c5e9d4bdb943c7be51bf1dc838095f.pdf
- Thomasian, J. (2011). *Building a science, technology, engineering, and math education agenda: An update of state actions*. New York, NY: NGA Center for Best Practices.
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Tippett, C. D., & Milford, T. M. (2017). Findings from a pre-kindergarten classroom: Making the case for STEM in early childhood education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 67-86. doi:10.1007/s10763-017-9812-8
- Tolliver, E. R. (2016). *The effects of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on elementary student achievement in urban schools*, (Unpublished doctoral dissertation). Grand Canyon University, The College of Doctoral Studies: Arizona.
- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395. doi:10.29333/ejmste/83676
- Torres-Crespo, M. N., Kraatz, E., & Pallansch, L. (2014). From fearing STEM to playing with it: The natural integration of STEM into the preschool classroom. *SRATE Journal*, 23(2), 8-16. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1044758.pdf>
- Tretter, T., & McFadden, J. (2018). People as particles: Modeling structure and properties of matter with fifth graders. *Science and Children*, 56(4), 67-73. Retrived from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=132741066&lang=tr&site=eds-live>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Trumper, R. (2001). A cross-college age study of science and nonscience students' conceptions of basic astronomy concepts in preservice training for high-school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 189-195. doi:10.1023/A:1009477316035

- Trumper, R. (2006). Teaching future teachers basic astronomy concepts - Sun-Earth-Moon relative movements - at a time of reform in science education. *Research in Science and Technological Education*, 24(1), 85-109. doi:10.1080/02635140500485407
- Tschannen-Moran, M., Hoy, A. W., & Hoy, W. K. (1998). Teacher efficacy: Its meaning and measure. *Review of Educational Research*, 68(2), 202-248. doi:10.2307/1170754
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102. doi:10.1007/s10798-011-9160-x
- Tuckman, B. W., & Harper, B. E. (2012). *Conducting educational research* (6th ed.). Plymouth: Rowman & Littlefield Publishing.
- Tunca, Z. (2002, Eylül). *Türkiye’de ilk ve orta öğretimde astronomi eğitim öğretiminin dünü, bugünü*. V. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuştur, Ankara.
- Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği. (2014). *STEM alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*. İstanbul: SİS Matbaacılık.
- Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği. (2017). *2023’e doğru Türkiye’de STEM gereksinimi*. Erişim adresi <https://www.tusiadstem.org/images/raporlar/2017/STEM-Raporu-V7.pdf>
- Türk, C. (2010). *İlköğretim temel astronomi kavramlarının öğretimi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Samsun.
- Türkiye Bilimler Akademisi. (2018). *4 nolu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi*. Erişim adresi <http://www.tuba.gov.tr/tr/kurumsal/mevzuat/kanunlar>
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu. (2010). *2011-2016 Bilim ve teknoloji insan kaynağı stratejisi ve eylem planı*. Erişim adresi https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files//BTYPD/strateji_belgeleri/BT_IK_STRATEJI_BELGESI_2011_2016.pdf
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu. (2012). *Türkiye bilimsel ve teknolojik araştırma kurumu kurulması hakkında kanun*. Erişim adresi http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/mevzuat/yonetmelik/KANUN_278_temmuz-2012.pdf
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu. (2016). *Öğretmenler için 4006 - TÜBİTAK bilim fuarları kılavuzu*. Erişim adresi http://tubitak.gov.tr/sites/default/files/Ogretmenler_icin_4006-TUBITAK_Bilim_Fuarlari_Kilavuzlari.pdf
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu. (2018). *4004 doğa eğitimi ve bilim okulları 2018/2 Çağrısı desteklenmesine karar verilen projeler*. Erişim adresi https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/303/4004_doga_egitimi_ve_bilim_okullari_desteklenen_projeler_2018-2.pdf

- Türkoğlu, O., Örnek, F., Gökdere, M., Süleymanoğlu, N., & Orbay, M. (2009). On pre-service science teachers preexisting knowledge levels about basic astronomy concepts. *International Journal of Physical Sciences*, 4(11), 734-739. Retrived from <https://academicjournals.org/journal/IJPS/article-full-text-pdf/024B7C319890>
- Tyler-Wood, T., Knezek, G., & Christensen, R. (2010). Instruments for assessing interest in STEM content and careers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 18(2), 345-368. Retrived from <http://www.learntechlib.org/p/32311>
- United States Department of Education. (1993). *National excellence: A case for developing America's talent*. Retrieved from <http://nagc.org.442elmp01.blackmesh.com/sites/default/files/key%20reports/National%20Excellence%20%281993%29.pdf>
- Ülger, B. B, ve Çepni, S. (2018). Üstün yeteneklilerde STEM eğitimi. Çepni, S. (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* içinde (2. baskı, s.485-520), Ankara: Pegem Akademi.
- Ünal, S., Çoştu, B., ve Karataş, F. Ö. (2004). Türkiye’de fen bilimleri eğitimi alanındaki program geliştirme çalışmalarına genel bir bakış. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 183-202. Erişim adresi <http://gefad.gazi.edu.tr/article/view/5000078796>
- Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P., & Steiger, J. H. (2010). Accomplishment in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) and its relation to STEM educational dose: A 25-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 860-871. doi:10.1037/a0019454
- Wang, H. H. (2012). *A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering and mathematics (STEM) integration*, (Unpublished doctoral dissertation). University of Minnesota, Faculty of the Graduate School: Minnesota.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13. doi:10.5703/1288284314636
- Watt, E., & Andrews, G. (2018). How can we store water during a drought? A sustainability engineering design problem for fourth graders. *Science and Children*, 56(1), 68-73. Retrived from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=130799861&lang=tr&site=eds-live>
- Wayne, A. J., & Youngs, P. (2003). Teacher characteristics and student achievement gains: A review. *Review of Educational Research*, 73(1), 89-122. doi:10.3102/00346543073001089
- Wendell, B. 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. doi:10.1002/jee.20026

- West, S. S., Vasquez-Mireles, S., & Coker, C. (2006). Mathematics and/or science education: Separate or integrate?. *Journal of Mathematical Sciences and Mathematics Education*, 1(2), 11-18. Retrived from <http://www.msme.us/2006-2-3.pdf>
- Wiebe, E., Unfried, A., & Faber, M. (2018). The relationship of STEM attitudes and career interest. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), em1580. doi:10.29333/ejmste/92286
- Wissehr, C., Concannon, J., & Barrow, L. H. (2011). Looking back at the Sputnik era and its impact on science education. *School Science and Mathematics*, 111(7), 368-375. doi:10.1111/j.1949-8594.2011.00099.x
- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 501-522. Retrived from <https://eric.ed.gov/?id=EJ997137>
- 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*, 34(2), 249-265. Erişim adresi <http://www.gefad.gazi.edu.tr/issue/6729/90482>
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2016). *7. sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Yıldırım, B., ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/ecjse/issue/4899/67132>
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2015). Adaptation of STEM attitude scale to Turkish. *Electronic Turkish Studies*, 10(3), 1107-1120. doi:10.7827/Turkish Studies.7974
- Yin, R. K. (2015). *Qualitative research from start to finish* (2nd ed.). New York, NY: Guilford Publications.
- Yuan, K. H., & Bentler, P. M. (2001). Effect of outliers on estimators and tests in covariance structure analysis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 54(1), 161-175. doi:10.1348/000711001159366
- Yükseköğretim Kurulu. (2018). *Yükseköğretim Kurulu 2018 yılı yükseköğretim kurumları sınavı yerleştirme sonuçları raporu*. Erişim adresi <http://yok.gov.tr/documents/10279/38728479/2018+YKS+Yerle%C5%9Firme+Sonu%C3%A7lar%C4%B1%20Raporu/>

EKLER

Ek 1. Astronomi Başarı Testi

Değerli Katılımcı,

Aşağıdaki soruları özenle cevaplamanızı rica ediyoruz. Her bir sorunun 5 muhtemel cevabı vardır. Her soruyu dikkatlice okuyunuz. Sizin için en uygun olan seçeneği işaretleyiniz. Katılımınız için şimdiden teşekkür ederiz.

Arş. Gör. Hasan Zühtü OKULU

Prof. Dr. Ayşe OĞUZ-ÜNVER

Doktora Öğrencisi

Danışman

Ad-Soyad:.....

Cinsiyet:.....

Sınıf:.....

Tarih:

1) Güneş, Dünya, Jüpiter ve Ay'ın büyüklüklerinin sıralanışı büyükten küçüğe doğru aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

- a) Güneş, Dünya, Ay, Jüpiter
- b) Dünya, Güneş, Ay, Jüpiter
- c) Dünya, Ay, Güneş, Jüpiter
- d) Güneş, Jüpiter, Dünya, Ay
- e) Güneş, Dünya, Jüpiter, Ay

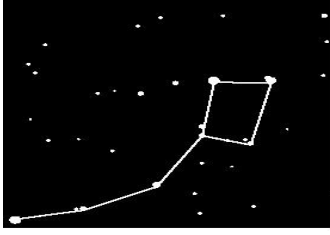
2) Modern düşünce ve gözlemlere göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) Evrenin merkezi Dünya'dır.
- b) Evrenin merkezi Güneş'tir.
- c) Evrenin belirli bir merkezi yoktur.
- d) Evrenin merkezi Samanyolu Galaksisi'dir.
- e) Evrenin merkezi Kutup Yıldızı'dır.

3) Bulduğumuz konumdan Büyük Ayı takımyıldızını oluşturan yıldızlar hayali çizgilerle birleştirilirse kulplu bir cezve görünümünün olduğu gözlenmektedir. İlk olarak aşağıdaki konumlardan hangisinden bakıldığında bu kulplu cezve görüntüsü bozulur?

- a) Güneydoğu Anadolu'daki bir şehirden
- b) Avrupa'daki bir şehirden
- c) Ay'dan
- d) Satürn gezegeninden
- e) Uzak bir yıldızdan

4) Şekildeki yıldızlar hangi takımyıldızına aittir?



- a) Avcı
- b) İkizler
- c) Küçük Ayı
- d) Ejderha
- e) Kuzey Tacı

5) Dünya'nın şekli aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Elips
- b) Küre
- c) Geoid
- d) Yuvarlak
- e) Düz

6) Kutup Yıldızı, (bulduğunuz konumdan) neden hep aynı yerde görünür?

- a) Başucu noktasına yakın bir yerdedir.
- b) Dünya'nın dönme eksenini ile hemen hemen aynı doğrultu üzerindedir.
- c) Evrende sabit bir noktadadır.
- d) Ekliptik düzlem üzerindedir.
- e) Dünya'ya olan uzaklığı daima sabittir.

7) Yıldızların gündüzleri görünmeme nedeni nedir?

- a) Yıldızlar, Güneş'ten aldıkları ışığı yansıtırlar ve gündüz değil gece görünürler.
- b) Yıldızlar, gündüzleri Güneş'in ışığından dolayı görünmezler.
- c) Yıldızlar, hareket ederler ve gündüzleri yer değiştirirler.
- d) Yıldızlar, gündüzleri ışık yaymazlar.
- e) Yıldızlar, gündüzleri bulutların arkasında kalırlar.

8) Yandaki resim uzun poz kullanılarak bir gece boyunca çekilmiştir. Bu resimde yer alan yıldız izleri size ne ifade etmektedir?

- a) Dünya'nın döndüğünü göstermektedir.
- b) Yıldızların hareket ettiğini göstermektedir.
- c) Yıldız kaymalarını göstermektedir.
- d) Meteor yağmurlarını göstermektedir.
- e) Gezegenlerin hareketlerini göstermektedir.



9) Aşağıdaki gök cisimlerinden hangisi çıplak gözle gözlemlenemez?

- a) Ay
- b) Jüpiter
- c) Güneş
- d) Neptün
- e) Venüs

10) Geceleyin gökyüzüne bakıldığında yıldızların kırpışır gibi görünmesinin sebebi nedir?

- a) Yıldızlardan gelen ışığın atmosferde bulunan su molekülleri tarafından absorbe edilmesi
- b) Yıldızlardan gelen ışığın hızlı bir şekilde değişmesi
- c) Dünya atmosferinin, yıldızlardan gelen ışığı düzensiz bir şekilde kırması
- d) Işık ışınlarının dalga tepelerinin titreşim hareketi yüzünden ışığın gözümüze dik olarak gelmesi
- e) Optik bir yanılsama olayının gerçekleşmesi

11) Güneş ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Güneş tek enerji kaynağıdır.
- b) Güneş hareket eder.
- c) Güneş en uzak gök cisimidir.
- d) Güneş en büyük gök cisimidir.
- e) Güneş evrenin merkezindedir.

12) Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin belirttiği düzleme ne ad verilir?

- a) Daire
- b) Çembe
- c) Ekliptik
- d) Parabo
- e) Yuvarlak

13) Güneş lekeleri ile ilgili olarak hangisi doğrudur?

- a) Güneş'in yüzeyindeki karanlık görünümlü bölgelerdir.
- b) Güneş'in yüzeyindeki parlak bölgelerdir.
- c) Asla gözlemlenememişlerdir.
- d) Güneş'in yüzeyindeki derin çukurlardır.
- e) Yalnızca teoride mümkündürler.

14) Yaz mevsiminin kış mevsiminden daha sıcak olmasının temel nedeni nedir?

- a) Dünya'nın dönme ekseninin, Güneş'in etrafındaki dolanma düzlemine göre belli bir eğime sahip olması.
- b) Yaz mevsiminde Dünya'nın Güneş'e daha uzak olması.
- c) Yaz mevsiminde kış mevsimine göre daha az bulut olması.
- d) Yaz mevsiminde Dünya'nın Güneş'e daha yakın olması.
- e) Güneş'in, yaz mevsiminde kış mevsimine göre çok daha fazla enerji yayması.

15) Dünya'dan Ay'a bakıldığında, Ay'ın hep aynı yüzünün görülmesinin sebebi nedir?

- a) Dünya Ay'dan daha büyüktür.
- b) Dünya'nın ve Ay'ın kendi etraflarındaki dönüş süreleri aynıdır.
- c) Ay'ın kendi etrafındaki dönme ve Dünya'nın etrafındaki dolanma süresi aynıdır.
- d) Ay'ın Dünya etrafındaki yörüngesi tam bir dairedir.
- e) Ay'ın belirli bir yörüngesi yoktur.

16) Ay'ın Dünya'nın etrafında bir tur atması ne kadar süre alır?

- a) Bir saat
- b) Bir gün
- c) Bir hafta
- d) Bir ay
- e) Bir yıl

17) Ay tutulması sırasında, Dünya'nın gölgesinin Ay üzerine dairesel olarak düşmesi bize neyi ispatlar?

- a) Dünya'nın şeklinin küreye benzediğini
- b) Dünya'nın Güneş sisteminin merkezi olduğunu
- c) Dünya'nın kendi eksenini etrafında döndüğünü
- d) Ay'ın, Güneş'in yörüngesinde dolandığını
- e) Ay'ın şeklinin küreye benzediğini

18) Gecenin ve gündüzün oluşmasının sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Dünya'nın Güneş'in etrafında dolanması
- b) Güneş'in Dünya'nın etrafında dolanması
- c) Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi
- d) Bulutların Güneş ışınlarını engellemesi
- e) Dünya'nın, Güneş'in karanlık bölgesine girmesi ve çıkması

19) Uzayın karanlık olması nasıl açıklanır?

- a) Uzayda hiç ışık kaynağı yoktur.
- b) Uzay, ışığın çarpabileceği maddeden büyük oranda yoksundur.
- c) Uzay boşluktur ve ışık boşlukta yayılmaz.
- d) Güneş tüm uzayı aydınlatamaz.
- e) Işığın sonlu bir hızı vardır.

20) Işık yılı nedir?

- a) Işık ışınlarının, Güneş'ten Dünya'ya ulaşma süresidir.
- b) Işığın bir yılda boşlukta aldığı yoldur.
- c) Güneş'ten yayılan ışık ışınlarının, Samanyolu Gökadası'nın sınırlarına ulaşması için gerekli süredir.
- d) Bir yıl boyunca Dünya'ya ulaşan toplam Güneş ışığı miktarıdır.
- e) Güneş ışınlarının, Güneş sistemimizdeki en uzak noktaya ulaşma süresidir.

21) Güneş sistemimiz ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Güneş sistemimizdeki gezegenler belirli yörüngelerde hareket ederler.
- b) Bir astronomi birimi (AB) Güneş ile Dünya arasındaki uzaklığa denir.
- c) Güneş Samanyolu Gökadası'ndadır.
- d) Güneş sistemimiz tek yıldızlı bir sistemdir.
- e) Güneş'e en uzak gezegen Jüpiter'dir.

Ek 2. STEM Tutum Ölçeği

Ad-Soyad:

Cinsiyet:

Tarih:

Değerli Katılımcı,

Bu ölçek sizin STEM'e ilişkin düşüncelerinizi belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Burada belirteceğiniz görüşler yalnızca araştırma amacıyla kullanılacak ve sonuçlar tüm grubun yanıtları göz önüne alınarak değerlendirilecektir. Bu araştırmanın güvenilirliği için gerçek düşüncelerinizi belirtmeniz özel bir önem taşımaktadır.

Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız ve her biri için tek yanıt veriniz. Vereceğiniz bu yanıtlar bilimsel bir çalışma için kullanılacak ve başka kişiler ile paylaşılmayacaktır.

Bu çalışmaya yaptığınız katkılardan dolayı teşekkür ederiz.

Arş. Gör. Hasan Zühtü OKULU

Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER

Doktora Öğrencisi

Danışman

MATEMATİK					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Matematik benim en kötü olduğum derstir.					
2. Matematiğin kullanıldığı bir kariyeri seçmeyi düşünebilirim.					
3. Matematik benim için zor.					
4. Matematikte başarılı olabilecek bir öğrenciyim.					
5. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak matematikle başa çıkamıyorum.					
6. Matematik konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.					
7. Matematikte iyi notlar alabilirim.					
8. Matematikte iyiyim.					
FEN					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Fen ile ilgilenirken kendimden emin davranıyorum.					
2. Fen üzerine bir kariyer yapmayı düşünebilirim.					
3. Okuldan mezun olduğumda feni kullanmayı umut ediyorum.					
4. Fen konusunda bilgili olmam benim hayatımı kazanmama yardım edecek.					
5. Gelecekteki çalışmalarım için fene ihtiyacım olacak.					
6. Fen konusunda başarılı olabileceğimi biliyorum.					
7. Hayatımdaki çalışmalarda, fen benim için önemli olacak.					
8. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak fenle başa çıkamıyorum.					
9. Fen konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.					

MÜHENDİSLİK ve TEKNOLOJİ					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1.Yeni ürünlerin üretildiğini hayal etmek hoşuma gidiyor.					
2.Mühendisliği öğrenirsem, insanların günlük yaşamlarında kullandığı şeyleri geliştirebilirim.					
3.Bir şeyleri oluşturmak ve onları tamir etmekte iyiyim.					
4.Makinelerin nasıl çalıştığı ile ilgiliyim.					
5. Ürünler veya yapılar tasarlamak gelecekteki çalışmalarım için önemli olacak.					
6.Elektronik eşyaların nasıl çalıştığı konusunda meraklıyım.					
7.Yaratıcılık ve yeniliği gelecekteki çalışmalarımda kullanmak isterim.					
8.Matematik ve Fen'i birlikte nasıl kullanacağımı bilmek bana kullanışlı şeyler icat etme şansı taniyacak.					
9.Mühendislik konusunda başarılı bir kariyere sahip olabileceğime inanıyorum					
21. YÜZYIL BECERİLERİ					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1.Diğer bireylere bir hedefe ulaşmalarında liderlik edebileceğim konusunda kendime güveniyorum.					
2.Diğer bireyleri ellerinden gelenin en iyisini yapmaları için cesaretlendirebileceğime inanıyorum.					
3.Yüksek kalitede çalışmalar yapabileceğimden eminim.					
4.Akranlarımla farklılıklarına karşı saygılı davranacağımdan eminim.					
5.Akranlarıma yardım edebileceğime eminim.					
6.Karar verirken başkalarının görüşlerini göz önüne alacağımdan eminim					
7.İşler planlandığı gibi gitmediğinde değişiklikler yapabileceğimden eminim.					
8.Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğime inanıyorum.					
9.Kendi başıma çalışırken zamanımı akıllıca yönetebileceğimden eminim.					
10.Yapmam gereken görevler olduğunda hangilerinin önce yapılması gerektiğini seçebilirim.					
11.Farklı altyapılara sahip olan öğrencilerle iyi bir şekilde çalışabileceğimden eminim.					

Ek 3. STEM Semantik Ölçeği

Ad-Soyad:

Cinsiyet:

Tarih:

Değerli Katılımcı,

Beş bölümden oluşan bu ölçme aracı sizlerin bilim dallarına yönelik anlayışınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Ölçme aracının tamamlanması yaklaşık 5 dakikalık bir zamanınızı alacaktır. Genellikle soru üzerinde çok düşünmeden ilk aklınıza gelen fikir en iyi cevaptır. Cevaplarınız araştırma amaçlı olarak kullanılacak ve gizli kalacaktır. Katılımınız için şimdiden teşekkür ederiz

Arş. Gör. Hasan Zühtü OKULU
Doktora Öğrencisi

Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER
Danışman

Yönerge: Aşağıda Fen bilimleri, Matematik, Mühendislik, Teknoloji ve bu alanlara yönelik kariyer seçimlerinize ilişkin düşüncelerinizi belirlemek amacıyla 25 maddeden oluşan bir ölçek verilmiştir. Her bir maddeyi okuduktan sonra sizlere en yakın gelen kutucuğu işaretleyiniz.

Örnek,

Fen Bilimleri benim için;									
1.	Büyüleyicidir	1	2	3	4	5	6	7	Sıradandır
Eğer Fen Bilimleri sizin için tamamen büyüleyici ise 1 numaralı kutucuğu, Fen Bilimleri sizin için tamamen sıradan ise 7 numaralı kutucuğu işaretleyebilirsiniz. Eğer düşünceniz bu durumların arasında kalıyor ise düşüncenize göre 2, 3, 4, 5 veya 6 numaralı kutucuklardan birini işaretleyebilirsiniz.									

Bana göre Fen Bilimleri:									
1.	Büyüleyicidir	1	2	3	4	5	6	7	Sıradandır
2.	Çekicidir	1	2	3	4	5	6	7	Çekici değildir
3.	Heyecan vericidir	1	2	3	4	5	6	7	Heyecan verici değildir
4.	Hiçbir şey ifade etmez	1	2	3	4	5	6	7	Çok şey ifade eder
5.	Sıkıcıdır	1	2	3	4	5	6	7	İlginçtir

Bana göre Matematik:									
1.	Sıkıcıdır	1	2	3	4	5	6	7	İlginçtir
2.	Çekicidir	1	2	3	4	5	6	7	Çekici değildir
3.	Büyüleyicidir	1	2	3	4	5	6	7	Sıradandır
4.	Heyecan vericidir	1	2	3	4	5	6	7	Heyecan verici değildir
5.	Hiçbir şey ifade etmez	1	2	3	4	5	6	7	Çok şey ifade eder

Bana göre Mühendislik:									
1.	Çekicidir	1	2	3	4	5	6	7	Çekici değildir
2.	Büyüleyicidir	1	2	3	4	5	6	7	Sıradandır
3.	Hiçbir şey ifade etmez	1	2	3	4	5	6	7	Çok şey ifade eder
4.	Heyecan vericidir	1	2	3	4	5	6	7	Heyecan verici değildir
5.	Sıkıcıdır	1	2	3	4	5	6	7	İlginçtir

Bana göre Teknoloji:									
1.	Çekicidir	1	2	3	4	5	6	7	Çekici değildir
2.	Hiçbir şey ifade etmez	1	2	3	4	5	6	7	Çok şey ifade eder
3.	Sıkıcıdır	1	2	3	4	5	6	7	İlginçtir
4.	Heyecan vericidir	1	2	3	4	5	6	7	Heyecan verici değildir
5.	Büyüleyicidir	1	2	3	4	5	6	7	Sıradandır

Bana göre Fen bilimleri, Matematik, Mühendislik veya Teknoloji alanlarından birinde kariyer:									
1.	Hiçbir şey ifade etmez	1	2	3	4	5	6	7	Çok şey ifade eder
2.	Sıkıcıdır	1	2	3	4	5	6	7	İlginçtir
3.	Heyecan vericidir	1	2	3	4	5	6	7	Heyecan verici değildir
4.	Büyüleyicidir	1	2	3	4	5	6	7	Sıradandır
5.	Çekicidir	1	2	3	4	5	6	7	Çekici değildir

Ek 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Uygulama Öncesi

- 1) Bilimi, Feni, Matematiği, Mühendisliği ve Teknolojiyi nasıl tanımlarsınız?
- 2) Bilim, Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanlarında çalışanlar neyi/neleri araştırırlar? Araştırmalarını yaparken nasıl yöntemleri kullanırlar?
- 3) Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanları arasında bir bağ kurabiliyor musunuz?
Evet. Çünkü.....
-Hangi alanlar birbiri ile daha fazla ilişkilidir?
Hayır. Çünkü.....
- 4) Astronomi denilince aklınıza ne geliyor? Peki astronomiyi nasıl tanımlarsınız?
- 5) Astronomi ile Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanları arasında bir bağ kurabiliyor musunuz?
Evet. Çünkü.....
- Astronomi hangi alanla daha fazla ilişkilidir?
Hayır. Çünkü.....
- 6) Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanlarından hangisi/hangileri ilginizi çekiyor?
- 7) Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanlarından hangisinde/hangilerinde çalışmalar yapılması daha önemlidir?
- 8) Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanlarından hangisinde/hangilerinde bir meslek sahibi olmak isterdiniz? Nasıl çalışmalar yapardınız?
- 9) Dünya yaklaşık 4,5 milyar yıl önce oluştu. Bilim insanları tarafından yapılan gözlem ve hesaplamalar Güneş'in etkisiyle Dünya'nın bir süre sonra yaşanamayacak hale geleceğini ortaya koyuyor. Bilim insanlarının ilk tercihi Mars'a taşınmak ve yaşamı orada devam ettirmektir. İnsanlığı Mars'a taşıma görevi size verilseydi oraya nasıl ulaşırdınız? Ayrıntılı olarak açıklayabilir misiniz?

Uygulama Sonrası

- 1) Bilimi, Feni, Matematiği, Mühendisliği ve Teknolojiyi nasıl tanımlarsınız?
- 2) Bilim, Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanlarında çalışanlar neyi/neleri araştırırlar? Araştırmalarını yaparken nasıl yöntemleri kullanırlar?
- 3) Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanları arasında bir bağ kurabiliyor musunuz?

Evet. Çünkü.....

-Hangi alanlar birbiri ile daha fazla ilişkilidir?

Hayır. Çünkü.....

- 4) Astronomi denilince aklınıza ne geliyor? Peki astronomiyi nasıl tanımlarsınız?
- 5) Astronomi ile Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanları arasında bir bağ kurabiliyor musunuz?

Evet. Çünkü.....

- Astronomi hangi alanla daha fazla ilişkilidir?

Hayır. Çünkü.....

- 6) Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanlarından hangisi/hangileri ilginizi çekiyor?
- 7) Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanlarından hangisinde/hangilerinde çalışmalar yapılması daha önemlidir?
- 8) Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji alanlarından hangisinde/hangilerinde bir meslek sahibi olmak isterdiniz? Nasıl çalışmalar yapardınız?
- 9) Dünya yaklaşık 4,5 milyar yıl önce oluştu. Bilim insanları tarafından yapılan gözlem ve hesaplamalar Güneş'in etkisiyle Dünya'nın bir süre sonra yaşanamayacak hale geleceğini ortaya koyuyor. Bilim insanlarının ilk tercihi Mars'a taşınmak ve yaşamı orada devam ettirmektir. İnsanlığı Mars'a taşıma görevi size verilseydi oraya nasıl ulaşırdınız? Ayrıntılı olarak açıklayabilir misiniz?

10) Gerçekleştirdiğiniz etkinliklerden;

-En çok ilginizi çeken etkinlik hangisiydi? Nedenini açıklar mısınız?

-En çok zorlandığınız etkinlik hangisiydi? Nedenini açıklar mısınız?

-Geliştirmek istediğiniz bir etkinlik/ürün var mı? Varsa nasıl geliştirirsiniz?

Ek 5. Etkinlik Değerlendirme Formu

Temel Boyut	Alt Boyut	Nitelik	Puanlama				Gözlem, Kanıt veya Örnek
			0	1	2	3	
Öğrenme Ortamı	Organizasyon	Etkinlik için uygun ortam organize edilmiştir.					
		Etkinlik için ayrılan süre yeterlidir.					
		Etkinlikte aktiviteler arası geçişler düzenli bir şekilde gerçekleşmiştir.					
	Materyal	Materyaller öğrenme hedefleri için uygundur.					
		Etkinliğin gerçekleştirilebilmesi için gerekli materyaller mevcuttur.					
Etkinlik	Amaca uygunluk	Etkinlik öğrenme hedefleriyle ilişkilidir.					
		Etkinlikte öğrenme hedeflerinin gerçekleştirilmesi için yeterince zaman harcanmıştır.					
	Katılım	Etkinlik öğrencilerin aktivitelere eşit derecede katılımını sağlamıştır.					
		Etkinlikte öğrenciler aktivitelere katılım için teşvik edilmiştir.					
	STEM etkinlikleri ile etkileşim	Etkinlik hands-on ve minds-on aktivitelerini içermektedir.					
Değerlendirme	Etkinlik tamamlayıcı (süreç odaklı) ölçme ve değerlendirme tekniklerini içermektedir.						
STEM konu alanı ve Uygulamaları	STEM içeriği öğretimi	Etkinlik farklı STEM alanlarını içermektedir.					
		Etkinlik disiplinlerin entegrasyonunu içermektedir.					
		Etkinlik mühendislik tasarım süreçlerini içermektedir.					
		Etkinlik, hataları öğrenmenin bir parçası olarak kabul etmektedir.					
		Etkinlik öğrencilerin konu ile ilgili kavramları doğru bir şekilde anladıklarına yönelik kanıtlar sunmalarına olanak tanımaktadır.					
		Etkinlik ürün oluşturma odaklıdır.					
	Sorgulama	Etkinlik öğrencilerin bilimsel temelli sorularla meşgul olmalarına olanak sağlamaktadır.					
		Etkinlikte öğrencilerin kanıta dayalı düşünme becerileri desteklenmektedir.					
		Etkinlik öğrencilerin mevcut fikirlerinin ortaya çıkarılmasına olanak sağlamaktadır.					
		Etkinlik öğrencilerin kendi araştırmalarını yapmalarına olanak sağlamaktadır.					
		Etkinlik öğrencilerin veri toplama, analiz etme ve yorumlama süreçlerini kullanmalarını sağlamaktadır.					
		Etkinlik öğrencilerin bir sorun için farklı çözümler üretmesine olanak sağlamaktadır.					
		Etkinlik öğrencilerin düşüncelerini veya bulgularını akranları ile paylaşmalarına olanak sağlamaktadır.					
		Etkinlikte öğrenciler öğrendiklerini yansıtma için teşvik edilmektedir.					
	Yansıtma	Etkinlik öğrencilerin öğrendiklerine yönelik yansıtma yapmalarına olanak sağlamaktadır.					
Etkinlikte gerçek yaşam ve öğrencilerin deneyimleriyle ilgili problem ya da konularla ilişki kurulmuştur.							
STEM Alanlarında Gelişim	Yaşama ilişkilendirme	Etkinlik öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemektedir.					
	Gelişim	Etkinlik öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklemektedir.					

Ek 6. Ürün Değerlendirme Formları

İğne Deliği Kamera Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi			
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet		Hayır
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....		
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen	Hayır
Betimleme			
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....		
İğne deliği kameranın şekli	Belirtiniz.....		
İğne deliği kameranın uzunluğu	Belirtiniz.....		
İğne deliği kameranın çapı	Belirtiniz.....		
İğne deliği sayısı	Belirtiniz.....		
İğne deliğinin/deliklerinin çapı	Belirtiniz.....		
İğne deliği/delikleri daire şeklinde mi?	Evet		Hayır
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....		
Ekran düzgün yerleştirilmiş mi?	Evet		Hayır
İğne deliği kamera gövdesi ışık geçiriyor mu?	Evet		Hayır
Görüntü netliği ayarlama sistemi	Hareketli tüp sistemi		Sabit tüp sistemi
Görüntü özellikleri	Düz		Ters
	Cisimden büyük	Cisimden küçük	Cisimle aynı boyda
	Net		Bulanık
Dizayn ve işlevsellik			
Ürün çalışıyor mu?	Evet		Hayır
Ürün sağlam mı?	Evet		Hayır
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet		Hayır
Ürün güvenli mi?	Evet		Hayır
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet		Hayır
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet		Hayır
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet		Hayır
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet		Hayır
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet		Hayır

Usturlap Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi		
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen Hayır
Betimleme		
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....	
Usturlabın türü	Belirtiniz.....	
Usturlabın alanı	Belirtiniz.....	
Ölçme ipinin uzunluğu	Belirtiniz.....	
Usturlap ağırlığı ölçme yapmak için uygun mu?	Evet	Hayır
Usturlabın ölçme birimi	Belirtiniz.....	
Usturlabın ölçme aralığı	Belirtiniz.....	
Usturlabın duyarlılığı	Belirtiniz.....	
Usturlabın hata payı	Belirtiniz.....	
Usturlap tutarlı ölçüm yapıyor mu?	Evet	Hayır
Usturlap doğru ölçüm yapıyor mu?	Evet	Hayır
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....	
Dizayn ve işlevsellik		
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır

Teleskop I Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi			
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet		Hayır
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....		
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen	Hayır
Betimleme			
Üründeki temel bilimsel ilke	Kırılma	Yansıma	Kırılma ve yansıma
Teleskop türü	Mercekli		Aynalı
Optik sistem türü	Belirtiniz.....		
Optik sistem sayısı	2'li mercek/ayna sistemi		3'lü mercek/ayna sistemi
Tüp uzunluğu	Belirtiniz.....		
Tüp çapı	Belirtiniz.....		
Tüp sisteminde kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....		
Görüntü netliği ayarlama sistemi	Hareketli tüp sistemi		Sabit tüp sistemi
Büyütme oranı	Belirtiniz.....		
Görüntü özellikleri	Düz		Ters
	Cisimden büyük	Cisimden küçük	Cisimle aynı boyda
	Net		Bulanık
Dizayn ve işlevsellik			
Ürün çalışıyor mu?	Evet		Hayır
Ürün sağlam mı?	Evet		Hayır
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet		Hayır
Ürün güvenli mi?	Evet		Hayır
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet		Hayır
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet		Hayır
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet		Hayır
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet		Hayır
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet		Hayır

Balon Roket Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi		
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen Hayır
Betitleme		
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....	
Roketin kütlesi	Belirtiniz.....	
Balon sayısı	Belirtiniz.....	
Balonun (ların) büyüklüğü	Belirtiniz.....	
Kargo bölümünün hacmi	Belirtiniz.....	
Kargo bölümünün şekli	Belirtiniz.....	
Balon(lar) gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....	
Dizayn ve işlevsellik		
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır

Alka Seltzer Roket Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi		
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen Hayır
Betimleme		
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....	
Roketin kütlesi	Belirtiniz.....	
Roketin hacmi	Belirtiniz.....	
Roketin uzunluğu	Belirtiniz.....	
Roketin gövde çapı	Belirtiniz.....	
Kanat sayısı	Belirtiniz.....	
Kanat şekli	Belirtiniz.....	
Kanatlar gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır
Bir kanadın yüzey alanı	Belirtiniz.....	
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....	
Roket ucunun şekli	Belirtiniz.....	
Roket ucu gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır
Dizayn ve işlevsellik		
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır

Kibrit Roket Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi			
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır	
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....		
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen	Hayır
Betimleme			
Kibrit roket			
Roket tasarımlarındaki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....		
Düzenekteki roketlerin ortalama kütlesi	Belirtiniz.....		
Düzenekteki roketlerin ortalama uzunluğu	Belirtiniz.....		
Düzenekteki roketlerin ortalama gövde çapı	Belirtiniz.....		
Düzenekteki roketlerin kanat sayısı	Belirtiniz.....		
Düzenekteki roketlerin kanat şekli	Belirtiniz.....		
Kanatlar gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır	
Düzenekteki roketlerin ortalama kanat yüzey alanı	Belirtiniz.....		
Düzenekteki roketlerin roket ucunun şekli	Belirtiniz.....		
Roket ucu gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır	
Kibrit roket taşıma düzeneği			
Taşıma düzeneğinin şekli	Belirtiniz.....		
Taşıma düzeneğinin hacmi	Belirtiniz.....		
Taşıma düzeneğinde bulunan kibrit roket sayısı	Belirtiniz.....		
Taşıma düzeneği fırlatma rampası içeriyor mu?	Evet	Hayır	
Taşıma düzeneği tasarım kalıplarını içeriyor mu?	Evet	Hayır	
Tasarım kalıpları düzgün şekilde hazırlanmış mı?	Evet	Hayır	
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....		
Dizayn ve işlevsellik			
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır	
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır	
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır	
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır	
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır	
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır	
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır	

Su Roketi Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi		
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen Hayır
Betimleme		
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....	
Roketin kütlesi	Belirtiniz.....	
Roketin hacmi	Belirtiniz.....	
Roketin uzunluğu	Belirtiniz.....	
Roketin gövde çapı	Belirtiniz.....	
Kanat sayısı	Belirtiniz.....	
Kanat şekli	Belirtiniz.....	
Kanatlar gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır
Bir kanadın yüzey alanı	Belirtiniz.....	
Roket ucunun şekli	Belirtiniz.....	
Roket ucu gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....	
Dizayn ve işlevsellik		
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır

Güneş Saati Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi		
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen Hayır
Betimleme		
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....	
Güneş saati türü	Belirtiniz.....	
Güneş saatinde saat mili (Gnomon) bulunuyor mu?	Evet	Hayır
Saat milinin şekli (varsa)	Belirtiniz.....	
Güneş saatinde saat kadranı (Dial) bulunuyor mu?	Evet	Hayır
Saat kadranının şekli (varsa)	Belirtiniz.....	
Saat kadranının alanı	Belirtiniz.....	
Güneş saatinde saat çizgileri (Hour lines) bulunuyor mu?	Evet	Hayır
Saat çizgileri için yapılan matematiksel hesaplamalar doğru mu?	Evet	Hayır
Güneş saatinin ölçme aralığı	Belirtiniz.....	
Güneş saatinin duyarlılığı	Belirtiniz.....	
Güneş saatinin hata payı	Belirtiniz.....	
Güneş saati tutarlı ölçüm yapıyor mu?	Evet	Hayır
Güneş saati doğru ölçüm yapıyor mu?	Evet	Hayır
Güneş saati bulunulan enleme göre mi tasarlanmış?	Evet	Hayır
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....	
Güneş saati konumlandırma için bir düzeneğe (pusula gibi) sahip mi?	Evet	Hayır
Dizayn ve işlevsellik		
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır

3D Hologram Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi			
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır	
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....		
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen	Hayır
Betitleme			
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....		
Video			
Video hangi konuya yönelik hazırlanmış?	Belirtiniz.....		
Videonun süresi	Belirtiniz.....		
Video içeriği bilimsel bilgileri içeriyor mu?	Evet	Kısmen	Hayır
Video hangi görüntüleme aracı için hazırlanmış?	Belirtiniz.....		
Video derinlik algısını oluşturabiliyor mu?	Evet	Hayır	
Video akışı iyi kurgulanmış mı?	Evet	Kısmen	Hayır
Videonun görüntü kalitesi nasıl?	Yüksek	Orta	Düşük
Video ses içeriyor mu?	Evet	Hayır	
Videonun hazırlandığı format	Belirtiniz.....		
Hologram aparatı			
Hologram aparatının yapıldığı materyal	Belirtiniz.....		
Hologram aparatının şekli	Belirtiniz.....		
Hologram aparatının yüzey sayısı	Belirtiniz.....		
Hologram aparatının yan yüzeylerinin zemin ile yaptığı açı	Belirtiniz.....		
Hologram aparatı simetrik mi?	Evet	Hayır	
Hologram aparatının yüzeyleri ışığı geçiriyor mu?	Evet	Hayır	
Dizayn ve işlevsellik			
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır	
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır	
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır	
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır	
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır	
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır	
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır	

Havası Azaltılmış Ortam Düzenegi Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi			
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır	
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....		
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen	Hayır
Betimleme			
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....		
Düzenegin hacmi	Belirtiniz.....		
Düzenekte elde edilebilen minimum basınç	Belirtiniz.....		
Düzenekte gerçekleştirilebilen deneyler	Belirtiniz.....		
Vakum pompasının besleme sitemi	Belirtiniz.....		
Vakum pompasının akış hızı	Belirtiniz.....		
Bağlantı hortumunun uzunluğu	Belirtiniz.....		
Düzenegin hava kilidi türü	Belirtiniz.....		
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....		
Dizayn ve işlevsellik			
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır	
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır	
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır	
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır	
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır	
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır	
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır	

Su Saati Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi		
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....	
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen Hayır
Betimleme		
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....	
Su saati türü	Belirtiniz.....	
Su saatinin periyodu	Belirtiniz.....	
Su saatinin duyarlılığı	Belirtiniz.....	
Su saatinin hata payı	Belirtiniz.....	
Su saati tutarlı ölçüm yapıyor mu?	Evet	Hayır
Su saati doğru ölçüm yapıyor mu?	Evet	Hayır
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....	
Dizayn ve işlevsellik		
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır

Model Roket Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi			
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır	
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....		
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen	Hayır
Betimleme			
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....		
Roketin kütlesi	Belirtiniz.....		
Roketin uzunluğu	Belirtiniz.....		
Roketin gövde çapı	Belirtiniz.....		
Kanat sayısı	Belirtiniz.....		
Kanat şekli	Belirtiniz.....		
Kanatlar gövde üzerine simetrik olarak yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır	
Bir kanadın yüzey alanı	Belirtiniz.....		
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....		
Roket ucunun şekli	Belirtiniz.....		
Roket ucu gövde üzerine düzgün şekilde yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır	
Rokette kullanılan yakıt türü	Belirtiniz.....		
Roket yakıtı sisteme düzgün şekilde yerleştirilmiş mi?	Evet	Hayır	
Rokette paraşüt sistemi bulunuyor mu?	Evet	Hayır	
Paraşütün şekli	Belirtiniz.....		
Paraşütün yüzey alanı	Belirtiniz.....		
Paraşütün yapıldığı malzeme	Belirtiniz.....		
Paraşütün yanmasını engelleyici bir düzenek bulunuyor mu?	Evet	Hayır	
Paraşüt sistemi düzgün şekilde çalışıyor mu?	Evet	Hayır	
Ağırlık merkezi, basınç merkezinin önünde mi?	Evet	Hayır	
Roketin fırlatma rampasına yerleştirilmesi için tasarlanmış bir fırlatma kulpu bulunuyor mu?	Evet	Hayır	
Dizayn ve işlevsellik			
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır	
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır	
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır	
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır	
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır	
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır	
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır	

Teleskop II Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi			
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır	
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....		
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen	Hayır
Betimleme			
Üründeki temel bilimsel ilke	Kırılma	Yansımaya	Kırılma ve yansımaya
Teleskop türü	Mercekli		Aynalı
Optik sistem türü	Belirtiniz.....		
Optik sistem sayısı	2'li mercek/ayna sistemi	3'lü mercek/ayna sistemi	
Tüp uzunluğu	Belirtiniz.....		
Tüp çapı	Belirtiniz.....		
Tüp sisteminde kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....		
Görüntü netliği ayarlama sistemi	Hareketli tüp sistemi		Sabit tüp sistemi
Büyütme oranı	Belirtiniz.....		
Görüntü özellikleri	Düz		Ters
	Cisimden büyük	Cisimden küçük	Cisimle aynı boyda
	Net		Bulanık
Kundak tipi	Belirtiniz.....		
Kundak yüksekliği	Belirtiniz.....		
Kundak teleskobun yatay ekseninde hareketine olanak sağlıyor mu?	Evet	Kısmen	Hayır
Kundak teleskobun dikey ekseninde hareketine olanak sağlıyor mu?	Evet	Kısmen	Hayır
Teleskopta karşı ağırlık bulunuyor mu?	Evet		Hayır
Teleskopta bulucu dürbün bulunuyor mu?	Evet		Hayır
Teleskop dengeli bir şekilde yere sabitlenebiliyor mu?	Evet		Hayır
Dizayn ve işlevsellik			
Ürün çalışıyor mu?	Evet		Hayır
Ürün sağlam mı?	Evet		Hayır
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet		Hayır
Ürün güvenli mi?	Evet		Hayır
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet		Hayır
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet		Hayır
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet		Hayır
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet		Hayır
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet		Hayır

Kızıl Ötesi Kamera Ürün Değerlendirme Formu

STEM ilişkisi			
Ürün en az iki STEM disiplini içeriyor mu?	Evet	Hayır	
İlişkili disiplinler	Belirtiniz.....		
STEM disiplinleri arasında ilişki kurulabilmiş mi?	Evet	Kısmen	Hayır
Betimleme			
Üründeki temel bilimsel ilke	Belirtiniz.....		
Kameranın duyarlı olduğu ışık türü	Belirtiniz.....		
Kameranın boyutları (Genişlik, yükseklik ve derinlik)	Belirtiniz.....		
Kameranın video çözünürlüğü	Belirtiniz.....		
Kameranın fotoğraf çözünürlüğü	Belirtiniz.....		
Kameranın güç kaynağı	Belirtiniz.....		
Sensör Tipi	Belirtiniz.....		
Odaklama türü	Sabit	Otomatik	
Görüş alanı	Belirtiniz.....		
Üründe kullanılan temel materyaller	Belirtiniz.....		
Dizayn ve işlevsellik			
Ürün çalışıyor mu?	Evet	Hayır	
Ürün sağlam mı?	Evet	Hayır	
Ürünün maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır	
Ürün güvenli mi?	Evet	Hayır	
Ürün bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilir mi?	Evet	Hayır	
Ürünün kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürün kolay taşınabiliyor mu?	Evet	Hayır	
Ürünün depolanması kolay mı?	Evet	Hayır	
Ürünün raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır	

Ek 7. Eğitim Fakültesi Dekanlığı Araştırma İzni



T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı: 89241861-302.14.00.00-2020/754
Konu: Tez İşleri

22/08/2016

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

İlgi: Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 09.08.2016 tarihli ve 28677689-302.14.00.00-2243/12123 sayılı yazısı

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Hasan Zühtü OKULU'nun, Fakültemiz İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerine yönelik uygulamak istediği "STEM Eğitimi Kapsamında Astronomi Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi" konulu tez çalışmasının bilimselliği incelenmiş olup, Bölüm görüşü doğrultusunda Dekanlığımızca uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

 e-izimlidir

Prof.Dr. Mustafa Volkan COŞKUN
Dekan V.

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre elektronik imza ile imzalanmıştır. Doğrulama Kodu: 696941-540891 <http://bks.mu.edu.tr>

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dekanlığı 48000 Kötekli/MUĞLA
Tel: 0(252)2111000- 0(252)2111761 Faks: 0(252)2111762 E-posta: egitimf@mu.edu.tr www.egitim.mu.edu.tr/

Ek 8. Etik Kurul İzni

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
VE YAYIN ETİĞİ KURULU DEĞERLENDİRME FORMU


SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU	
Protokol No: 25	Karar No: 25
Araştırmanın Yürütücüsü	MSKÜ Eğitim Fakültesi Prof.Dr.Ayşe OĞUZ ÜNVER
Araştırmanın Başlığı:	STEM Eğitimi Kapsamında Astronomi Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi
Başvuru Formunun Etik Kurula Geldiği Tarih:	09.05.2016
Başvuru Formunun Etik Kurulda İncelendiği Tarih:	13.05.2016
Karar Tarihi:	13.05.2016

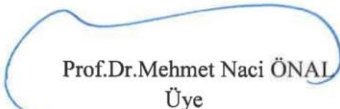
SONUÇ


1.	<input checked="" type="checkbox"/> Kabul. Araştırmanın/Projenin uygulanabilirliği konusunda bilimsel araştırmalar etiği açısından bir sakınca yoktur.
2.	<input type="checkbox"/> Düzeltme gereklidir.
3.	<input type="checkbox"/> Red.


Prof.Dr.Bayram COŞKUN
Başkan


Prof.Dr.Mustafa Volkan COŞKUN
Üye


Prof.Dr.Famiil ŞAMİLOĞLU
Üye


Prof.Dr.Mehmet Naci ÖNAL
Üye


Prof.Dr.Sebahattin ÇEVİKBAŞ
Üye

Ek 9. İl Millî Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzni



T.C.
MUĞLA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 70004082-604-E.9276516
Konu : İzin Talebi

31/08/2016

VALİLİK MAKAMINA

- İlgi a) Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 09/08/2016 tarih ve 11983 sayılı yazısı.
b) 24.07.2015 tarihli ve 70004082-20-E.7497625 sayılı makam oluru.

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Rektörlüğü, Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilimleri Eğitimi Bilim Dalı Doktora öğrencisi Hasan Zühtü OKULU'nun Menteşe İlçe Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı ██████████ anket uygulamaya yönelik talebiyle ilgili ilgi (a) yazı ve ekleri yazımız ekinde sunulmaktadır.

Bu nedenle, Bakanlığımızın 07/03/2012 tarihli ve B.08.0.YET.00.20.00.0/3616 sayılı yazısı (2012/13 No'lu GENELGE) doğrultusunda ve ilgi (b) makam onayı ile oluşturulan komisyonun uygun görüşüyle, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Rektörlüğü, Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilimleri Eğitimi Bilim Dalı Doktora öğrencisi Hasan Zühtü OKULU'nun "STEM eğitimi kapsamında Astronomi Etkinliklerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi" konulu çalışmasını;

2016-2017 Eğitim Öğretim yılında ve eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde, kurum müdürünün ve öğretmenin uygun gördüğü bir zamanda; Menteşe İlçe Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı ██████████ öğrencilerine anket ve tez çalışmasını gerçekleştirmesi, müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Ramazan SARIHAN
İl Millî Eğitim Müdürü V.

OLUR
31/08/2016

Bayezit Bestami ALKAN
Vali a.
Vali Yardımcısı

Muğla İl Millî Eğitim Müdürlüğü
Elektronik Ağ: muglamem@meb.gov.tr
e-posta: ozelburo48@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Özel Büro-B.SEZGİN
Tel : (0 252) 280 4803
Faks: (0 252) 280 4868

Ek 10. Merak Uyandırıcı Etkinlikler ve Çalışma Yaprakları

Birinci modül kapsamında, katılımcıların STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklemek için gerçekleştirilen etkinlikler ve bu etkinliklerde kullanılan çalışma yaprakları sırası ile aşağıda sunulmuştur.

Etkinlik adı: Evreni Keşfetmek

Amaç

- Evrendeki büyüklükleri ve uzaklıkları bilinen büyüklükler ile karşılaştırmak.
- Evrendeki yerimizi sorgulamak.
- Bilimin sınırlarını keşfetmek.
- STEM ve Astronomiyi ilişkilendirmek.
- Evren veya uzay ile ilgili bilimsel temelli sorular oluşturmak.

Anahtar kavramlar: Astronomi, büyüklük, uzaklık, evrendeki konumumuz, bilimin sınırları, STEM ve bilimsel temelli soru oluşturma

Süre: 2 saat

Önerilen materyaller

Mars yolculuğu videosu, bilinen evren videosu, evrendeki yerimiz simülasyonu, 10'un katları simülasyonu, bazı gök cisimlerinin göreceli büyüklükleri videosu, projeksiyon, bilgisayar, tükenmez kalem, yapışkan kağıtlar, Evreni keşfetmek çalışma yaprağı I ve II

Önerilen uygulama yönergesi

- **Hazırlık:** Katılımcılara Evreni keşfetmek çalışma yaprağı-I dağıtılır. Katılımcılar etkinlik çalışma yaprağını doldururlar. Etkinlik, çalışma yaprağındaki sorulara göre devam eder.
- **Giriş:** Katılımcılara, "Astronomi ile ilişkilendirdiğiniz üç kavram nedir?" sorusu yöneltilir. Yanıtlar tahtaya yazılır. Yanıtlar tartışma ile sınıflandırılır. Bu sınıflandırmada büyüklük, uzaklık, teknoloji, bilimsel yöntemler ve evrende yaşam gibi kategoriler kullanılabilir. Tartışma, astronominin temelini oluşturan uzaklık, büyüklük ve evrendeki konumumuz konularına yönlendirilir.
- **Sorgulama:** Katılımcılara sırası ile "Gittiğiniz en uzak yer neresiydi?" ve "Gitmek istediğiniz en uzak yer neresiydi?" soruları yöneltilir. Yanıtlar arasındaki en uzak yer belirlenir. Ardından, NASA'da çalışan Fen, Matematik, Mühendislik ve Matematik ile ilgilenen bilim insanlarının gitmeyi hayal ettikleri yerle ilgili bir videonun iki defa izleneceği belirtilir. İlk gösterimde katılımcıların, videoda yer alan Fen, Matematik, Mühendislik ve Matematik ile ilgili kavramlar ve videodaki bilim insanlarının hangi görevleri üstlendiğine ilişkin notlar almaları beklenir. Ardından katılımcılara sırasıyla, "Videodaki olay bir film sahnesi mi yoksa gerçek bir olay mı?", "Videonun hikayesi nedir?", "Videoda Fen, Matematik, Mühendislik ve Matematik ile ilgili kavramlar nasıl yer aldı?" ve "Videodaki Fen, Matematik, Mühendislik ve Matematik ile ilgilenen bilim insanları kimlerdi? Hangi görevleri gerçekleştirdiler?" soruları yöneltilir.
- **Tartışma:** Katılımcılar, sorular temelinde fikirlerini ifade ederler.
- **Çıkarım:** Video tekrar izlenir. Katılımcıların görevde yer alan olayları Fen, Matematik, Mühendislik ve Matematik ile ilişkilendirmeleri teşvik edilir.

Katılımcıların Mars'a ulaşmanın bilim insanlarının hayal gücü, merakı ve çalışmalarının sonucu olduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.

- *Sorgulama:* Katılımcılara, “Astronomi çok büyüklerin dünyasıdır. Örneğin, Dünya'ya en yakın yıldız olan Proksima Erboğa yaklaşık 40 trilyon kilometre uzağımızdadır. Bu uzaklığı nasıl tanımlarsınız? sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini ifade ederler. Tartışma, farklı bir referans sitemine ihtiyaç duyulabileceğine yönlendirilir.
- *Tanımlama:* Işık yılı ve astronomi birimi kavramları tanımlanır.
- *Sorgulama:* Dünya'dan (Himalaya'lardan) görünen evrene kadar olan gök cisimlerini ve konumlarını kapsayan videoya geçilir. Katılımcılar, videoda yer alan tanımlayabildikleri nesnelere ifade etmeleri için teşvik edilir. Tanımlanamayan gök cisimleri için açıklamalar yapılabilir. Video'da görünen evrenin sınırlarına ulaşıldıktan sonra katılımcılara “Evren yerine neden görünen evren kavramını kullanıyor olabiliriz?”, “Evrenin tamamının haritasını oluşturamamızın nedeni ne olabilir?” ve “Görünen evrenin dışında kalan bölümde neler olabilir?” soruları sırası ile yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, sorular temelinde fikirlerini ifade ederler.
- *Çıkarım:* Katılımcıların ışığın evren ile ilgili bilgi taşıdığı, evrenin gözlemleyemediğimiz bölümlerinin olduğu ve gözlemleyemediğimiz bölümlerinde bildiğimiz her şeyden farklı gök cisimleri olabileceği çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara, “Evrenin merkezi neresi olabilir?” sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini ifade ederler.
- *Çıkarım:* Katılımcıların evrenin sınırlarının bile bilinmediği bir durumda merkezinin belirlenemeyeceği çıkarımına ulaşması beklenir.
- *Sorgulama:* Videoda görünen evrenden Dünya'ya (Himalaya'lara) kadar olan bölüm izlenir. Samanyolu galaksisi içerisindeki yıldızlar tanımlanabildiği bölümde video durdurulur. Katılımcılara “Güneş bu yıldızlardan hangisi olabilir?” ve “Her bir galaksi içerisinde milyonlarca yıldız var. Peki tüm evrende ne kadar yıldız olabilir?” soruları yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini ifade ederler.
- *Çıkarım:* Katılımcıların Güneş'in sıradan bir yıldız olduğu ve görünen evrende sayılamayacak kadar yıldız olduğu ve evrenin insan anlayışının çok ötesinde bir büyüklüğe sahip olduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Evrendeki yerimiz simülasyonu açılır. Katılımcılar, görünen evren videosunda tanımlanan/tanımladıkları gök cisimleri ile evrendeki adresimizi ifade etmeleri için desteklenirler.
- *Tanımlama:* Evrendeki adresimiz görünen evrenden Dünya'ya kadar tanımlanır.
- *Sorgulama:* Sonrasında büyüklük kavramı irdelenir. Katılımcılara “Tanımlayabildiğiniz en büyük nesnelere nelerdir?” sorusu yöneltilir. Tanımlayabildikleri en büyük nesnelere 10'un katları simülasyonundaki benzer büyüklüklerle kıyaslamaları istenir. 10'un katları simülasyonunda 10^1 metreden 10^{27} metreye kadar olan bölüm incelenir. Ardından 10^1 metreden 10^{-34} metreye kadar olan bölüm izlenir.
- *Çıkarım:* Katılımcıların şu anki bilimin çalışma aralığının 10^{-34} m ve 10^{27} m arasında olduğu ve bu aralığın bilimin sınırları anlamına geldiği çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Bazı gök cisimlerinin göreceli büyüklükleri videosu açılır. Video son bölümünde durdurularak videoda yer alan şu soru katılımcılara yöneltilir “VY Canis Majoris yıldızı bilinen en büyük yıldızlardan birisidir. Bu yıldızın

çapı 2.800.000.000 kilometredir. Bu büyüklüğü zihninizde nasıl canlandırıyorsunuz? 900 km/sa hızla hareket eden bir uçakla bu yıldızın çevresinde dolaşsaydınız ne kadar sürede bir tam turu tamamlamayı beklerdiniz?”

- *Çıkarım:* Katılımcıların bu sürenin 1000 yıldan fazla süreceği ve astronominin evrenin en büyükleri ile ilgilendiği çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Değerlendirme:* Etkinlik sonunda katılımcılar astronomi, evren veya uzay ile ilgili en çok merak ettikleri soru veya soruları yapışkan kağıtlara günün tarihi ile birlikte yazarak panoya asarlar. Uygulamalar boyunca bu soruların cevaplarının birlikte araştırılacağı belirtilir. Ardından Evreni keşfetmek çalışma yaprağı II katılımcılara dağıtılır. Böylelikle katılımcılar uygulama öncesi ve sonrasında kendi kendilerini değerlendirirler.



Evreni Keşfetmek Çalışma Yaprağı (Etkinlik Öncesi)

Ad-Soyad:

Tarih:

Cinsiyet:



1) Astronomi nedir? Astronomi denilince aklınıza gelen ilk üç kelimeyi yazınız.

2) Gittiğiniz en uzak yer neresiydi? Gitmek istediğiniz en uzak yer neresidir?

3) Tanımlayabildiğiniz en büyük şey nedir? Özellikleri ile birlikte aşağıdaki boşluğa yazınız.

4) Adresinizi arkadaşınıza nasıl tarif edersiniz? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

5) Evrenin merkezi neresidir? Cevabınıza ilişkin nasıl kanıtlar sunarsınız?

Evreni Keşfetmek Çalışma Yaprağı (Etkinlik Sonrası)**Ad-Soyad:****Tarih:****Cinsiyet:**

1) Astronomi nedir? Astronomi denilince aklınıza gelen ilk üç kelimeyi yazınız.

2) Gittiğiniz en uzak yer neresiydi? Gitmek istediğiniz en uzak yer neresidir?

3) Tanımlayabildiğiniz en büyük şey nedir? Özellikleri ile birlikte aşağıdaki boşluğa yazınız.

4) Evrendeki adresinizi arkadaşınıza nasıl tarif edersiniz? Aşağıdaki boşluğa yazınız.

5) Evrenin merkezi neresidir? Cevabınıza ilişkin nasıl kanıtlar sunarsınız?

Etkinlik adı: Evrenin Kökeni

Amaç

- Evrenin kökenini sorgulamak.
- Büyük patlama ile evrenin oluşumunu ilişkilendirmek.
- Evrenin oluşumundan günümüze kadar gerçekleşen olayları keşfetmek.
- Doğru orantıyı kullanarak matematiksel hesaplamalar yapmak.

Anahtar kavramlar: Evrenin kökeni, büyük patlama, bilimsel bilginin nitelikleri ve doğru orantı

Süre: 2 saat

Önerilen materyaller Kozmos Bir Uzay Serüveni belgeseli 1. bölümü, 2016 yılı takvimi (kozmetik takvim), Flammarion gravürü, kurşun kalem, projeksiyon, bilgisayar ve Evrenin Kökeni çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılara Evrenin Kökeni çalışma yaprağı dağıtılır.
- *Giriş:* Flammarion gravürü, projeksiyon yardımı ile perdeye yansıtılır. Katılımcılara, “Bu resimden nasıl bir anlam çıkarırsınız?” sorusu yöneltilir ve katılımcılar düşüncelerini çalışma yapraklarına yazarlar.
- *Tartışma:* Katılımcılar, düşüncelerini paylaşırlar. Tartışma, bilinen evren, tanımlanamayan evren ve insanın evrenin nasıl oluştuğunu anlama çabasına yönlendirilir.
- *Sorgulama:* İnsanın Dünya’dan evrenin en uzak noktalarına kadar kozmosu keşfetme isteğini konu alan Kozmos Bir Uzay Serüveni belgeseli 1. bölümünün ilk 27 dakikası izlenir. Katılımcılara “Evrenin oluşumdan bu güne kadar önemli bulduğunuz olaylar nelerdir?” sorusu yöneltilir. Katılımcılar, belgeselde izlediklerini de baz alarak çalışma yapraklarının ilgili bölümünü doldururlar. Ardından bu olayları sıralayarak çalışma yapraklarına kaydederler.
- *Tartışma:* Katılımcılar, soru ile ilgili fikirlerini ifade ederler. Katılımcı cevapları tahtaya yazılarak bir kronoloji listesi oluşturulur. Bu listede, Güneş’in oluşumu, Dünya’nın oluşumu, dinazorların yok oluşu ve teleskobun icadı gibi önemli olaylar işaretlenir. Bu olaylar tartışılarak gerçekleşme zamanlarına göre sıralanır.
- *Görev:* Ardından belgesele devam edilir. Belgeselde yer alan “Nadiren 100 yıldan fazla yaşayan insan, kozmosun hikayesinin yayıldığı engin süreyi kavramayı nasıl umabilir ki. Evren 13,8 milyar yaşında. Kozmik zamanı anlamaya çalışmak için onu 1 yıla indirgeyelim”. cümlesi katılımcılara görev olarak verilir. Başlangıç olarak, çalışma yapraklarındaki “Bir yıl (365 gün) kaç saat, kaç dakika ve kaç saniyedir?” sorusunu oran-orantı bağıntılarını kullanarak cevaplarlar. Ardından 2016 yılı takvimi (kozmetik takvim) projeksiyon yardımı ile yansıtılır. Takvim üzerinde yılın ilk günü (büyük patlama) ve yılın son günü (günümüz) işaretlenir. Bu takvimin evrenin tüm tarihini belirttiği vurgulanır. Yapılan bu hesaplama ışığında görev şu şekilde ayrıntılandırılır: “1 takvim yılını 365 gün olarak düşünürsek, 1 ay kaç milyon yıldır?”, “1 gün kaç milyon yıldır?” “1 dakika kaç bin yıldır?” ve “1 saniye kaç yıldır?”
- *Hesaplama:* Katılımcılar, hesaplamaları çalışma yapraklarına oran-orantı kullanarak yaparlar.

- *Görev:* Ardından katılımcılara oluşturulan kronoloji listesinde yer alan olayların gerçekleşme zamanları verilir ve bunları 1 yıllık takvime yerleştirmeleri istenir. Örneğin, “Dinozorlar 65 milyon yıl önce yok oldu, bu kozmik takvimde hangi tarihte gerçekleşmiştir?” ve “Teleskop yaklaşık 400 yıl önce icat edildi, bu kozmik takvimde kaç saniye önce gerçekleşen bir olaydır?”
- *Hesaplama:* Katılımcılar hesaplamaları çalışma yapraklarına oran-orantı kullanarak yaparlar.
- *Tartışma:* Katılımcılar sonuçlarını akranları ile paylaşırlar.
- *Değerlendirme:* Belgeselin kalan kısmı izlenir. Belgeselde yer alan kozmik takvimle, oluşturulan kozmik takvim karşılaştırılır. Katılımcılara “Evrenin oluşumu ile büyük patlama arasında oldukça uzun bir süre var. Bu süre içerisinde başka gezegenlerde yaşam oluşmuş olabilir mi?”, “Bu gezegenlerde Dünya’dakine benzer bir yaşam mümkün olabilir mi?” ve “Dinozorlar kozmik takvime göre çok kısa bir süre önce yok oldu. Bu dinozorlara bakış açınızı değiştirdi mi?” gibi sorular yöneltilir.
- *Notlar:* Etkinlik https://astrosociety.org/edu/astro/act2/H2_Cosmic_Calendar.pdf adresinde yer alan etkinlikten uyarlanmıştır.



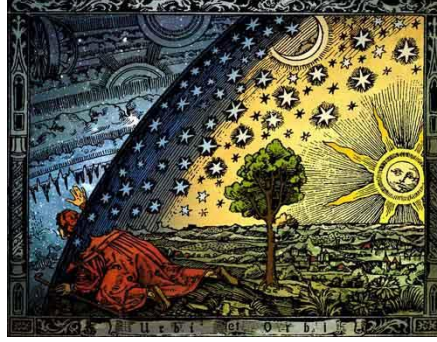
Evrenin Kökenleri etkinliği görselleri

Evrenin Kökeni Çalışma Yaprağı

Ad- Soyad:

Tarih:

Cinsiyet:



Flammarion gravürü

1) Yukarıdaki resmi inceleyerek bir metne dönüştürünüz.

2) Evrenin oluşumundan bu güne kadar önemli bulduğunuz olayları aşağıdaki boşluğa maddeler halinde yazınız.

3) İkinci soruda oluşturduğunuz listedeki olaylar hangi sırayla gerçekleşmiş olabilir?

4) Bir yıl (365 gün) kaç saat, kaç dakika ve kaç saniyedir? İşlemlerinizi aşağıdaki boşluğa yapınız.

5) Size evrenin oluşumundan bu yana gerçekleşen en önemli olay hangisidir?
Neden?

Hesaplamalarınız için aşağıdaki boşluğu kullanabilirsiniz.



KOZMİK TAKVİM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
OCAK	365	364	363	362	361	360	359	358	357	356	355	354	353	352	351	350	349	348	347	346	345	344	343	342	341	340	339	338	337	336	335
ŞUBAT	334	333	332	331	330	329	328	327	326	325	324	323	322	321	320	319	318	317	316	315	314	313	312	311	310	309	308	307			
MART	306	305	304	303	302	301	300	299	298	297	296	295	294	293	292	291	290	289	288	287	286	285	284	283	282	281	280	279	278	277	276
NİSAN	275	274	273	272	271	270	269	268	267	266	265	264	263	262	261	260	259	258	257	256	255	254	253	252	251	250	249	248	247	246	
MAYIS	245	244	243	242	241	240	239	238	237	236	235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	225	224	223	222	221	220	219	218	217	216	215
HAZİRAN	214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	200	199	198	197	196	195	194	193	192	191	190	189	188	187	186	185	
TEMMUZ	184	183	182	181	180	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154
AĞUSTOS	153	152	151	150	149	148	147	146	145	144	143	142	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129	128	127	126	125	124	123
EYLÜL	122	121	120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	
EKİM	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62
KASIM	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	
ARALIK	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Etkinlik adı: Çıplak Gözle ve Teleskop ile Gökyüzü Gözlemi

Amaç

- Temel gökyüzü gözlem becerilerini kullanmak.
- Gök cisimlerini gözlemleyerek keşfetmek.
- Gezegen ve yıldızları elde ettiği kanıtlara dayalı olarak ayırt etmek.
- Aynalı bir teleskobu kullanarak gökyüzü gözlemleri gerçekleştirmek.

Anahtar kavramlar: Çıplak gözle gökyüzü gözlemi, teleskopla gökyüzü gözlemi, kanıta dayalı düşünme, ölçme ve teleskop kullanımı

Süre: 11 saat (2 + 3+ 2 + 2 + 2)

Önerilen materyaller: Meade-Bresser LXD-75 marka teleskop, Levenhuk Skyline PRO 127 MAK teleskop, pusula, yeşil lazer, fener, kurşun kalem, Gökyüzünde Neler Var? ve Gökyüzü Gözlemi çalışma yaprakları

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* En fazla 15 kişilik katılımcı grubuna Gökyüzünde Neler Var? çalışma yaprağı dağıtılır. Çalışma yaprakları incelenir. Çalışma yaprağındaki her bir sorunun bir görevi temsil ettiği belirtilir. Katılımcılar, gözlerini 5 dakika kapatarak karanlığa alıştıırırlar.
- *Giriş:* Katılımcılara, “Gökyüzünde kaç adet gök cismi gözlemleyebilirsiniz?” ve “Bu gök cisimlerinin benzerlikleri ve farklılıkları nelerdir?” soruları yöneltilir.
- *Gözlem:* Katılımcılar, çıplak gözle gök cisimlerini gözlemlerler.
- *Tartışma:* Katılımcılar gözlem sonuçlarını ifade ederler.
- *Çıkarım:* Katılımcıların gökyüzünde sayılamayacak kadar çok ve farklı özellikte gök cismi olduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara pusulalar verilir. “Kuzey yönünü pusula yardımı ile nasıl belirlersiniz?” sorusu yöneltilir. Katılımcılar pusulanın nasıl çalıştığını keşfederler.
- *Gözlem:* Kuzey yönü belirlendikten sonra katılımcılara “Güney batı yönünde kaç tane gök cismi gözlemleyebilirsiniz?” sorusu yöneltilir.
- *Sorgulama:* Gök cisimleri belirlendikten sonra bu gök cisimlerinin konumlarını ve gök cisimleri arasındaki uzaklıkları göreceli olarak nasıl ifade edebilecekleri sorulur.
- *Çıkarım:* Katılımcıların konum ve uzaklıkları ifade ederken bir referans sitemine (bilinen bir büyüklükle bilinmeyen bir büyüklüğün kıyaslanmasına) ihtiyaç duyulduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Tanımlama:* Katılımcılara gökyüzü gözlemlerinde kullanılan temel kavramlar olan, zenit, nadir, gökyüzü, ufuk düzlemi, ekliptik düzlem, kadir sistemi, el ve parmakları kullanarak açı hesaplama (yumruk yaklaşık 10 derece ve serçe parmağı yaklaşık 1 derece gibi), sağ açıklık ve dik açıklık kavramları tanımlanarak uygulamalı olarak gösterilir. Gözlemlenebilen takımyıldızları yeşil lazer yardımı ile işaretlenir. Bu yıldızlar arasındaki açılar el ve parmakları kullanarak ölçülür. Takımyıldızları tanımlanır ve takımyıldızların nasıl oluşturulduğu ifade edilir.
- *Görev:* Katılımcılara şu görev verilir. Çalışma yapraklarınızda yer alan gözlemediğiniz en parlak, büyük ve ilginç gök cisimlerini bulunuz. Bunların

konumlarını temel konumlandırma kavramlarını kullanarak ifade ediniz. Örneğin, tanımlamanızı bir yıldız için batı yönünde ufuk düzleminden yaklaşık 40 derece yukarıda ve kuzey yönüne sağ açıklık olarak 50 derece uzaklıkta şeklinde yapabilirsiniz.

- *Gözlem:* Katılımcılar, verilen görevi gerçekleştirmek için gözlem yaparlar.
 - *Ölçme:* Katılımcılar, el ve parmakları kullanarak gök cisimlerinin konumlarını belirlerler.
 - *Veri toplama ve kaydetme:* Katılımcılar ölçme işlemi sonucunda elde ettikleri verileri ve derece birimini kullanarak kaydederler.
 - *Değerlendirme:* Katılımcılar 2'şer kişilik gruplara ayrılırlar ve çalışma yapraklarını değiştirirler. Yalnızca çalışma yapraklarındaki bilgilere bakarak akranlarının gözlemlediği gök cismini bulmaya çalışırlar. Çalışma yaprakları diğer etkinlikte katılımcılara verilmek üzere toplanır.
- ...
- *Hazırlık:* En fazla 15 kişilik katılımcı grubuna çıplak gözle gökyüzü etkinliğinde kullandıkları Gök Yüzünde Neler Var? çalışma yaprağı dağıtılır.
 - *Giriş:* Teleskop parçaları geniş ve açık bir alana bırakılır. Katılımcılara “Bu parçaları birleştirerek bir teleskop elde etmek için hangi temel birleşenlere ihtiyaç duyarsınız?” sorusu yöneltilir. Katılımcılar, teleskop parçalarına dokunarak keşfetmeleri için desteklenirler.
 - *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini belirtirler. Parçaları optik sistem ve kundak sistemi olarak sınıflandırmaları desteklenir. Tartışma sonucunda teleskop uygulayıcı tarafından kurulur.
 - *Gözlem:* Katılımcılar, teleskobu kullanarak Ay'ı gözlemlerler. Bu aşamada katılımcılar, teleskobu kendilerinin kullanmaları için desteklenir.
 - *Görev:* Katılımcılara çalışma yapraklarında yer alan teleskopla gözlemlediğiniz gök cisimlerinin ortak ve farklı yönlerini belirleyiniz ve teleskopla gözlemlediğiniz gök cisimlerinden her birini ayrıntılı olarak çiziniz görevleri verilir.
 - *Gözlem:* Katılımcılar, verilen görevi yerine getirmek için gözlem yaparlar (Uygulayıcı gözlemleri şekillendirebilir. Uygulayıcı gezegen gözlemleri için ipuçları verebilir. Ancak katılımcıların neyi ve nasıl gözlemleyeceklerini belirtmez. Uygulayıcı, katılımcıların gökyüzünü kendilerinin keşfetmesine olanak sağlar).
 - *Sorgulama:* Katılımcılara, “Gezegen ve yıldızları nasıl birbirinden ayırırsınız?” sorusu yönlendirilir.
 - *Kanıtı dayalı düşünme:* Katılımcılar, gözlemlerinden elde ettikleri kanıtlara dayalı olarak gezegen ve yıldızları birbirinden ayırırlar. Katılımcılar, bu süreçte gök cisimlerinin göreceli hareketlerine ve gök cisimlerinden gelen ışığın özelliklerine ilişkin kanıtlara yönlendirilir.
 - *Değerlendirme:* Katılımcılar, görevleri tamamladıktan sonra yazılı ve görsel olarak oluşturdukları sonuçları akranları ile karşılaştırırlar. Katılımcılar çalışma yapraklarında yer alan “Teleskopla gözlemlediğiniz gök cisimleri dışında hangi gök cisimlerini gözlemlemek istersiniz?” sorusunu nedenleri ile cevaplar ve paylaşırlar. Değerlendirme amacıyla katılımcılara Gökyüzü Gözlemi çalışma yaprakları dağıtılır.
 - *Notlar:* Etkinlik için katılımcılar en fazla 15 kişi olacak şekilde gruplara ayrılır. Etkinlik, her bir grup için tekrarlanır. Etkinlik gece gökyüzü gözlemleri şeklinde gerçekleştirilir. İlk iki gözlem etkinliği, sırasıyla çıplak gözle gökyüzü gözlemi becerisi kazandırmaya ve teleskop kullanımına odaklanmıştır. Diğer üç gözlem

etkinliği katılımcıların bireysel veya küçük gruplarla gerçekleştirdikleri gözlemlerdir. Bu gözlemler, katılımcıların daha fazla gökyüzü gözlemi yapmak istedikleri için gerçekleştirilmiştir. Toplamda her bir katılımcı en az 4 gözlem etkinliğine katılmıştır. İki alışma grubu içinde toplamda 20'ye yakın gözlem etkinliği gerçekleştirilmiştir.



Gökyüzü Gözlemi etkinlikleri görselleri



Gökyüzü Gözlemi Çalışma Yaprağı

Ad-Soyad:

Tarih:

Cinsiyet:

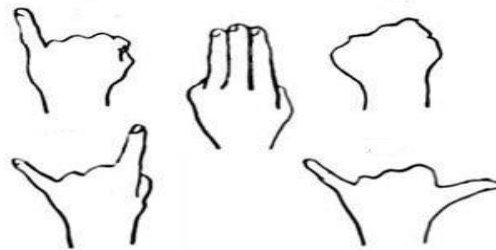


1) Zenit, Nadir, Azimut ve Ufuk düzlemi kavramları nedir?

2) Size gösterilen yıldızın konumunu ufuk koordinat sistemine göre nasıl tanımlarsınız?

3) Yıldızları ve Gezegenleri birbirinden nasıl ayırt edersiniz?

4) Aşağıda elinizle ölçebileceğiniz açılar verilmiştir. Bu açılar yaklaşık kaç dereceye karşılık gelir?



5) Teleskobun temel bileşenleri nelerdir?

6) Bir teleskobun büyütme oranı nasıl hesaplanır?

7) Satürn'ü teleskopla gözlemlemek için hangi adımları izlersiniz? Teleskobun kurulumundan gözlemlerinizi kaydetme aşamasına kadar ayrıntılı olarak açıklayınız.

Gökyüzünde Neler Var? Çalışma Yaprağı

Ad-Soyad:

Tarih:

Cinsiyet:



1) Aşağıdaki cümleleri tamamlayınız.

Gözlemlediğim en parlak gök cismi.....

Gözlemlediğim en büyük gök cismi.....

Gözlemlediğim en ilginç gök cismi.....

2) Teleskopla gözlemlediğiniz gök cisimlerinin ortak ve farklı özellikleri nelerdir?

3) Teleskopla gözlemlediğiniz gök cisimlerinden her birini ayrıntılı olarak aşağıdaki boşluğa çiziniz

4) Teleskopla gözlemlediğiniz gök cisimleri dışında hangi gök cisimlerini gözlemlemek isterdiniz? Neden?

Etkinlik adı: Araştırma Laboratuvarları Merkezi ve Mulaj Müzesi Gezisi

Amaç

- Nano büyüklüğe yakın boyutlarda gerçekleştirilen bilimsel araştırmaları keşfetmek.
- Bilimsel araştırmalarda kullanılan ileri düzey ekipmanları tanımak.
- Malzeme mühendisliği, nanoteknoloji ve epigrafi alanında çalışan bilim insanları ile iletişim kurmak.
- Üniversitelerin buldukları bölgeye kazandırmayı amaçladığı kültürel değerlerle bütünleşmiş mirası tanımak.
- Bilimsel bilginin oluşumunu keşfetmek.
- Sosyal bilimlerin farklı disiplinlerini ve yöntemlerini tanımak.

Anahtar kavramlar: Nanoteknoloji, elektron mikroskobu, bilimsel bilginin doğuşu, Mulaj, sosyal bilimler, kültürel miras, Miletos ve gözlem

Süre: 4 saat (2 + 2)

Önerilen materyaller: TEM (Geçirimli Elektron Mikroskobu), SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ve XRD (X-ışını kırınım ölçer), bilimin doğduğu topraklar sunumu, projeksiyon ve bilgisayar

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Gezinin amacı ve planı, katılımcılar ile paylaşılır. Katılımcılar en fazla 25 kişilik gruplar halinde Araştırma Laboratuvarları Merkezinin bodrum katına inerler.
- *Giriş:* Uygulayıcı kendisini tanıtır, çalışma alanını belirtir. Araştırma Laboratuvarların genel özelliklerinden ve araştırma faaliyetlerinden bahseder.
- *Sorgulama:* “Mikroskopla neler gözlemlediniz?”, “Gözlemlediğiniz nesnelere boyutları nelerdi?” ve “Kullandığınız mikroskoplar nesneyi kaç defa büyüttü?” ve “Peki daha küçük nesnelere nasıl gözlemleriz?” soruları katılımcılara yönlendirilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, mikroskoplarla ilgili deneyimlerini ve fikirlerini paylaşırlar.
- *Tanımlama:* Işık mikroskopları ve elektron mikroskoplarının farkları ve gözlem aralıklarının ne olduğu katılımcılar ile paylaşılır. Elektron mikroskopları ve X-ışını kırınım ölçer cihazlarının nasıl çalıştığı açıklanır.
- *Gözlem:* Farklı büyütme oranlarında elektron mikroskopları kullanılarak çekilen kan pulcukları, polen, odun ve soymuk boruları, saç teli ve karınca gibi nesnelere fotoğrafları gözlemlenir. Gözlemler, nano boyutla ilişkilendirilir.
- *Tartışma:* Katılımcılardan gelen “Bilim insanı olmak için ne gerekir?”, “Bilim insanları her konuda uzman mıdır?”, “Bilim insanları tek başına mı çalışır?” ve “Böyle bir laboratuvarda çalışmak için ne yapmamız gerekiyor?” gibi sorular temelinde tartışma gerçekleştirilir.
- *Çıkarım:* Katılımcıların, bilimsel araştırmalarda uzun süreli emek harcamanın ve proje üretmenin önemli olduğu, nitelikli bilimsel araştırma projelerinde birçok farklı disiplinden araştırmacının birlikte çalıştığı çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Değerlendirme:* Katılımcılar, gezi ile ilgili düşüncelerini ve proje fikirlerini uygulayıcı ve akranları ile paylaşırlar.

...

- *Hazırlık:* Gezinin amacı ve planı katılımcılar ile paylaşılır. Katılımcılar, en fazla 25 kişilik gruplar halinde Mulaj müzesine alınırlar.
- *Giriş:* Uygulayıcı kendisini tanıtır, çalışma alanını ve araştırmalarını belirtir. “Mulaj ya da kopya heykel müzesi nedir?” sorusu katılımcılara yönlendirilir. Mulaj müzesinin genel özelliklerinden ve nasıl oluşturulduğundan bahsedilir.
- *Gözlem:* Müzenin zemin katında bulunan heykel bölümü uygulayıcı eşliğinde gezilir. Heykellerin buldukları yerler ve tarihleri hakkında bilgi alınır.
- *Sorgulama:* Katılımcılara, “Zeus gerçekten yaşamış mıdır?” ve “Poseidon denizlerdeki fırtınalardan sorumlu tutulabilir mi?” gibi sorular yönlendirilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, konu hakkındaki fikirlerini paylaşır. Katılımcılar, bilimsel bilginin kanıt gerektirdiği fikrine yaklaştırılırlar.
- *Çıkarım:* Katılımcıların Zeus ve Poseidon gibi karakterlerin gerçekte tezahür olduğu ve insanın bilinmeyenini açıklamak için kullandığı figürlerden ibaret oldukları çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Bilimsel bilginin doğuşu sunumuna başlanır. Katılımcılara “Antik dönemdeki insanlar astronomiyi ne için kullandılar?” sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar konu hakkındaki fikirlerini paylaşır. Tartışma, bilimin ve teknolojinin hayatı kolaylaştırmak için kullanılabileceği fikrine yönlendirilir.
- *Çıkarım:* Katılımcıların astronominin, tarım faaliyetlerine yönelik zamanı ölçmek ve denizcilik ve ticaret faaliyetlerine yönelik yön bulmak amacıyla antik dönemde sıklıkla kullanıldığı çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara görseller eşliğinde “Astronomi ve astroloji kelimelerinin terim anlamları nedir?” sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, konu hakkındaki fikirlerini paylaşır. Tartışma loji terimine yönlendirilir.
- *Tanımlama:* Astronomi ve astroloji kelimelerinin anlamları belirtilir. Geometri, Jeoloji, Matematik ve Coğrafya gibi kelimelerin etimolojik kökeni irdelenir.
- *Çıkarım:* Katılımcıların ortak bir bilim dilinin, bilimin gelişmesinde önemli olduğu çıkarımına ulaşması beklenir.
- *Sorgulama:* Milattan önce 585 yılında Kızılırmak (Halys) kıyısında Medler ve Lidyalılar arasında yıllardır bir savaş devam etmekteydi. Gerçekleşen bir güneş tutulması bu savaşı sona erdirdi. Bu olağan dışı olayı, tanrılar bizim savaşmamızı istemiyor şeklinde yorumladılar. Ancak bölgenin yaklaşık 200 kilometre yakınındaki Miletos’ta (Aydın şehri yakınlarında) yaşayan Thales, güneş tutulmasının bir doğa olayı olduğunu bilerek gerçekleşme zamanını çoktan hesaplamıştı. Katılımcılara “Bu iki olayı nasıl yorumlarsınız?” sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar konu hakkındaki fikirlerini bilimin nitelikleri bağlamında tartışırlar.
- *Tanımlama:* Mitos ve Logos kavramları tanımlanarak Thales’in ve Miletos’un bilimin doğuşundaki yeri açıklanır.
- *Çıkarım:* Katılımcıların bilimin sorgulama, gözlem ve mantığa dayalı olarak gerçekleştirdiği çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Değerlendirme:* Katılımcılar gezi ile ilgili düşünceleri ve fikirlerini uygulayıcı ve akranları ile paylaşırlar.
- *Notlar:* Gezinin hazırlık aşamasında gerçekleştirilen çalışmalar; gezinin amacının, tarihinin ve kapsamının katılımcılara duyurulması, geziye katılacak katılımcıların listesinin oluşturulması, Üniversite’nin ilgili birimlerinden ve Bilim ve Sanat Merkezi’nden gerekli izinlerin alınması, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin velilerinin bilgilendirilmesi, gezide yer alan uzman öğretim

üyelerinin gezinin amacı, tarihi ve kapsamı ile ilgili bilgilendirilmesi ve Gezi alanına ulaşım olarak sıralanabilir. Ayrıca, bu etkinlik, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Selçuk AKTÜRK ve aynı üniversitenin Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü öğretim üyesi Dr. Öğr. Üyesi Güray ÜNVER tarafından gerçekleştirilmiştir.



Etkinlik adı: Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Amaç

- Uzay araçlarını artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanarak gözlemlemek.
- Güneş sistemini sanal gerçeklik uygulamaları ile keşfetmek.

Anahtar kavramlar: Artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, Güneş sistemi ve uzay araçları

Süre: 2 saat

Önerilen materyaller: Spacecraft 3D akıllı telefon uygulaması, Spacecraft 3D artırılmış gerçeklik(AR) hedefi çıktısı, Güneş sistemi ile ilgili VR videoları, akıllı telefon, VR gözlükleri, internet bağlantısı, projeksiyon ve bilgisayar

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Akıllı telefonlara Spacecraft 3D uygulaması yüklenir. Katılımcılara Spacecraft 3D artırılmış gerçeklik(AR) hedefi çıktıları dağıtılır.
- *Giriş:* “Güneş sistemi içerisinde hangi gezegene neden gitmek isterdiniz?” sorusu katılımcılara yönlendirilir.
- *Gözlem:* Katılımcılar, VR gözlükleri ve Güneş Sistemi videoları ile güneş sisteminde bulunan gök cisimlerini gözlemlerler.
- *Sorgulama:* Katılımcılara “Hangi gök cisimlerini gözlemlediniz?”, “Güneşi diğer gök cisimlerinden ayıran özellikler nelerdi?”, “Size en farklı gelen gök cismi hangisiydi?” ve “Gezegenleri Güneş’e yakınlığına göre nasıl sıralarsınız? gibi sorular yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini paylaşır. Tartışma, gök cisimlerinin büyüklük ve Güneş’e uzaklık gibi kategorilere göre sınıflandırılması ve iç ve dış gezegenlerin farklı özelliklerine yönlendirilir.
- *Çıkarım:* Katılımcıların Güneş Sistemi içerisinde farklı özelliklere sahip çok fazla gök cismi olduğu ve gezegenlerin farklı özelliklere göre sınıflandırıldığı çıkarımlarına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara “Şu anda Mars yüzeyinde hangi araştırmalar yürütülüyor olabilir?” ve “Mars’ta bir insan olmadan nasıl bu araştırmalar yürütülüyor olabilir?” soruları yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, konu hakkındaki fikirlerini paylaşır. Tartışma uzay araçlarına yönlendirilir.
- *Gözlem:* Katılımcılar, Spacecraft 3D uygulaması ile Mars yüzeyinde bulunan Curiosity adlı uzay aracını gözlemlerler. Bu aşamada uygulayıcı, programın kullanılması için katılımcılara yardımcı olabilir. Katılımcılar, uygulamada yer alan diğer uzay araçlarını da incelerler.
- *Sorgulama:* Katılımcılara “Uzay araçlarının benzer ve farklı yönleri nelerdir?” ve “Uzay araçlarının özellikleri nelerdir?” gibi sorular yönlendirilebilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, sorulara yönelik gözlemlerini paylaşırlar.
- *Çıkarım:* Katılımcıların bilimsel araştırmalar için çok fazla uzay aracının uzaya gönderildiği ve bu araçların farklı özelliklere sahip olduğu çıkarımlarına ulaşmaları beklenir.
- *Değerlendirme:* Katılımcılara “Mars’a yönelik neden bu kadar çok araştırma yapılıyor olabilir?”, “Güneş Sistemi dışındaki bir gezegende araştırma yapmak için nasıl bir uzay aracı tasarladınız?”, “Her yıldız Güneş gibi gezegenlere sahip

midir?” ve “Güneş Sistemi içerisinde bir gezegene gitmek isteseydiniz bu hangisi olurdu?” gibi sorular yönlendirilir.



Ek 11. Cesaretlendirici ve Beceri Kazandırıcı Etkinlikler ve Çalışma Yaprakları

İkinci modül kapsamında, mühendislik tasarım süreci temelinde katılımcıların STEM becerilerini desteklemek için gerçekleştirilen etkinlikler ve bu etkinliklerde kullanılan çalışma yaprakları sırası ile aşağıda sunulmuştur.

Etkinlik adı: Gözlem Araçları-I: İğne Deliği Kamera

Amaç

- Işığın doğrusal yayıldığını gözlemlemek.
- Işık ışınlarını kullanarak görüntü oluşturmak.
- Verilen niteliklere uygun bir prototip tasarlamak.
- Tasarlanan bir araç ile gözlem yapmak.

Anahtar kavramlar: Işık ışını, ışığın yayılması, görüntü oluşumu, tasarım ve gözlem

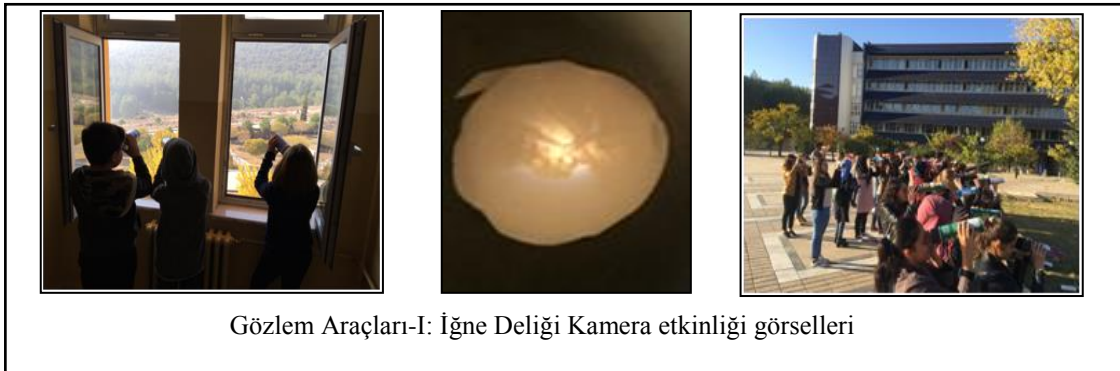
Süre: 2 saat

Önerilen materyaller: İğne deliğine ilişkin görsel, fener, silindir şeklinde ışık geçirmeyen alüminyum çips kutusu, iğne, bant, yapıştırıcı, makas, siyah fon kağıdı, yarı saydam aydınlatma kağıdı, kurşun kalem, tükenmez kalem ve İğne Deliği Kamera çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar, 2'şer kişilik gruplara ayrılır. Her bir gruba bir adet çalışma yaprağı dağıtılır.
- *Giriş:* Güneş tutulması sırasında ağaç yaprakları arasından geçen ve bir evin duvarına yansıyan görüntüyü içeren bir fotoğraf katılımcılara gösterilir. Katılımcılara “Bu görüntünün oluşabilmesi hangi değişkenlere bağlıdır?” sorusu yöneltilir.
- *Tahmin:* Katılımcılar, tahminlerini ifade ederler.
- *Deney:* Fener, aydınlatma kağıdı ve bir iğne deliği kullanılarak görüntünün oluşturulduğu gösteri deneyi gerçekleştirilir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara “Görüntü özelliklerini etkileyen değişkenler nelerdir?” sorusu yönlendirilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, bağımsız, bağımlı ve kontrol değişkenleri bağlamında fikirlerini paylaşırlar. Bu adımda katılımcılar, değişkenleri tanımlama, değişkenleri belirleme ve değişkenlerin birbirleri üzerine etkileri konularında desteklenirler.
- *Görev:* Her bir gruba şu görev verilir: Bir iğne deliği kamera tasarlamamız gerekmektedir. Bu iğne deliği kamera, taşınabilir ve görüntü özelliklerinin değiştirilebildiği bir tasarıma sahip olmalıdır. Bu gözlem aracı ile gözlemler açık havada gerçekleştirilmelidir.
- *Problemin tanımlanması:* Grupların, etkinlik kutusu içerisindeki materyalleri incelemelerine izin verilir. Katılımcılardan çalışma yapraklarındaki konu, araştırma problemi ve problemin çözümünde ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler bölümlerini tükenmez kalemle doldurmaları istenir.
- *Deney:* Katılımcılar, iğne deliğinde görüntü oluşumuna ilişkin deney yapmaları için teşvik edilirler. Deney sırasında tek bir değişkeni değiştirerek bu değişkenlerin görüntü üzerindeki etkisini gözlemlemeleri için desteklenirler.

- *Kanıtı dayalı düşünme:* Katılımcılar deneyde değiştirilen değişkenlerin görüntü üzerine etkilerini karşılaştırırlar.
- *Çözüm Karar verme:* Grup üyeleri deney sonuçları, görüntü oluşumundaki temel değişkenler ve verilen göreve bağlı olarak problemin çözümüne yönelik alternatif çözümler önermeleri için teşvik edilirler.
- *Tasarım:* Katılımcılar, kurşun kalem kullanarak tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çalışma yapraklarına çizerler. Katılımcılardan tasarımlarındaki önemli noktaları ve tasarımın nasıl çalıştığını belirtmeleri istenir. Bu aşamada tasarımlar uygulayıcı tarafından bilimsel kavramlar, tasarımın nasıl çalıştığı, çizimlerin orantılı olması, tasarımın arkasında yatan temel fikir ve malzemeler kriterlerine göre değerlendirilebilir. Uygulayıcı, tasarımları onaylar. Ancak onay, tasarımın çalışıp çalışmaması ile ilgili değil, yalnızca belirtilen değerlendirme kriterlerinin tasarımda var olup olmamasıyla ilgilidir.
- *Prototip oluşturma:* Katılımcılar, tasarımlarına bağlı kalarak etkinlik malzemeleri ile prototipi oluştururlar.
- *Prototipi test etme:* Katılımcılar, prototiplerini test ederler.
- *Yeniden tasarım:* Çalışmayan prototipler için katılımcılar tasarım aşamasına geri dönerler ve tasarımlarını düzeltirler.
- *Yeniden prototip oluşturma:* Yeniden tasarım aşamasındaki tasarıma göre katılımcılar prototipi yeniden oluştururlar.
- *Değerlendirme:* Katılımcılar, iğne deliği kameralarını açık havada gözlem yapmak için kullanırlar. Bu süreçte grupların kameralarını değiştirerek tasarımlarını karşılaştırmaları sağlanır. Görüntü oluşumunu çizerler. Katılımcılara, “Görüntünü özelliklerini (ters-düz, renkli-renksiz ve cisimden büyük-cisimden küçük gibi) nasıl tanımlarsınız?”, “Görüntüyü nasıl daha fazla büyütürsünüz?” ve “Farklı büyüklükteki iğne delikleri görüntünün hangi özelliğini değiştirdi?” gibi sorular yönlendirilebilir. Verilen görev tamamlandıktan sonra gruptan çalışma yaprağında yer alan “Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı?”, “Varsa bunları nasıl düzelttiniz?” ve “Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?” bölümünü tükenmez kalemle doldurmaları istenir. Oluşturulan iğne deliği kameralar toplanarak ürün değerlendirme formu ile değerlendirilir.




Gözlem Araçları-I: İğne Deliği Kamera Çalışma Yaprağı**Grup Üyeleri:****Tarih:****Grup Adı:****Konu****Araştırma problemi****Tasarımda ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler****Tasarımınızı aşağıdaki boşluğa ayrıntılı olarak çiziniz.**

Tasarımınızın nasıl çalıştığını anlatınız.



İğne deliği kamera ile elde edilen görüntünün özellikleri nelerdir? Görüntü oluşumunu aşağıdaki boşluğa çizin.



Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı? Varsa bunları nasıl düzelttiniz? Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?



Etkinlik adı: Gözlem Araçları-II: Usturlap

Amaç

- Astronomi, ölçme ve matematik arasında ilişki kurmak.
- Bir problemin çözümünde bilimsel süreçleri kullanmak.
- Bir problemi çözmek için verilen niteliklere uygun bir prototip tasarlamak.
- Bir ölçme aracı kullanarak ölçmenin doğasını keşfetmek.
- Temel matematiksel hesaplamaları kullanmak.

Anahtar kavramlar: Ölçme, bilimsel süreç, trigonometri, hesaplama, gözlem ve tasarım

Süre: 2 saat

Önerilen materyaller: Plastik açı ölçer, ağırlık (küçük bir taş veya somun), pipet, ip, yapıştırıcı, bant, makas, tükenmez kalem, kurşun kalem, hesap makinesi, şerit metre veya 50 m uzunluğunda ip ve 1m uzunluğunda cetvel, Birüni belgeseli, projeksiyon, bilgisayar ve Gözlem Araçları-II: Usturlap çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar, 2'şer kişilik gruplara ayrılır. Her bir gruba bir adet çalışma yaprağı dağıtılır.
- *Giriş:* Katılımcılara Birüni'nin Dünya'nın çevresini hesaplamak için kullandığı yöntem ve ölçme araçlarını konu alan bir belgeselin 7 dakikalık bölümü izletilir.
- *Tartışma:* Belgeselde yer alan hikaye, geometrik hesaplamalar, ölçmenin doğası ve usturlap temelinde tartışılır. Özellikle bir dağın yüksekliğini hesaplama yöntemi temel alınır. Tartışma, hesaplamalarda kullanılan çizimlerin ve geometrik hesaplamaların formülize edilerek tahtaya yazılması ile sonlandırılır.
- *Görev:* Her bir gruba şu görev verilir: Sizlerin de belgeselde Birüni'nin bir dağın yüksekliğini hesaplaması gibi, bir bayrak direğinin uzunluğunu hesaplamanız gerekmektedir. Bunun için bir ölçme aracı tasarlayarak ölçme işlemlerinizi gerçekleştirmelisiniz.
- *Problemin tanımlanması:* Grupların etkinlik kutusu içerisindeki materyalleri incelemelerine izin verilir. Katılımcılardan çalışma yapraklarındaki konu, araştırma problemi ve problemin çözümünde ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler bölümlerini tükenmez kalemle doldurmaları istenir.
- *Çözüme karar verme:* Grup üyeleri, problemin çözümüne yönelik olarak özellikle tasarlanacak usturlap temelinde teşvik edilir. Grup olarak malzeme, görev ve değişkenler bağlamında en iyi çözüme karar verirler. Bu çözümlerde usturlap, ölçme işleminin uygulanışı ve elde edilen verilerin hangi hesaplamalar ile sonuca dönüştürüleceği önemlidir.
- *Tasarım:* Katılımcılar, kurşun kalem kullanarak tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çalışma yapraklarına çizerler. Tasarımlarındaki önemli noktaları ve tasarımın nasıl çalıştığını belirtirler. Bu aşamada tasarımlar, uygulayıcı tarafından bilimsel kavramlar, tasarımın nasıl çalıştığı, çizimlerin orantılı olması, tasarımın arkasında yatan temel fikir ve malzemeler kriterlerine göre değerlendirilebilir. Uygulayıcı, tasarımları onaylar. Ancak onay tasarımın çalışıp çalışmaması ile ilgili değil, yalnızca belirtilen değerlendirme kriterlerinin tasarımda var olup olmamasıyla ilgilidir.

- *Prototip oluşturma:* Katılımcılar, tasarımlarına bağlı kalarak etkinlik malzemeleri ile prototipi oluştururlar.
- *Prototipi test etme:* Katılımcılar, prototiplerini test ederler.
- *Yeniden tasarım:* Çalışmayan prototipler için katılımcılar tasarım aşamasına geri dönerler ve tasarımlarını düzeltirler.
- *Yeniden prototip oluşturma:* Yeniden tasarım aşamasındaki tasarıma göre katılımcılar prototipi yeniden oluştururlar.
- *Veri toplama ve kaydetme:* Katılımcılar açık alanda bayrak direğinin boyunu belirlemek için veri toplarlar. Bu aşamada katılımcıların geçerli ve güvenilir ölçümler yapmaları beklenir. Toplanması beklenen veriler, bayrak direği ile aynı doğrultuda iki farklı referans noktasından usturlap ile ölçülen açı değerleri ve iki referans noktası arasındaki uzaklıktır. Her bir grup referans noktalarını belirleme, ölçme işlemini gerçekleştirme ve verileri birimleri ile kaydetme süreçlerini işletmeleri için teşvik edilir.
- *Veri analizi:* Elde edilen verilere ilişkin matematiksel hesaplamalar yapılır. Bu aşamada, gerekli trigonometrik değerler ve işlemler için hesap makinesi kullanılabilir.
- *Değerlendirme:* Her bir grup sonuçlarını akranları ile paylaşır. Sonuçların birbirine yakınlığı incelenir. Katılımcılara “Aynı işlemleri gerçekleştirmenize rağmen sonuçların aynı çıkmamasının nedenleri ne olabilir?” sorusu yöneltilir. Grup cevapları tahtaya yazılarak ölçmede hata ve duyarlılık kavramları üzerine tartışılır. Katılımcılar, çalışma yapraklarını ve usturlaplarını başka bir grupta değiştirirler. Usturlapları, kullandıkları yöntemleri ve ölçme sonuçlarını inceleyerek karşılaştırırlar. Verilen görev tamamlandıktan sonra gruptan çalışma yaprağında yer alan “Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı?”, “Varsa bunları nasıl düzelttiniz?” ve “Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?” bölümünü tükenmez kalemle doldurmaları istenir. Oluşturulan usturlaplar toplanarak ürün değerlendirme formu ile değerlendirilir.



Gözlem Araçları-II: Usturlap etkinliği görselleri

Gözlem Araçları-II: Usturlap Çalışma Yaprağı

Grup Üyeleri:
Tarih:
Grup Adı:



Konu

Araştırma problemi

Tasarımda ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler

Tasarımınızı aşağıdaki boşluğa ayrıntılı olarak çiziniz.

Tasarımınızın nasıl çalıştığını anlatınız.

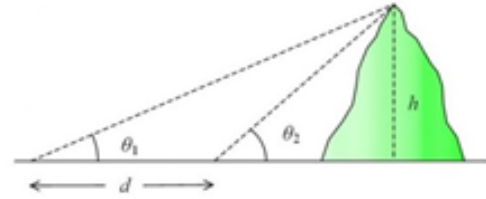
Hesaplamalarınızı aşağıdaki boşluğa yapabilirsiniz.

İhtiyacımız olan değerler:

θ_1 :

θ_2 :

d :



Method of determining height | Source

$$h = \frac{d \tan \theta_1 \tan \theta_2}{\tan \theta_2 - \tan \theta_1}$$

Yukarıdaki 3 değeri ölçünüz. Hesaplamalarınız yapınız. Sonuçlarınızı arkadaşlarınızın sonuçları ile karşılaştırınız. Sonuçlarınız arasında bir farklılık varsa bu fark neden kaynaklanmış olabilir?

Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı? Varsa bunları nasıl düzelttiniz?

Etkinlik adı: Gözlem Araçları-III: Teleskop

Amaç

- Merceklerin ve kırılmalı teleskopların çalışma prensiplerini keşfetmek.
- İki ince kenarlı mercekten oluşan bir optik sistemin görüntüyü ters çevirdiğini fark etmek.
- Temel matematiksel hesaplamaları kullanmak.
- Verilen niteliklere uygun bir prototip tasarlamak.
- Tasarlanan bir gözlem aracı ile gökyüzü gözlemleri gerçekleştirmek.
- Karşılaşılan sorunları tanımlamak ve sorunlara yönelik alternatif çözümler üretmek.

Anahtar kavramlar: Kırılma, mercekler, odak uzaklığı, büyütme oranı, hesaplama, görüntü özellikleri, ölçme, gözlem ve tasarım

Süre: 2 saat

Önerilen materyaller: İki adet ince kenarlı mercek (tercihen $f=15$ cm ve $f=5$ cm) veya farklı odak uzaklığına sahip iki adet büyüteç, 1 L'lik pet şişe, bant, yapıştırıcı, alüminyum folyo, 30 cm uzunluğunda plastik cetvel, makas, fener, kurşun kalem, tükenmez kalem ve Teleskop etkinlik çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar, 2'şer kişilik gruplara ayrılır. Her bir gruba iki adet büyüteç ve bir çalışma yaprağı dağıtılır.
- *Gözlem:* Katılımcılar, büyüteçleri kullanarak parmak izi ve saç teli gibi objeleri gözlemlerler. İnce kenarlı merceklerin nasıl çalıştığını keşfederler.
- *Tartışma:* Katılımcılar, çıplak gözle ve büyüteçlerle gerçekleştirdikleri gözlemlerin benzer ve farklı yönlerini tartışırlar.
- *Gözlem:* Katılımcılar, iki büyüteci aynı doğrultuda tutarak ortamdaki farklı cisimleri gözlemlerler.
- *Sorgulama:* Katılımcılara gözlemlerini detaylandırmaları için “Görüntü net mi?”, “Görüntü düz mü yoksa ters mi?” ve “Görüntü büyük mü yoksa küçük mü?” soruları yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, tek büyüteç ve iki büyüteç ile gerçekleştirdikleri gözlemlerini netlik, düzlük-terslik ve büyüklük-küçüklük gibi görüntü özellikleri temelinde diğer gruplarla tartışırlar.
- *Çıkarım:* Katılımcıların iki mercekten oluşturulan bir sistemin görüntüyü büyütme özelliği olabileceği ve netliğin merceklerin arasındaki uzaklıkla ilişkili olduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Deney:* Uygulayıcı bir gösteri deneyi gerçekleştirir. Bir adet fener yardımı ile ince kenarlı mercekten ışık ışınları geçirilir. Mercekte geçen ışınlar, duvar üzerine düşürülür. Mercek ileri veya geri hareket ettirilerek görüntünün en net olduğu nokta bulunur. Bu nokta ve mercek arasındaki uzaklık cetvel yardımı ile belirlenir ve odak noktası olarak not alınır. Aynı işlem ikinci mercek için de gerçekleştirilir. Bu iki odak uzaklığı oranlanarak iki mercekli sistemin büyütme oranı bulunur.
- *Çıkarım:* Katılımcıların ışığın kırılma özelliğine dayalı olarak odak noktasının bulunabileceği çıkarımına ulaşmaları beklenir.

- *Görev:* Her bir gruba şu görev verilir: Sizlere verilen büyüteçlerle bir teleskop tasarlamamız gerekmektedir. Bu teleskopta mercekler ve bir tüp sistemi bulunmalıdır. Ayrıca her teleskop için büyütme oranları hesaplanmalıdır.
- *Deney:* Katılımcılar, teleskop tasarımı için gerekli odak uzaklıklarını bulmaları için deney yapmaya teşvik edilir.
- *Veri toplama ve kaydetme:* Katılımcılar, odak uzunluklarını birimleri ile kaydederler.
- *Veri analizi:* Katılımcılar, büyütme oranlarını hesaplarlar.
- *Problemin tanımlanması:* Grupların etkinlik kutusu içerisindeki materyalleri incelemelerine izin verilir. Katılımcılardan çalışma yapraklarındaki konu, araştırma problemi ve problemin çözümünde ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler bölümlerini tükenmez kalemle doldurmaları istenir.
- *Çözüme karar verme:* Grup üyelerinin problemin çözümüne yönelik olarak alternatif çözümler önermeleri teşvik edilir. Grup olarak malzeme, görev ve değişkenler temelinde en iyi çözüme karar verirler.
- *Tasarım:* Katılımcılar, kurşun kalem kullanarak tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çalışma yapraklarına çizerler. Katılımcılardan tasarımlarındaki önemli noktaları ve tasarımın nasıl çalıştığını belirtmeleri istenir. Bu aşamada tasarımlar, uygulayıcı tarafından bilimsel kavramlar, tasarımın nasıl çalıştığı, çizimlerin orantılı olması, tasarımın arkasında yatan temel fikir ve malzemeler kriterlerine göre değerlendirilebilir. Bu adımda uygulayıcı tasarımları onaylar.
- *Prototip oluşturma:* Katılımcılar, tasarımlarına bağlı kalarak etkinlik malzemeleri ile prototipi oluştururlar.
- *Prototipi test etme:* Katılımcılar, prototiplerini test ederler.
- *Yeniden tasarım:* Çalışmayan prototipler için katılımcılar tasarım aşamasına geri dönerler ve tasarımlarını düzeltirler.
- *Yeniden prototip oluşturma:* Yeniden tasarım aşamasındaki tasarıma göre katılımcılar prototipi yeniden oluştururlar.
- *Tasarımı geliştirme (Gerekli ise):* Teleskopların büyütme oranlarının artırılması için yeni bir tasarım görevi verilebilir. Grupların kendi çözümlerini üretmeleri desteklenir.
- *Değerlendirme:* Katılımcılar gözlem araçlarını gökyüzü gözlemleri yapmak için kullanırlar. Görüntü özelliklerini belirlerler ve görüntü oluşumunu çalışma yapraklarına çizerler. Katılımcılar, elde ettikleri büyütme oranları ve hareketli veya hareketsiz tüp sistemleri temelinde tasarımlarını diğer gruplarla karşılaştırır ve tartışırlar. Katılımcılar, kırılma ve görüntü özelliklerini göz önünde bulundurarak bilimsel temelli kıyaslamalar yapmaları için desteklenirler. Verilen görev tamamlandıktan sonra gruplardan çalışma yaprağında yer alan “Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı?”, “Varsa bunları nasıl düzelttiniz?” ve “Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?” bölümünü tükenmez kalemle doldurmaları istenir. Teleskoplar toplanarak ürün değerlendirme formuyla değerlendirilir.



Gözlem Araçları-III: Teleskop Çalışma Yaprağı

Grup Üyeleri:
Tarih:
Grup Adı:



Konu

Araştırma problemi

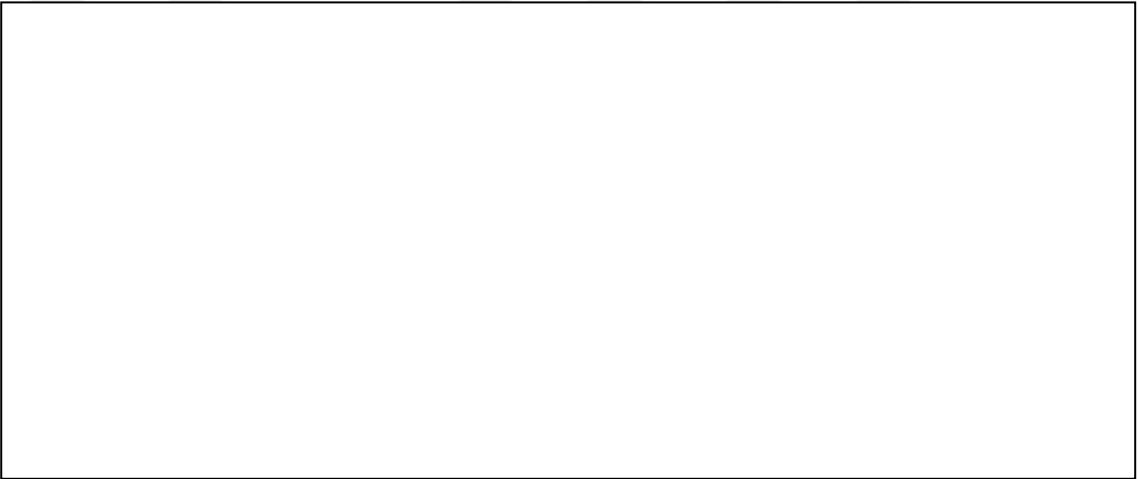
Tasarımda ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler

Tasarımınızı aşağıdaki boşluğa ayrıntılı olarak çiziniz.

Tasarımınızın nasıl çalıştığını anlatınız.



Teleskop ile elde edilen görüntünün özellikleri nelerdir? Görüntü oluşumunu aşağıdaki boşluğa çizin.



Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı? Varsa bunları nasıl düzelttiniz? Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?



Etkinlik adı: Kendi Roketini Tasarla-I: Balon Roket

Amaç

- Basınca sebep olan kuvvetin çeşitli etkenlerden kaynaklanabileceğini keşfetmek.
- Her etki kuvvetine eşit ve zıt yönlü bir tepki kuvveti olduğunu gözlemlemek.
- Deney sonuçlarını birimleri ile kaydetmek ve tablolandırmak.
- Güvenilir ve geçerli ölçümler yapmak.
- Verilen niteliklere uygun bir prototip tasarlamak.

Anahtar kavramlar: Newton'un 3. hareket kanunu, gaz basıncı, veri toplama ve kaydetme, ölçme ve tasarım

Süre: 2 saat

Önerilen materyaller

Farklı büyüklükte 2 adet balon, 1 adet pipet, 10 m uzunluğunda ip (tercihen naylon ip), bant, yapıştırıcı, makas, 1 adet kibrit kutusu (tercihen küçük boy ip), 1 adet silgi, tükenmez kalem, kurşun kalem, şerit metre, kronometre ve Balon Roket etkinlik çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar 3'er kişilik gruplara ayrılır ve balon roket çalışma yaprağı dağıtılır.
- *Gözlem:* Aynı boyutlarda iki adet balon alınır. Birisi az birisi çok şişirilerek aynı anda serbest bırakılır. Katılımcılardan balonun hareketini gözlemlemeleri istenir. Gösteri deneyi bir kez daha tekrarlanır.
- *Sorgulama:* Katılımcılara, "Hangi balon daha fazla yol aldı?", "Balonlar nasıl hareket etti?" ve "Balonların hareketlerinin farklı ve benzer özellikleri nelerdi?" soruları yöneltilebilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. Bu fikirler tahtaya yazılır. Yanıtlar sınıf içi tartışma ile sınıflandırılır. Bu sınıflandırmada hareketin özellikleri ve hareketin sebepleri gibi kriterler oluşturulabilir. Sınıf içi tartışma, kuvvet ve gaz basıncı kavramlarına yönlendirilir.
- *Görev:* Her bir gruba şu görev verilir: "Elimdeki küçük silgi bir kargo ve bu kargoyu içi boşaltılmış kibrit kutusuna yerleştiriyorum. Sadece havanın itme kuvvetini ve etkinlik kutusunda yer alan malzemeleri kullanarak bu kargoyu 8 m uzaklığa en kısa sürede nasıl taşırsınız?".
- *Problemin tanımlanması:* Bu aşamada grupların etkinlik kutusu içerisindeki materyalleri incelemelerine izin verilir. Katılımcılardan çalışma yapraklarındaki konu, araştırma problemi ve problemin çözümünde ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler bölümlerini tükenmez kalemle doldurmaları istenir.
- *Çözüme karar verme:* Grup üyelerinin problemin çözümüne yönelik olarak alternatif çözümler önermeleri teşvik edilir. Grup olarak malzeme, görev ve değişkenler temelinde en iyi çözüme karar verirler.
- *Tasarım:* Katılımcılar, kurşun kalem kullanarak tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çalışma yapraklarına çizerler. Katılımcılardan tasarımlarındaki önemli noktaları ve tasarımın nasıl çalıştığını belirtmeleri istenir. Bu aşamada tasarımlar uygulayıcı tarafından bilimsel kavramlar, bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenleri, tasarımın nasıl çalıştığı, çizimlerin orantılı olması, tasarımın

arkasında yatan temel fikir ve malzemeler kriterlerine göre değerlendirilebilir. Bu adımda uygulayıcı tasarımları onaylar. Ancak onay tasarımın çalışıp çalışmaması ile ilgili değil, yalnızca belirtilen değerlendirme kriterlerinin tasarımda var olup olmaması ile ilgilidir.

- *Prototip oluşturma:* Katılımcılar, tasarımlarına bağlı kalarak etkinlik malzemeleri ile prototipi oluştururlar.
- *Prototipi test etme:* Katılımcılar, prototiplerini test ederler.
- *Yeniden tasarım:* Çalışmayan prototipler için katılımcılar tasarım aşamasına geri dönerler ve tasarımlarını düzeltirler.
- *Yeniden prototip oluşturma:* Katılımcılar, yeniden tasarım aşamasındaki tasarıma göre prototipi yeniden oluştururlar.
- *Veri toplama ve kaydetme:* Bu aşamada beklenen katılımcıların; 8 m uzunluğu belirlemesi, kargonun ulaşma süresini ölçmesi, tekrarlı (en az 2) denemelerle verileri tablo oluşturarak kaydetmeleridir. Bu süreçlerin işletilmesi için her bir grup teşvik edilir.
- *Veri analizi:* Katılımcılar elde ettikleri verileri anlamlandırmak için verileri analiz ederler.
- *Tasarımı Geliştirme (Gerekli ise):* Kargoların 8m uzaklığa ulaşma süresinin nasıl kısaltılabileceğine ilişkin gruplara yeni bir tasarım görevi verilebilir. Grupların kendi çözümlerini üretmeleri desteklenir.
- *Değerlendirme:* Katılımcılar, kargoların belirtilen mesafeye ulaşma sürelerini ifade ederler. Ulaşma süresi en uzun ve en kısa olan tasarımlar karşılaştırılır. Katılımcılara, “Kargonun ulaşma sürelerinin farklı olmasının nedenleri neler olabilir?” sorusu yöneltilir. Tartışma, Newton’un 3. hareket kanununun uygulaması ve gaz basıncı kavramına yönlendirilir. Verilen görev tamamlandıktan sonra gruplardan çalışma yaprağında yer alan “Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı?”, “Varsa bunları nasıl düzelttiniz?” ve “Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?” bölümünü tükenmez kalemle doldurmaları istenir. Oluşturulan balon roketler toplanarak ürün değerlendirme formu ile değerlendirilir.



Kendi Roketini Tasarla-I: Balon Roket etkinliği görselleri

Kendi Roketini Tasarla-I: Balon Roket Çalışma Yaprağı

Grup Üyeleri:
Tarih:
Grup Adı:



Konu

Araştırma problemi

Tasarımda ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler

Tasarımınızı aşağıdaki boşluğa ayrıntılı olarak çiziniz.

Tasarımınızın nasıl çalıştığını anlatınız.



Gerçekleştirdiğiniz etkinlikteki elde ettiğiniz verileri tablo şeklinde aşağıdaki boşluğa kaydediniz.



Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı? Varsa bunları nasıl düzelttiniz? Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?



Etkinlik adı: Kendi Roketini Tasarla-II: Alka Seltzer Roket

Amaç

- Kimyasal tepkimeler sonucu maddelerde oluşan değişimleri gözlemlemek.
- Kimyasal tepkimeler sonucu oluşan basıncın bir kuvvet oluşturabileceğini keşfetmek.
- Bir cismin üzerine etki eden dengelenmemiş kuvvetlerin cismin hareketini değiştireceğini keşfetmek.
- Deney sonuçlarını birimleri ile kaydetmek ve tablolaştırmak.
- Güvenilir ve geçerli ölçümler yapmak.
- Verilen problemin çözümüne yönelik uygun bir prototip tasarlamak.

Anahtar kavramlar: Kimyasal tepkime, Newton'un 2. hareket kanunu, basınç, veri toplama ve kaydetme, ölçme ve tasarım

Süre: 2 saat

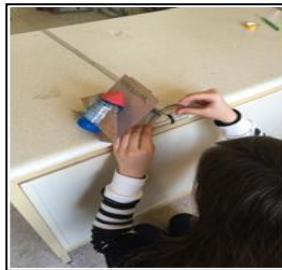
Önerilen materyaller: Alka seltzer tablet, beher, su, kurşun kalem, tükenmez kalem, fotoğraf film kutusu, renkli fon kartonları, makas, yapıştırıcı, bant, kronometre ve Alka Seltzer Roket etkinlik çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar 3'er kişilik gruplara ayrılır ve alka seltzer Roket çalışma yaprağı dağıtılır.
- *Giriş:* Alka seltzer tablet, bir adet beher ve su ile bir gösteri deneyi gerçekleştirilir. Katılımcılara "Beher içerisinde nasıl bir olay gerçekleşmiştir?" sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. Tartışma kimyasal tepkime konusuna yönlendirilir.
- *Çıkarım:* Katılımcıların alka seltzer ile suyun kimyasal bir reaksiyona girdiği ve bunun sonucunda gaz kabarcıkları oluştuğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Görev:* Her bir gruba şu görev verilir: Gösteri deneyinde gerçekleşen durumu kullanarak roket ucu, kanat ve gövde bölümleri bulunan bir roket tasarlamamız gerekmektedir. Bu roketin havada kalma süresinin uzun olması beklenmektedir.
- *Problemin tanımlanması:* Bu aşamada, grupların etkinlik kutusu içerisindeki materyalleri incelemelerine izin verilir. Katılımcılar, tepkime sonucu oluşan gaz basıncının bir itme kuvveti oluşturmak için kullanılabileceği konusunda desteklenebilirler. Katılımcılardan çalışma yapraklarındaki konu, araştırma problemi ve problemin çözümünde ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler bölümlerini tükenmez kalemle doldurmaları istenir.
- *Deney:* Katılımcılar gerçekleştirilen gösteri deneyine benzer deneyler gerçekleştirebilir. Deneylerinde alka seltzer ve su miktarı değişkenlerini değiştirerek tepkime sonucu oluşan gaz miktarının değişimini incelerler. Deneylerinde elde ettikleri sonuçları çözüme karar verme sürecinde kullanmaları beklenmektedir.
- *Çözüme karar verme:* Grup üyelerinin problemin çözümüne yönelik olarak alternatif çözümler önermeleri teşvik edilir. Grup olarak malzeme, görev ve değişkenler temelinde en iyi çözüme karar verirler.
- *Tasarım:* Katılımcılar, kurşun kalem kullanarak tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çalışma yapraklarına çizerler. Katılımcılardan tasarımlarındaki önemli noktaları

ve tasarımın nasıl çalıştığını belirtmeleri istenir. Bu aşamada tasarımlar uygulayıcı tarafından bilimsel kavramlar, tasarımın nasıl çalıştığı, çizimlerin orantılı olması, tasarımın arkasında yatan temel fikir ve malzemeler kriterlerine göre değerlendirilebilir. Bu adımda uygulayıcı tasarımları onaylar. Ancak onay tasarımın çalışıp çalışmaması ile ilgili değil, yalnızca belirtilen değerlendirme kriterlerinin tasarımda var olup olmamasıyla ilgilidir.

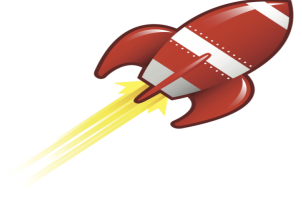
- *Prototip oluşturma:* Katılımcılar, tasarımlarına bağlı kalarak etkinlik malzemeleri ile prototipi oluştururlar.
- *Prototipi test etme:* Katılımcılar, prototiplerini test ederler.
- *Yeniden tasarım:* Çalışmayan prototipler için katılımcılar tasarım aşamasına geri dönerler ve tasarımlarını düzeltirler. Katılımcılar, roket sistemin kimyasal reaksiyon sonucu oluşan gazı depolayıp depolayamadığını test etmeleri için teşvik edilebilir.
- *Yeniden prototip oluşturma:* Yeniden tasarım aşamasındaki tasarıma göre katılımcılar prototipi yeniden oluştururlar.
- *Veri toplama ve kaydetme:* Burada beklenen, roketlerin havada kalma süresinin kronometre yardımı ile ölçülmesi, eklenen alka seltzer ve su miktarlarının kaydedilmesi, tekrarlı (en az 2) denemelerle verileri tablo oluşturarak kaydetme süreçlerinin işletilmesidir. Bu süreçlerin gerçekleştirilmesi için her bir grup teşvik edilir.
- *Veri analizi:* Katılımcılar elde ettikleri verileri anlamlandırmak için verileri analiz ederler.
- *Değerlendirme:* Katılımcılar, sonuçlarını akranları ile paylaşırlar. Tartışma, en uzun süre havada kalan roketlerin tasarımlarına, roketlerin hareketlerine ve alka seltzer ve su oranlarına yönlendirilir. Katılımcılara “Roketlere itme kuvvetini sağlayan nedir?”, “Roketlere eklenen alka seltzer ve su miktarları roketlerin aldıkları mesafeyi nasıl etkilemiştir?”, “Roketler neden alka seltzer ve su eklendikten bir süre sonra harekete geçmiştir?” ve “Tartışma, roketin etkinlik sırasında hareketleri nasıl değişmiştir?” gibi sorular yönlendirilebilir. Tartışma özellikle Newton’un 1. Hareket Kanunu’nun uygulaması ve kimyasal tepkimelerin özellikleri konularına yönlendirilir. Verilen görev tamamlandıktan sonra gruplardan çalışma yaprağında yer alan “Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı?”, “Varsa bunları nasıl düzelttiniz?” ve “Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?” bölümünü tükenmez kalemle doldurmaları istenir. Oluşturulan alka seltzer roketler toplanarak ürün değerlendirme formu ile değerlendirilir.



Kendi Roketini Tasarla-II: Alka Seltzer Roket etkinliği görselleri

Kendi Roketini Tasarla-II: Alka Seltzer Roket Çalışma Yaprağı

Grup Üyeleri:
Tarih:
Grup Adı:



Konu

Araştırma problemi

Tasarımda ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler

Tasarımınızı aşağıdaki boşluğa ayrıntılı olarak çiziniz.

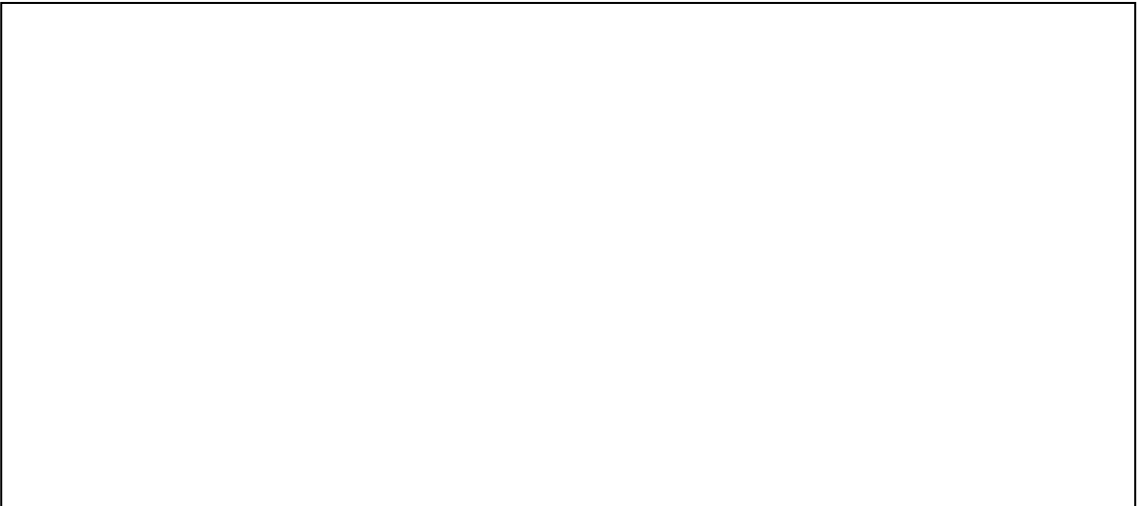
Tasarımınızın nasıl çalıştığını anlatınız.



Gerçekleştirdiğiniz etkinlikte elde ettiğiniz verileri tablo şeklinde aşağıdaki boşluğa kaydediniz.



Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı? Varsa bunları nasıl düzelttiniz? Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?



Etkinlik adı: Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket

Amaç

- Yanma tepkimeleri sonucu maddenin yapısının değiştiğini keşfetmek.
- Bir cisim üzerine dengelenmemiş bir dış kuvvet etki etmedikçe cismin hareket durumunu koruduğunu gözlemlemek.
- Deney sonuçlarını birimleri ile kaydetmek ve tablolastırmak.
- Verilen niteliklere uygun bir prototip tasarlamak.

Anahtar kavramlar: Yanma tepkimeleri, Newton'un 1. hareket kanunu, veri toplama ve kaydetme ve tasarım

Süre: 2 saat

Önerilen materyaller: Büyük boy kibrit kutusu, bambu çubuk, pense, alüminyum folyo, mukavva, makas, mum veya çakmak, alüminyum bant, kibrit roket videoları, projeksiyon, bilgisayar ve Kibrit Roket etkinlik çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar 2'şer kişilik gruplara ayrılır ve Kibrit Roket etkinlik çalışma yaprağı dağıtılır.
- *Giriş:* Bir kibrit etrafına sıkıca alüminyum folyo sarılır ve bu düzenek bir bambu çubuğa sıkıştırılır. Kibrit ucunun sarıldığı bölüme bir çakmak yardımı ile alev tutularak roket ateşlenir. Katılımcılara "Bu roket nasıl harekete geçmiş olabilir?" sorusu yöneltilir.
- *Tahmin:* Katılımcılar, tahminlerini belirtirler.
- *Deney:* Katılımcılar, kibrit roketin nasıl çalıştığını keşfetmek için deneylerini gerçekleştirirler.
- *Kanıtı dayalı düşünme:* Katılımcılar deney sonucunda elde ettikleri kanıtlara göre açıklamalarını yaparlar.
- *Çıkarım:* Katılımcıların alüminyum folyo içerisinde yanan kibritten çıkan gaz moleküllerinin bir basınç oluşturduğu ve bu basıncın serbest kalması ile kibrit roketin hareket ettiği çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Görev:* Her bir gruba şu görev verilir: Grup olarak kibrit roketlerin portatif olarak taşınabileceği bir düzenek hazırlamanız gerekmektedir. Bu düzenek içerisinde, roket ucu, gövde ve kanat tasarımları tamamlanmış 3 adet kibrit roket, fırlatma düzeneği ve tasarım kalıpları olmalıdır. Hazırladığınız bu roketler, yatay eksende en az 5 m uzaklığa ulaşmalıdır.
- *Problemin tanımlanması:* Bu aşamada grupların etkinlik kutusu içerisindeki materyalleri incelemelerine izin verilir. Uygulayıcı, problemin tanımlanması için ek açıklamalar yapabilir. Katılımcılardan çalışma yapraklarındaki konu, araştırma problemi ve problemin çözümünde ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler bölümlerini tükenmez kalemle doldurmaları istenir.
- *Çözüme karar verme:* Grup üyelerinin problemin çözümüne yönelik olarak alternatif çözümler önermeleri teşvik edilir. Gerekli durumlarda katılımcılara hazırlanan farklı kibrit roket tasarımlarına ilişkin videolar izletilebilir. Katılımcılar, kibrit ucu sayısı, alüminyum folyo kalınlığı, fırlatma rampasının açısı gibi değişkenleri göz önünde bulundurmaları için teşvik edilebilirler. Grup olarak malzeme, görev ve değişkenler temelinde en iyi çözüme karar verirler.

- *Tasarım:* Katılımcılar, kurşun kalem kullanarak tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çalışma yapraklarına çizerler. Katılımcılardan tasarımlarındaki önemli noktaları ve tasarımın nasıl çalıştığını belirtmeleri istenir. Bu aşamada tasarımlar uygulayıcı tarafından bilimsel kavramlar, tasarımın nasıl çalıştığı, çizimlerin orantılı olması, tasarımın arkasında yatan temel fikir ve malzemeler kriterlerine göre değerlendirilebilir. Bu adımda uygulayıcı tasarımları onaylar. Ancak onay tasarımın çalışıp çalışmaması ile ilgili değil, yalnızca belirtilen değerlendirme kriterlerinin tasarımda var olup olmamasıyla ilgilidir.
- *Prototip oluşturma:* Katılımcılar, tasarımlarına bağlı kalarak etkinlik malzemeleri ile prototipi oluştururlar.
- *Prototipi test etme:* Katılımcılar, prototiplerini test ederler.
- *Yeniden tasarım:* Çalışmayan prototipler için katılımcılar tasarım aşamasına geri dönerler ve tasarımlarını düzeltirler. Katılımcılar, roket sistemin yanma reaksiyonu sonucu oluşan gazı sıkıştırıp sıkıştıramadığını test etmeleri için teşvik edilebilir.
- *Yeniden prototip oluşturma:* Yeniden tasarım aşamasındaki tasarıma göre katılımcılar prototipi yeniden oluştururlar.
- *Veri toplama ve kaydetme:* Katılımcılar, oluşturdukları fırlatma rampası ve kibrit roketlerle, belirlenen 5 metre sınırına ulaşmak için denemelerini gerçekleştirirler. Bu aşamada her bir deneme için roketin ulaştığı mesafe ölçülerek veriler tablo şeklinde kaydedilir.
- *Veri analizi:* Katılımcılar elde ettikleri verileri anlamlandırmak için verileri analiz ederler.
- *Değerlendirme:* Katılımcılara, “Görevi gerçekleştirebilen roketlerin tasarımları nasıldı?”, “Roketlerinizin hareketini nasıl tanımlarsınız?” ve “Fırlatma rampanızı nasıl konumlandırdınız?” gibi sorular yöneltilebilir. Katılımcılar, sonuçlarını ve gözlemlerini akranları ile paylaşırlar. Katılımcılara “Roketlere itme kuvvetini sağlayan nedir?”, “Roketlerin itme kuvvetini nasıl arttırdınız?”, “Roketler neden alev tutulduktan bir süre sonra harekete geçmiştir?” gibi sorular yönlendirilebilir. Özellikle eylemsizlik ve yanma tepkimeleri konularına tartışma yönlendirilir. Verilen görev tamamlandıktan sonra gruplardan çalışmada yapılagında yer alan “Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı?”, “Varsa bunları nasıl düzelttiniz?” ve “Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?” bölümünü tükenmez kalemle doldurmaları istenir. Oluşturulan kibrit roket düzenekleri toplanarak ürün değerlendirme formu ile değerlendirilir.



Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket etkinliği görselleri

Kendi Roketini Tasarla-III: Kibrit Roket Çalışma Yaprağı**Grup Üyeleri:****Tarih:****Grup Adı:****Konu****Araştırma problemi****Tasarımda ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler****Tasarımınızı aşağıdaki boşluğa ayrıntılı olarak çizin.**

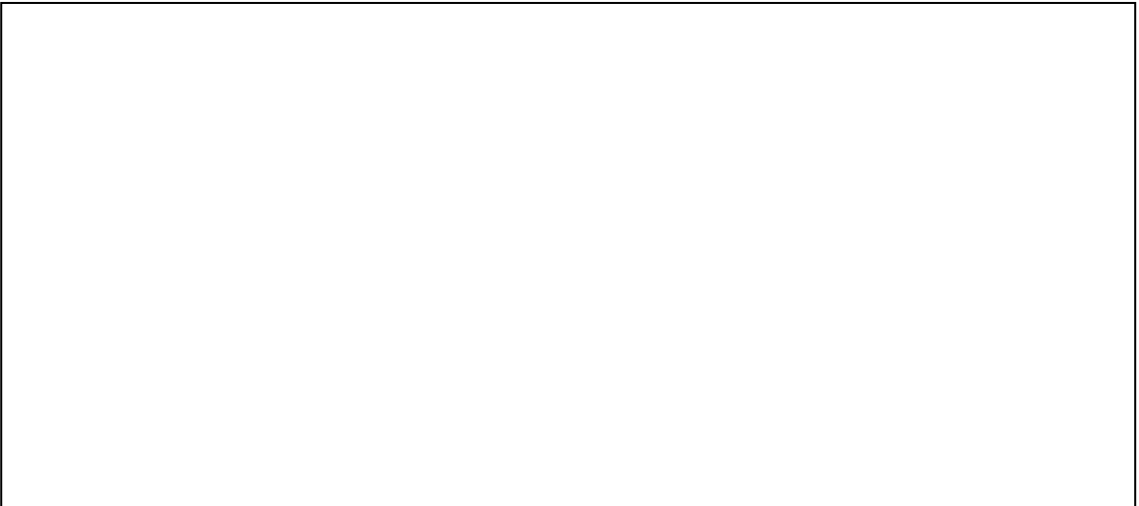
Tasarımınızın nasıl çalıştığını anlatınız.



Gerçekleştirdiğiniz etkinlikte elde ettiğiniz verileri tablo şeklinde aşağıdaki boşluğa kaydediniz.



Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı? Varsa bunları nasıl düzelttiniz? Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?



Etkinlik adı: Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi

Amaç

- Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümünü gözlemlemek.
- Gazların ve sıvıların temas ettikleri yüzeye bir basınç kuvveti uyguladıklarını gözlemlemek.
- Hava direncinin bir cisme etkisini gözlemlemek.
- Güvenilir ve geçerli ölçümler yapmak.
- Tasarım için gerekli nitelikleri belirlemek ve bu niteliklere uygun bir prototip tasarlamak.

Anahtar kavramlar: Kinetik enerji, potansiyel enerji, gaz ve sıvı basıncı, hava direnci, ölçme ve tasarım

Süre: 4 saat (2+ 2)

Önerilen materyaller: 1 L pet şişe, renkli fon kartonları, bant, yapıştırıcı, makas, fırlatma rampası, şerit metre, kurşun kalem, tükenmez kalem, bilgisayar, projeksiyon, uzaya fırlatılan roket videoları ve Su Roketi etkinlik çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar 3'er kişilik gruplara ayrılır ve çalışma yaprakları dağıtılır.
- *Giriş:* Katılımcılara Dünya'dan uzaya fırlatılan bir roketin videosu izletilir. Katılımcılara "Roket nasıl bir tasarıma sahiptir?" sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini ifade ederler. Tartışma sırasında ortaya çıkan fikirler, roket ucu, kanat ve gövde değişkenlerine yöneltilir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara "Roket ucu, kanat ve gövde tasarımına baktığınızda neden bu şekilde tasarlanmış olabilirler?" sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini ifade ederler. Tartışma, hava direnci ve denge gibi kavramlara yöneltilir.
- *Çıkarım:* Katılımcıların roket tasarımlarında çoklu değişkenlerin kullanıldığı çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* İçi 1/3'ü kadar su dolu bir pet şişeye havanın pompalanması ile bir itme kuvvetinin elde edildiği bir video izlenir. Katılımcılara "Bu videoda hangi olaylar gerçekleşmiştir?", "Harekete neden olan şey nedir?" ve "Gerçekleşen olaylar hangi kavramlar ile ilgilidir?" soruları yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini ifade ederler. Tartışma basınç, enerji ve kuvvet konularına yöneltilir. Katılımcılar, oluşan kuvvet dengesini veya dengesizliğini çizerek görselleştirmeleri için teşvik edilirler.
- *Çıkarım:* Katılımcıların havanın etkisiyle kap içerisindeki iç basıncın arttığı suyun aşağı doğru itilirken, cismin aynı büyüklükte ama zıt yönlü bir kuvvetle yukarı doğru itildiği ve potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştüğü çıkarımlarına ulaşmaları beklenir.
- *Görev:* Her bir gruba şu görev verilir: Sizlere verilen 1 L'lik pet şişe ile havanın su üzerinde oluşturduğu basınçtan yararlanarak hareket eden, roket ucu, kanat ve gövdeden oluşan dayanıklı bir roket tasarlamamız gerekmektedir. Ayrıca bu roket, fırlatıldığında yatay doğrultuda en düz şekilde ve en uzağa gidebilecek nitelikte olmalıdır.
- *Problemin tanımlanması:* Bu aşamada grupların etkinlik kutusu içerisindeki materyalleri incelemelerine izin verilir. Katılımcılardan çalışma yapraklarındaki

konu, araştırma problemi ve problemin çözümünde ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler bölümlerini tükenmez kalemle doldurmaları istenir. Katılımcılar, problemi tanımlarken ergonomi ve kütle değişkenlerini göz önünde bulundurmaları için teşvik edilirler.

- *Çözüme karar verme:* Grup üyelerinin problemin çözümüne yönelik olarak alternatif çözümler önermeleri teşvik edilir. Katılımcılar kanat sayısı, roket ucunun şekli ve roket gövdesinin özelliklerini belirlemede desteklenirler. Grup olarak malzeme, görev ve değişkenler temelinde en iyi çözüme karar verirler.
- *Tasarım:* Katılımcılar kurşun kalem kullanarak tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çalışma yapraklarına çizerler. Katılımcılardan tasarımlarındaki önemli noktaları ve tasarımın nasıl çalıştığını belirtmeleri istenir. Katılımcılar, pet şişe içerisinde gerçekleşen enerji dönüşümlerini ve roketin hava direncine karşı nasıl davranacağı çizimleri için de teşvik edilir. Bu aşamada tasarımlar, uygulayıcı tarafından bilimsel kavramlar, tasarımın nasıl çalıştığı, çizimlerin orantılı olması, tasarımın arkasında yatan temel fikir ve malzemeler kriterlerine göre değerlendirilebilir. Uygulayıcı tasarımları onaylar. Ancak onay tasarımın çalışıp çalışmaması ile ilgili değil, yalnızca belirtilen değerlendirme kriterlerinin tasarımda var olup olmamasıyla ilgilidir.
- *Prototip oluşturma:* Katılımcılar, tasarımlarına bağlı kalarak etkinlik malzemeleri ile prototipi oluştururlar.
- *Prototipi test etme:* Katılımcılar, prototiplerini uygulayıcı eşliğinde test ederler. Bu aşamada prototipler içerisindeki su miktarı uygulayıcı tarafından belirlenir.
- *Yeniden tasarım:* Çalışmayan veya test etme aşamasında zarar gören prototipler için katılımcılar tasarım aşamasına geri dönerler ve tasarımlarını düzeltirler. Deneme sırasında zarar gören prototipler için özellikle dayanıklılık kriterine odaklanılır.
- *Yeniden prototip oluşturma:* Yeniden tasarım aşamasındaki tasarıma göre katılımcılar prototiplerini yeniden oluştururlar.
- *Veri toplama ve kaydetme:* Yaklaşık 40 metrelik düz bir çizgi belirlenir ve bu çizginin bir ucuna yatay eksenle 45 derece açı yapan fırlatma rampası yerleştirilir. Her grup kendi su roketlerini en düz şekilde ve en uzağa göndermek amacıyla 3 deneme yapar. Bu aşamada katılımcılar her bir deneme için roketin içindeki su miktarı, fırlatma işleminden sonra roketin düz çizgiye dik uzaklığı (roketin sapma miktarı) ve başlangıç noktasına uzaklığı ile ilgili veriler toplamaları için desteklenirler. Bu verileri tablolara kaydederler.
- *Veri analizi:* Katılımcılar elde ettikleri verileri anlamlandırmak için verileri analiz ederler.
- *Değerlendirme:* Katılımcılar sonuçlarını akranları ile paylaşırlar. En uzağa ulaşan ve en düzgün şekilde ilerleyen roket tasarımları incelenir. Tartışma roket ucu, kanat sayısı, kanat yapısı, gövde tasarımı üzerine yönlendirilir. En uzağa ulaşan roketlere eklenen su miktarları tartışılır. Katılımcılara “Roketlere itme kuvvetini sağlayan nedir?”, “Roketlere eklenen su miktarları roketlerin aldıkları mesafeyi nasıl etkilemiştir?”, “Roket tasarımlarının roketin düzgün yol almasına nasıl katkısı olmuştur?”, “Roketin boş ağırlığı aldığı mesafeyi nasıl etkilemiştir?” “Roketinizin daha uzağa gitmesini nasıl sağlıyorsunuz?” gibi sorular yönlendirilebilir. Tartışma, hava direnci, enerji dönüşümü ve basınç kavramlarına yönlendirilir. Verilen görev tamamlandıktan sonra gruptan çalışma yaprağında yer alan “Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı?”, “Varsa bunları nasıl düzelttiniz?” ve “Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?” bölümünü tükenmez kalemle doldurmaları istenir. Son olarak katılımcılar, “Bir

roketin uzaya ulaşması hangi değişkenlere bağlıdır?” sorusunu çalışma yapraklarına cevaplarlar. Oluşturulan su roketleri ürün değerlendirme formu ile değerlendirilir.



Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi etkinliği görselleri



Kendi Roketini Tasarla-IV: Su Roketi Çalışma Yaprağı**Grup Üyeleri:****Tarih:****Grup Adı:****Konu****Araştırma problemi****Tasarımda ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler****Tasarımınızı aşağıdaki boşluğa ayrıntılı olarak çizin.**

Tasarımınızın nasıl çalıştığını anlatınız.

Gerçekleştirdiğiniz etkinlikte elde ettiğiniz verileri tablo şeklinde aşağıdaki boşluğa kaydediniz.

Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı? Varsa bunları nasıl düzelttiniz? Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?

Bir roketin uzaya ulaşması hangi değişkenlere bağlıdır?

Etkinlik adı: Güneş Saati

Amaç

- Güneşin gün içerisindeki göreceli hareketini gözlemlemek.
- Güneş saati yardımı ile zamanı ölçmek.
- Verilen niteliklere uygun bir prototip tasarlamak.
- Bir problemin çözümünde matematiksel hesaplamaları kullanmak.

Anahtar kavramlar: Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi, enlem, coğrafi kuzey, manyetik kuzey, hesaplama, trigonometri, tasarım ve ölçme

Süre: 4 saat (2+2)

Önerilen materyaller: Güneş saatleri sunumu, fener, kurşun kalem, orta boy mukavva, makas, yapıştırıcı, gönye, pusula, cetvel, ekran, trigonometrik cetvel, projeksiyon, bilgisayar ve Güneş Saati etkinliği çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar, 3'er kişilik gruplara ayrılır. Her bir gruba bir adet çalışma yaprağı dağıtılır. Güneş saatleri sunumu açılır.
- *Giriş:* Katılımcılara "Bizlere en yakın Güneş saati nerededir?" sorusu yöneltilir. Knidos (Datça yakınları) antik kentinde bulunan Güneş saati gösterilir. Güneş saatinin tarihi hakkında bilgi verilir.
- *Deney:* Katılımcılar, bir fener, kalem ve ekran ile deney yaparlar. Yalnızca ekran ve üzerine sabitlenmiş kalemi hareket ettirerek Güneş saatlerinin temel çalışma prensibini keşfederler.
- *Sorgulama:* Katılımcılara "Kullanıldığınız deney malzemeleri neleri temsil etmektedir?" ve "Fener ve ekran üzerine sabitlenmiş kalem arasındaki açıyı değiştirdiğinizde nasıl bir gölge oluşur?" gibi sorular yönlendirilir.
- *Kanıtı dayalı düşünme:* Katılımcılar deney ve gözlemlerinden elde ettikleri sonuçlara dayalı olarak Güneş saatlerinin nasıl çalıştığını açıklarlar.
- *Çıkarım:* Katılımcıların Güneş'in Dünya'dan bakıldığında hareket ediyor gibi görüldüğü, aslında Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesi olayına dayalı olarak Güneş saatlerinin çalıştığı ve Güneş saatlerinin Dünya üzerindeki konumuna göre farklılık gösterdiği çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara "Saatler zamanı öğrenmek için kullandığımız ölçme araçlarıdır. Peki sadece gölgeye bakarak saatin kaç olduğunu nasıl söyleyebilirsiniz?" sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. Tartışma ölçmenin doğasına ve referans sistemlerine yönlendirilir.
- *Tanımlama:* Güneş saatleri sunumu ile farklı referanslara (yatay, dikey veya küresel gibi) göre oluşturulmuş Güneş saatleri tanıtılır. En çok kullanılan Güneş saatlerinin dikey olarak yerleştirilmiş bir çubuğun (Gnomon) gölgesinin, yatay yerleştirilmiş bir yüzeyde saatleri gösteren saat kadranına (Dial) düşmesiyle elde edildiği belirtilir. Düşen gölgenin zaman içerisinde farklı saat çizgilerine denk gelecek şekilde hareket etmesiyle saatin belirlenebileceği vurgulanır. Bu tür güneş saatlerinin doğru zamanı göstermesi için çubuğun manyetik kuzeyi değil, coğrafi kuzeyi gösteriyor olması gerektiği belirtilir.

- *Sorgulama:* “Coğrafi kuzeyi nasıl bulabilirsiniz?” sorusu katılımcılara yönlendirilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. Katılımcılar bir pusula ile fikirlerini denemeleri için teşvik edilirler.
- *Çıkarım:* Katılımcıların coğrafi kuzey ve manyetik kuzeyin farklı noktalar olduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Tanımlama:* Coğrafi kuzey ve manyetik kuzey tanımlanır. Coğrafi kuzeyin yaklaşık olarak kutup yıldızının bulunduğu yön olduğu ve pusula yardımı ile belirlenen manyetik kuzeyden açı düzeltmeleri ile coğrafi kuzeyin bulunabileceği belirtilir.
- *Görev:* Katılımcılara şu görev verilir ve belirtilen görevleri aşamalı olarak gerçekleştirmeleri istenir.
 - 1) Tasarlanması beklenen Güneş saatinde saat mili (Gnomon), Saat kadranı (Dial) ve Saat Çizgileri (Hour lines) olmak üzere üç temel bölüm bulunmalıdır.
 - 2) Saat Kadranı: Saat kadranı saatinizi oluşturacağınız zemindir. Belirlemeniz gereken ilk şey saat kadranının şekli (daire ve dikdörtgen gibi) ve büyüklüğü (yarıçap uzunluğu veya kenar uzunluğu cm cinsinden) gibi değişkenlerdir.
 - 3) Saat çizgileri: Saat çizgileri saat kadranı üzerine yerleştirilecek çizgilerdir. Bu çizgiler toplamda 13 adettir. Her bir çizgi yerel saati gösterecek şekilde 6^{00} ve 18^{00} saatleri arasındaki tam saatleri göstermelidir. Saat kadranı üzerinde öncelikle 6^{00} , 12^{00} ve 18^{00} saatleri belirtilen şekilde işaretlenmelidir.
 - 4) Arada kalan diğer saat dilimleri ise derece cinsinden aşağıdaki şekilde hesaplanmalı ve kadranı üzerine çizilmelidir.

$$\alpha = \arctan(\sin \beta \tan 15n)$$

Beta değeri: Bulduğunuz konumun açı cinsinden değeridir. Konumunuz $37,277^{\circ}$ kuzey enleminde yer almaktadır.

n: Öğleden önceki ya da sonraki saat çizgisinin sayısal değerini ifade eder. Örneğin, saat 13^{00} için bu değer 1; 15^{00} için 3'tür.

Alfa: Bu değer saat kadranı üzerine çizeceğiniz saat çizgisinin açısız değeridir. Yukarıdaki formülde hesaplamamız gereken değerdir. Alfa değerlerini öncelikle bir tabloya listeledikten sonra saat kadranı üzerine çizmeniz gerekmektedir. Sinüs, tanjant ve arctanjant değerlerini trigonometrik cetvel kullanarak belirleyebilirsiniz.

5) Gnomon-Saat mili: Saat mili Güneş ışınlarının saat kadranı üzerinde gölge oluşturmasını sağlar. Bu gölgenin düştüğü saat çizgisi yerel saati ifade eder. Saat mili temelde bir dik üçgendir. Bu dik üçgenin açılardan birisi bulduğunuz enlemin açı değeri ile aynı olmak zorundadır.

- *Problemin tanımlanması:* Grupların etkinlik kutusu içerisindeki materyalleri incelemelerine izin verilir. Katılımcılardan çalışma yapraklarındaki konu, araştırma problemi ve problemin çözümünde ihtiyaç duydukları bilimsel bilgileri bölümünü tükenmez kalemle doldurmaları istenir.
- *Çözüme karar verme:* Grup üyeleri problemin çözümüne yönelik olarak alternatif çözümler önermeleri için teşvik edilir. Gerekli durumlarda katılımcılara Güneş saatlerinin çalışma prensiplerine ilişkin videolar izletilebilir. Katılımcılar, Güneş saatinin şekli, büyüklüğü, saat mili ve saat kadranı oranlarını göz önünde bulundurmaları için teşvik edilebilirler. Grup olarak malzeme, görev ve değişkenler temelinde en iyi çözüme karar verirler.

- *Hesaplama:* Katılımcılar, verilen bilgiler temelinde gerekli matematiksel hesaplamaları yaparlar.
- *Tasarım:* Katılımcılar, kurşun kalem kullanarak tasarımlarını ayrıntılı bir şekilde çalışma yapraklarına çizerler. Katılımcılardan tasarımlarındaki önemli noktaları ve tasarımın nasıl çalıştığını belirtmeleri istenir. Bu aşamada tasarımlar uygulayıcı tarafından bilimsel kavramlar, tasarımın nasıl çalıştığı, matematiksel hesaplamalar, çizimlerin orantılı olması ve malzemeler kriterlerine göre değerlendirilebilir. Bu adımda uygulayıcı tasarımları onaylar.
- *Prototip oluşturma:* Katılımcılar tasarımlarına bağlı kalarak etkinlik malzemeleri ile prototipi oluştururlar.
- *Prototipi test etme:* Katılımcılar prototiplerini test ederler.
- *Yeniden tasarım:* Çalışmayan prototipler için katılımcılar tasarım aşamasına geri dönerler ve tasarımlarını düzeltirler. Katılımcılar, özellikle matematiksel hesaplamalarını kontrol doğrulamaları için teşvik edilebilir.
- *Yeniden prototip oluşturma:* Yeniden tasarım aşamasındaki hesaplamalara ve tasarıma göre katılımcılar prototipi yeniden oluştururlar.
- *Gözlem:* Katılımcılar, Güneş saatlerini açık havada deneyerek gözlemlerler.
- *Sorgulama:* Katılımcılara “Coğrafi kuzeyi nasıl bulursunuz?”, “Güneş saatiniz hangi durumlarda çalışmayabilir?” ve “Güneş saatinizi nasıl konumlandırdınız?” gibi sorular yönlendirilerek gözlemlerini detaylandırmaları desteklenir.
- *Değerlendirme:* Katılımcılara “Güneş saatiniz ile kol saatiniz arasında ölçümlerinizi açısından nasıl farklar vardır?”, “Kol saatiniz mi yoksa güneş saatiniz mi daha hassas ölçüm yapabilir?”, “Güneş saatinizi yılın her günü kullanabilir misiniz?”, “Güneş saatleri Dünya’nın hangi hareketi sonucunda çalışır?” gibi sorular yönlendirilebilir. Verilen görev tamamlandıktan sonra gruplardan çalışma yaprağında yer alan “Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı?”, “Varsa bunları nasıl düzelttiniz?” ve “Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?” bölümünü tükenmez kalemle doldurmaları istenir. Oluşturulan Güneş saatleri toplanarak ürün değerlendirme formu ile değerlendirilir.



Güneş Saati etkinliği görselleri

Güneş Saati Çalışma Yaprağı

Grup Üyeleri:
Tarih:
Grup Adı:



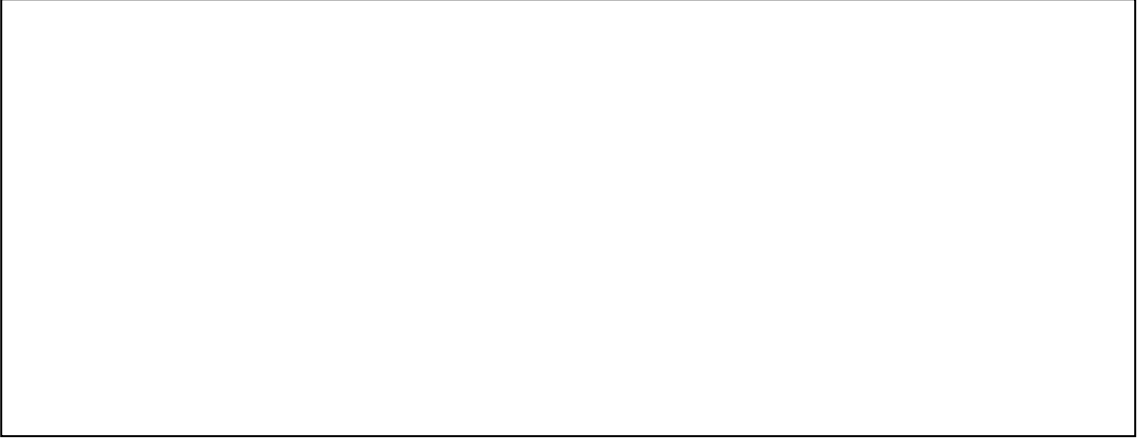
Konu

Araştırma problemi

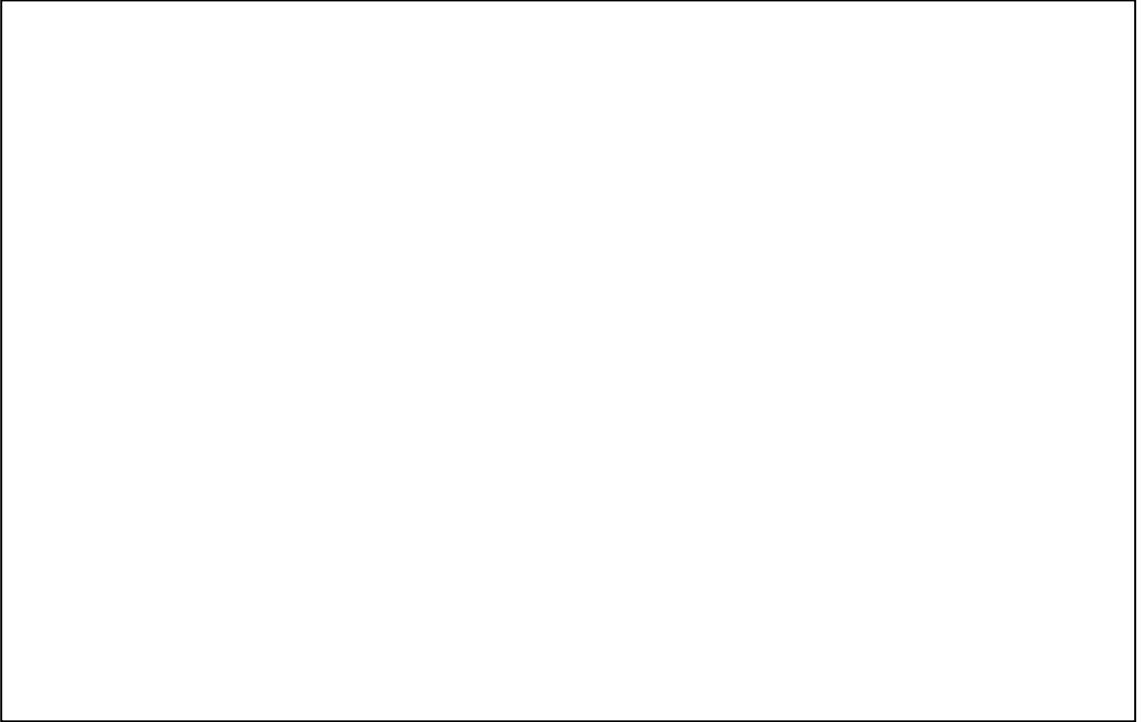
Tasarımda ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler

Tasarımınızı aşağıdaki boşluğa ayrıntılı olarak çiziniz.


Tasarımınızın nasıl çalıştığını anlatınız.



Hesaplamalarınızı aşağıdaki boşluğa yapabilirsiniz.



**Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı? Varsa bunları nasıl düzelttiniz?
Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?**



Etkinlik adı: Dünya, Güneş ve Ay

Amaç

- Dünya, Güneş ve Ay etkileşimini keşfetmek.
- Dünya, Güneş ve Ay'ın Güneş sistemi içerisindeki hareketlerini tanımlamak.
- Dünya, Güneş ve Ay'ın hareketleri sonucu oluşan gök olaylarını modellemek.
- Verilen bir durumdaki değişkenleri belirlemek.
- Elde ettiği kanıtlara dayalı olarak çıkarımlar yapmak.

Anahtar kavramlar: Gölge oluşumu, gece ve gündüz oluşumu, Ay'ın evreleri, Güneş ve Ay tutulması, Mevsimlerin oluşumu, Ay'ın hep aynı yüzünün görülmesi, değişkenleri belirleme, kanıta dayalı düşünme ve model oluşturma

Süre: 3 saat

Önerilen materyaller: Fener, tahta kalem, ekran, mum, kurşun kalem, Stellarium programı, Dünya, Güneş ve Ay modeli, Ay ile ilgili videolar, bilgisayar, projeksiyon ve Dünya, Güneş ve Ay etkinlik çalışma yaprağı I-II

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar, en fazla 15 kişilik gruplara ayrılır. Dünya, Güneş ve Ay modeli kurulur. Dünya, Güneş ve Ay etkinlik çalışma yaprağı I dağıtılır ve katılımcılar çalışma yaprağını doldururlar.
- *Giriş:* Stellarium programı yardımı ile Güneş tutulması simülasyonu izlenir. Katılımcılara “Güneş tutulması hangi fizik konusu ile ilişkilidir?” ve “Güneş tutulmasındaki temel değişkenler nelerdir?” soruları yönlendirilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. Tartışma gölge oluşumu kavramına yönlendirilir.
- *Deney:* Katılımcılar fener, tahta kalem ve ekran ile gölge oluşumuna ilişkin deney yaparlar. Bu aşamada, ekran cisim uzaklığı ve ışık kaynağı cisim arasındaki açı gibi değişkenleri değiştirmeleri için teşvik edilirler.
- *Çıkarım:* Katılımcıların gölge oluşumundaki temel değişkenlerin ışık kaynağı, cisim ve ekran olduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara, “Modelin temsil ettiği gök cisimleri nelerdir?”, “Modelde temsil edilen gök cisimlerinin gerçekteki gök cisimleri ile benzer ve farklı yönleri nelerdir?” ve “Modeldeki gök cisimlerinin özellikleri nelerdir?” gibi sorular yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. Tartışmada katılımcılar, büyüklük, Dünya ve Ay arasındaki 4 derecelik açı, Güneş, Dünya ve Ay'ın bulunduğu düzlem, dönme ve dolanma yönleri, gözlemcinin konumu ve Dünya'nın eksen eğikliği kavramlarına yoğunlaşmaları için desteklenirler.
- *Çıkarım:* Katılımcılardan modellerin gerçeğin birebir kopyaları olmadığı ve sınırlılıklarının olduğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Tanımlama:* Dönme, dolanma, eksen eğikliği ve ekliptik düzlem kavramları model üzerinde tanımlanır.
- *Sorgulama:* Katılımcılara “Türkiye'deki gece ve gündüz oluşumunu model üzeninden nasıl açıklarsınız?” sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini ifade ederler. Gece ve gündüz oluşumu için değişkenleri belirlerler. Katılımcılar, değişkenleri belirleme konusunda desteklenir.

- *Deney:* Katılımcılar belirledikleri değişkenler temelinde gece gündüz oluşumunu model üzerinde denerler.
- *Kanıtı dayalı düşünme:* Katılımcılar, deney sonucunda elde ettikleri verilere göre Türkiye için gece gündüz oluşumunu açıklarlar.
- *Sorgulama:* Katılımcılara “Kuzey kutbu için yaklaşık 6 ay aydınlık olma durumunu model üzeninden nasıl açıklarsınız?” sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. Katılımcılar verilen durum için değişkenleri belirlerler. Katılımcılar değişkenleri belirleme konusunda desteklenir.
- *Deney:* Katılımcılar belirledikleri değişkenler temelinde model üzerinde deney yaparlar.
- *Kanıtı dayalı düşünme:* Katılımcılar deney sonuçlarında elde ettikleri verilere göre kuzey kutbundaki gece gündüz oluşumunu, dünyanın eksen eğikliği temelinde açıklarlar.
- *Çıkarım:* Katılımcıların gece ve gündüzün Dünya’nın farklı noktalarında, Dünya’nın kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu oluştuğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara “Ay’ın evrelerinin oluşumunu model üzeninden nasıl açıklarsınız?” sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. Ay’ın evrelerinin oluşumuna ilişkin değişkenleri belirlerler. Katılımcılar değişkenleri sınırlandırmaları ve ayırt etmeleri için desteklenirler.
- *Deney:* Katılımcılar belirledikleri değişkenler temelinde Ay’ın evrelerine ilişkin model üzerinde deney yaparlar.
- *Kanıtı dayalı düşünme:* Katılımcılar deneyden elde ettikleri verilere göre Ay’ın evrelerini açıklarlar.
- *Tanımlama:* Ayın evreleri yeni ay, ilk dördün, son dördün, dolunay, şişkin ay ve hilal olarak tanımlanır.
- *Çıkarım:* Katılımcıların Ay’ın evrelerinin Ay ve Dünya’nın hareketleri sonucu Güneş’in farklı düzeylerde Ay’ın yüzeyini aydınlatması sonucu oluştuğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara “Güneş ve Ay tutulmasını model üzeninden nasıl açıklarsınız?” sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini ifade ederler. Katılımcılar verilen durum için değişkenleri belirlerler. Katılımcılar değişkenleri belirleme konusunda desteklenir.
- *Deney:* Katılımcılar, belirledikleri değişkenler temelinde model üzerinde deney yaparlar.
- *Kanıtı dayalı düşünme:* Katılımcılar, deneyden elde ettikleri verilere göre Güneş ve Ay tutulmasını açıklarlar.
- *Çıkarım:* Katılımcıların Güneş ve Ay tutulmasının Dünya, Güneş ve Ay’ın hareketleri ve ekliptik düzlem üzerinde aynı doğrultuya gelmeleri sonucu oluştuğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Güneş’i temsil eden bir mum, masanın üzerinde yakılır. Etrafına ekliptik düzlemi temsilen bir elips çizilir. Elipsin üzerine aralık, mart, haziran ve eylül ayları yazılır. Elipsin üzerine düzenekten çıkarılan Dünya modeli yerleştirilir. Katılımcılara “Mevsimlerin oluşumunu bu sistem üzeninden nasıl açıklarsınız?” sorusu yöneltilir.

- *Tartışma:* Katılımcılar, fikirlerini ifade ederler. Verilen durum için değişkenleri belirlerler. Dünya'nın Güneş etrafında dolanması ve Dünya'nın eksen eğikliği değişkenlerine odaklanmaları için desteklenirler.
- *Deney:* Katılımcılar belirledikleri değişkenler temelinde model üzerinde deney yaparlar.
- *Kanıtı dayalı düşünme:* Katılımcılar deneyden elde ettikleri verilere göre mevsimlerin oluşumunu açıklarlar.
- *Çıkarım:* Katılımcıların mevsimlerin Dünya'nın Güneş etrafında dolanması ve Dünya'nın eksen eğikliği sonucu oluştuğu çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Sorgulama:* Katılımcılar, Ay'ın bir aylık bir sürede çekilmiş videosunu izlerler. Katılımcılara "Bu videoda Ay'ın görünümü ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?" sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. Tartışma, Ay'ın evrelerinin değişmesine rağmen görünen yüzünün değişmemesi durumuna yönlendirilir.
- *Sorgulama:* Katılımcılara "Ay'ın Dünya'dan bakıldığında hep aynı yüzünün görülme sebebi ne olabilir?" sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini ifade ederler. İki katılımcıdan birisi Dünya ve diğeri Ay'ı temsil edecek şekilde geniş bir alana geçerler. Katılımcılar fikirlerini iki katılımcının hareketlerini kontrol ederek tartışırlar. Bu aşamada, Ay'ın Dünya'dan bakıldığında hep aynı yüzünün görülme sebebi bir video üzerinden görselleştirilebilir.
- *Çıkarım:* Katılımcıların Ay'ın Dünya'dan bakıldığında hep aynı yüzünün görülme sebebinin Ay'ın kendi eksen etrafında dönme ve Dünya'nın etrafında dolanma süresinin aynı olmasından kaynaklandığı çıkarımına ulaşmaları beklenir.
- *Değerlendirme:* Dünya, Güneş ve Ay etkinlik çalışma yaprağı II katılımcılara dağıtılır ve katılımcılar çalışma yaprağını doldururlar. Böylelikle, etkinlik öncesinde ve sonrasında kendilerini değerlendirirler.



Dünya, Güneş ve Ay etkinliği görselleri

Dünya, Güneş ve Ay Çalışma Yaprağı (Etkinlik Öncesi)**Grup Üyeleri:****Tarih:****Grup Adı:****1) Gece ve Gündüz nasıl oluşur? Aşağıdaki boşluğa çizerek anlatınız.****2) Ay'ın evrelerini aşağıdaki boşluğa çizerek anlatınız.****3) Güneş ve Ay tutulması olaylarını aşağıdaki boşluğa çizin.****4) Mevsimler nasıl oluşur? Aşağıdaki boşluğa çizerek anlatınız.****5) Ay'ın neden hep aynı yüzünü görürüz?**

Dünya, Güneş ve Ay Çalışma Yaprağı (Etkinlik Sonrası)**Grup Üyeleri:****Tarih:****Grup Adı:****1) Gece ve Gündüz nasıl oluşur? Aşağıdaki boşluğa çizerek anlatınız.****2) Ay'ın evrelerini aşağıdaki boşluğa çizerek anlatınız.****3) Güneş ve Ay tutulması olaylarını aşağıdaki boşluğa çiziniz.****4) Mevsimler nasıl oluşur? Aşağıdaki boşluğa çizerek anlatınız.****5) Ay'ın neden hep aynı yüzünü görürüz?**

Etkinlik adı: 3D Hologram

Amaç

- Işık ve madde etkileşimini keşfetmek.
- Astronomi ile ilgili bir olgu veya olayı 3 boyutlu olarak gözlemlemek.
- Literatür taraması yaparak bilimsel bilgiyi, bilgiden ayırt etmek.
- Bilimsel araştırma sürecini deneyimlemek.
- Hesaplamalara dayalı üç boyutlu cisimler oluşturmak.
- Belirlediği değişkenlere uygun bir prototip tasarlamak.
- Farklı bilgisayar yazılımlarını, bir ürün oluşturmak için kullanmak.

Anahtar kavramlar: Işık ve madde etkileşimi, bilimsel araştırma süreci, üç boyutlu cisimler, hesaplama, bilimsel bilginin nitelikleri, bilgisayar teknolojileri ve tasarım

Süre: 8 saat (1+2+ 2 +2+1)

Önerilen materyaller: Akıllı telefon ya da tablet bilgisayar, örnek hologram videosu, cetvel, makas, asetat kâğıdı, kurşun kalem, bant, yapıştırıcı, internet bağlantısı, Movie Maker, Powerdirector ve Audacity yazılımları, projeksiyon, bilgisayar ve 3D hologram çalışma yaprağı

Önerilen uygulama yönergesi

- *Hazırlık:* Katılımcılar, 2'şer kişilik gruplara ayrılır. 3D hologram çalışma yaprağı katılımcılara dağıtılır.
- *Giriş:* Katılımcılara, Star Wars filminden seçilen bir hologram görüntüsü ve hazırlanmış bir hologram düzeneğinde Ay'ın evreleri izletilir. "Bu görüntüler nasıl oluşturulur?" sorusu yöneltilir.
- *Tartışma:* Katılımcılar fikirlerini belirtirler. Tartışma ışık madde etkileşimine (kırılma, soğrulma, yansıma ve saçılma) yönlendirilir.
- *Görev:* Katılımcılara şu görev verilir: Sizlerin de bir astronomi konusu ile ilgili hologram tasarlamamız gerekmektedir. Hologramlarınız en az 3 ve en fazla 4 dakikalık görüntüler içermeli, konu ile ilgili araştırmalarınız ses kaydı ile videoda yer almalıdır. Hologram düzeneğinizde görüntüyü oluşturduğunuz bir hologram aparatı da yer almalıdır. Tasarım süreci, hazırlık ve konunun belirlenmesi, konuya ilişkin araştırma yapılması, videoların hazırlanması, hologram aparatının tasarlanması ve hologram düzeneğinin gözden geçirilmesi ve paylaşılması olmak üzere beş aşamadan oluşmaktadır. Ayrıntılı tasarım süreci aşağıdaki şekilde gerçekleştirilir.
 - 1) Hazırlık ve konunun belirlenmesi: Movie Maker, Powerdirector ve Audacity gibi video hazırlamada kullanılan programlar katılımcılara sunulur. Ancak programlar ayrıntılı olarak tanıtılmaz. Katılımcılar, programları öğrenmeleri için desteklenirler. Katılımcılar araştırma konularını belirlerler.
 - 2) Konuya ilişkin araştırma yapılması: Araştırma konusuna ilişkin kütüphane, web siteleri ve kitaplar gibi kaynaklardan literatür taraması yapılır. Konu ile ilgili bilgiler paylaşılır. Bu aşamada katılımcılar hangi bilgilerin bilimsel nitelikte olduğuna karar vermelidir. Konu ile ilgili literatür eşliğinde bir video öyküsü tasarlanır.
 - 3) Videoların hazırlanması: Videolar çeşitli içerik sağlayıcılardan bulunur veya öğrenciler kendi videolarını tasarlarlar. Videolar öykü temelinde Movie Maker programı ile birleştirilebilir. Audacity programı ile öğrenciler anlatımlarını kaydedebilir. Powerdirector yardımı ile videolar hologram için uygun şekilde

düzenlenebilir. Katılımcıların bunların dışında farklı programlar kullanmaları desteklenir.

4) Hologram aparatının tasarlanması: Hologram aparatının (yansıtıcı) şekli (yüz sayısı gibi), büyüklüğü, hangi materyalden yapılacağı (cam, asetat veya sert plastik gibi) ve hangi ekran (akıllı telefon, tablet veya PC) için uygun olacağına katılımcılar karar verir. Yansıtıcı, hesaplamalar yapılarak çizilir. Hologram aparatı oluşturulur.

5) Hologram düzeneğinin gözden geçirilmesi ve paylaşılması: Hologram düzeneği denir. Eksikleri düzeltilir. 5 dakikalık sunumlar ile ürün paylaşılır.

- *Değerlendirme:* Hologramlarını paylaşmaları sırasında katılımcılara “Bu konuyu seçme nedeniniz nedir?”, “Videoda yer alan bilimsel içerikleri nasıl araştırdınız?”, “Süreçte karşılaştığınız zorluklar nelerdi?” ve “Tasarımınızı nasıl geliştirmek isterdiniz?” gibi sorular yöneltilir. Etkinlik sonunda toplanan ürünler hologram değerlendirme formu ile değerlendirilir.
- *Notlar:* Etkinlik, atölye çalışmaları ile gerçekleştirilir. Bu etkinlikte amaçlanan, katılımcıların bir araştırma-tasarım sürecinde tam sorumluluk alarak bir ürün oluşturmalarıdır. Etkinlik, zorlayıcı görevler (challenging tasks) içermektedir. Bu süreçte uygulayıcı değerlendirme aşamasına kadar çok sınırlı düzeyde araştırma ve tasarımlara müdahale eder. Etkinlik, üçüncü modül olan araştırma ve tasarım projelerine geçiş niteliğindedir.



3D Hologram etkinliği görselleri

3D Hologram Çalışma Yaprağı

Ad-Soyad:

Tarih:

Cinsiyet:



Konu

Araştırma problemi

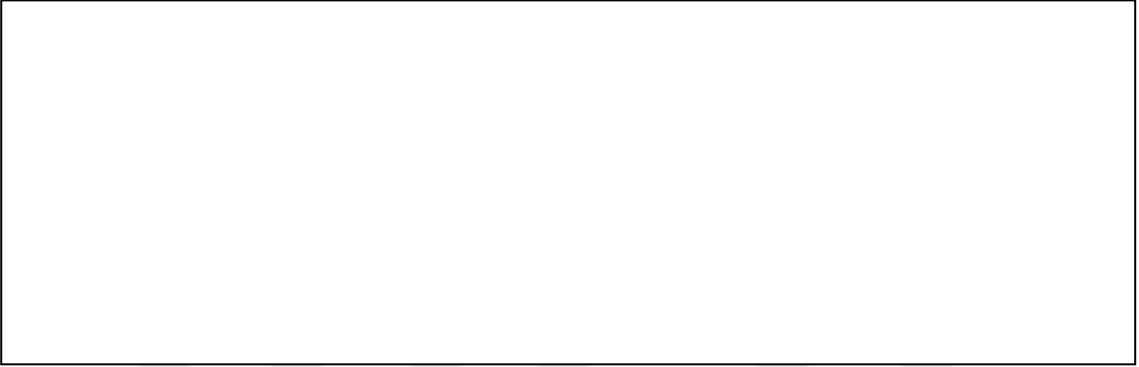
Tasarımda ihtiyaç duyulan bilimsel bilgiler

Aşağıdaki boşluğa video akışınızı yazınız ve hologram aparatını ayrıntılı olarak çiziniz.

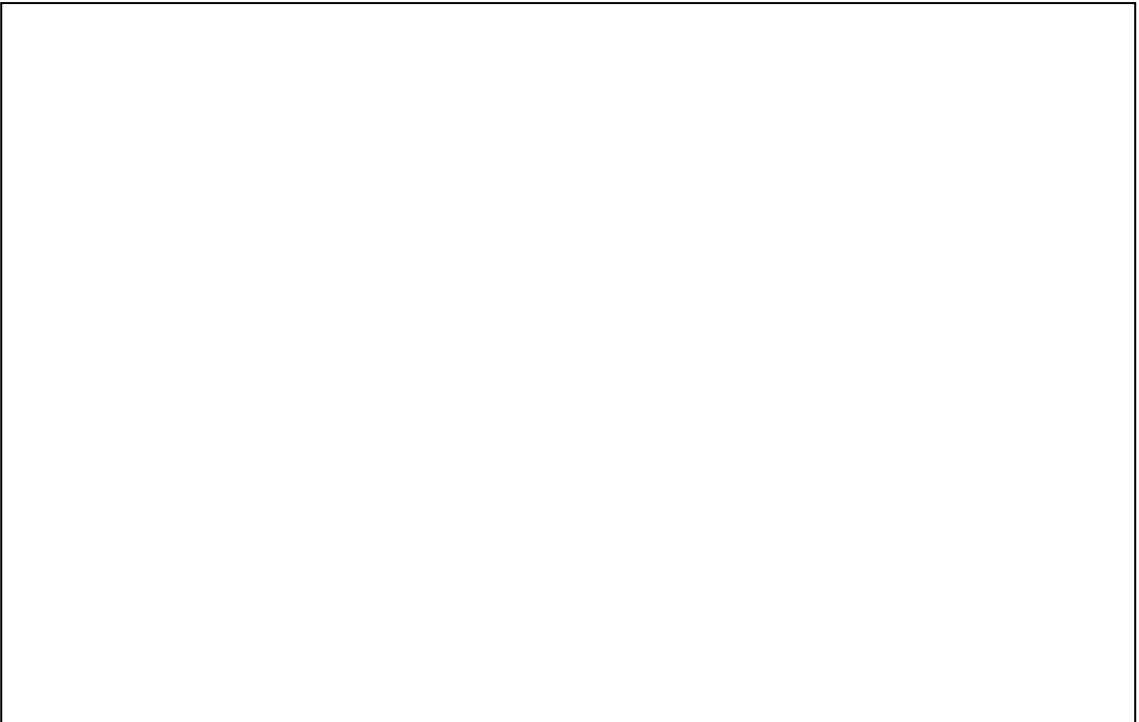
Tasarımınızın nasıl çalıştığını anlatınız.



Hesaplamalarınızı aşağıdaki boşluğa yapabilirsiniz.



**Tasarımınızın çalışmayan yönleri var mıydı? Varsa bunları nasıl düzelttiniz?
Tasarımınızı nasıl geliştirirsiniz?**



Ek 12. Araştırma ve Tasarım Projeleri

Grup Araştırma ve Tasarım Projeleri

1) Uzayda Bilim Nasıl İşler?

Bu projede, öğretmen adaylarından oluşan üç grup ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup bulunmaktadır. Gruplar öncelikle uzay kavramı, uzayın özellikleri ve uzay araştırmaları gibi konular üzerine odaklanarak bilgi toplama aşamasını gerçekleştirmişlerdir. Sonrasında, problemin çözümüne yönelik olarak uzay koşullarını Dünya’da oluşturmak üzerine araştırmalarını şekillendirmişlerdir. Bu süreçte, öğretmen adaylarından oluşan bir grup ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan grup, havasız bir ortam oluşturma ve öğretmen adaylarından oluşan bir diğer grup ise görünür ışığın olmadığı bir ortam oluşturma üzerine yoğunlaşmıştır. Öğretmen adaylarından oluşan son grup ise yerçekimsiz bir ortamı Dünya üzerinde oluşturmayı amaçlamış, ancak alternatif çözümler üretme aşamasında problemi çözemeyeceklerine karar vererek havasız bir ortam oluşturma amacına göre tasarım projelerini düzenlemişlerdir. Gruplar, prototiplerini analiz, test etme ve değerlendirme sürecine dahil etmişler ve gerekli revizyonları tamamlayarak ürünlerini oluşturmuşlardır. Bu aşamada, havasız ortam oluşturmaya hedefleyen gruplar oluşturdukları tasarım içerisindeki basıncı ölçmüşler, ancak tam havasız bir ortam elde edememişlerdir. Tasarımlarını sistem içerisindeki havayı en aza indirecek şekilde revize etmişlerdir. Uzay koşullarını Dünya’da oluşturmaya dayanan tasarımlar, havasız ortamda ses yayılır mı?, Havasız bir ortamda kimyasal tepkimeler nasıl gerçekleşir? ve Işığın olmadığı bir ortamda bitkiler nasıl büyüebilir? gibi soruların cevaplanabildiği tasarımlardır. Oluşturulan ürünler, Uzayda bilim nasıl işler? ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmiştir.



Uzayda bilim nasıl işler? etkinliği görselleri

2) Zaman Alternatif Yollarla Nasıl Ölçülebilir?

Bu projede, öğretmen adaylarından oluşan üç grup ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup bulunmaktadır. Gruplar, bilgi toplama aşamasında ölçme ve referans kavramları bağlamında araştırma yapmışlardır. Bu aşamada, ateş saatlerinden atom saatlerine kadar farklı referanslara dayalı ölçme araçlarının tasarımlarına odaklanmışlardır. Öğretmen adaylarından oluşan bir grup ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan grup anemmatik güneş saati tasarımına yoğunlaşmış, öğretmen adaylarından oluşan diğer gruplar da su saati ve yatay güneş saati tasarlamaya karar vermişlerdir. Güneş saati tasarımları, ayrıntılı matematiksel hesaplamalar ve bu hesaplamalara dayalı bire bir prototipler oluşturmaya gerektirmiştir. Öğretmen adaylarından oluşan gruplar, buldukları bölgenin konumuna göre matematiksel hesaplamalarını yapmışlar ancak prototipi oluşturduktan sonra test ve değerlendirme aşamasında, ürünün gereksinimleri karşılamadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Güneş saatlerini tasarlamak için bilgi toplama aşamasına yeniden dönerek sorunun kaynağını bulmaya çalışmışlardır. Sorunun matematiksel hesaplamalardan kaynaklandığını tespit ettikten sonra hesaplamalarını yinelemişler ve güneş saati hesaplamaya yarayan programlarla hesaplamalarını kontrol etmişlerdir. Bu adımdan sonra tasarımlarını düzenleyerek güneş saatlerini tasarlamışlardır. Anelemmatik güneş saati tasarlayan Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ise matematiksel hesaplamalarını gerçekleştirmişler ve tasarımları temelinde bir model oluşturarak bunu okul bahçesindeki bir alana orantılı şekilde çizmişlerdir. Oluşturdukları modelin çalışıp çalışmadığını değerlendirdikten sonra prototip oluşturma aşamasına geçmişler ve güneş saatlerini tamamlamışlardır. Su saati tasarlamayı hedefleyen grup ise mekanik bir sistem oluşturarak tasarımını gerçekleştirmiştir. Bu aşamada, tasarımın temel ayrıntılarını oluşturmuşlardır. Tasarımın her bir parçası için kullanabilecekleri materyalleri belirlemişler ve bu materyallere göre tasarımlarını tamamlamışlardır. Prototiplerini tamamladıktan sonra test ve değerlendirme aşamasını gerçekleştirmişler, ancak sistemin stabil çalışmaması (belirledikleri referans sistemine göre ölçümlerinin tutarsız olması) sebebiyle tasarım üzerinde revizyonlar gerçekleştirerek ürünlerini oluşturmuşlardır. Oluşturulan ürünler Zaman alternatif yollarla nasıl ölçülebilir? ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmiştir.



3) Uzaya Nasıl Ulaşabiliriz?

Bu projede, öğretmen adaylarından oluşan üç grup ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup bulunmaktadır. Gruplar öncelikle yer çekimi, Newton kanunları, uzay araştırmaları ve roketler ile ilgili bilgi toplamışlardır. Tüm gruplar, bir roket tasarımı gerçekleştirmeye karar vermiştir. Grupların tasarımda odaklandığı temel değişkenler, roket ucu, roket gövdesi, roket kanatları, paraşüt sistemi, yakıt hücresi ve fırlatma rampasıdır. Güvenlik gerekçeleri nedeniyle yakıt hücresi ve fırlatma rampası için gerekli tasarımlar ve materyaller uygulayıcı tarafından sağlanmıştır. Öğretmen adaylarından oluşan bir grup, sağlamlık kriterini temel alarak tasarımlarını oluşturmuştur. Metal malzemelerden oluşan prototiplerini tamamladıktan sonra test ve değerlendirme aşamasında roketin kütlesinin çok fazla olmasından dolayı gereksinimleri

karşılamaadığı sonucuna ulaşmışlardır. Kriterleri belirleme aşamasına dönerek ağırlık kriteri bağlamında yeni bir tasarım belirlemişlerdir. Öğretmen adaylarından ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan diğer gruplar ise ağırlık ve denge değişkenlerini temel alarak tasarımlarını gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adaylarından oluşan gruplardan birisi tasarımına bir kamera eklemiştir. Roket tasarımları için SpaceCAD model roket tasarım programını kullanan gruplar, prototiplerini oluşturmadan önce ilgili tüm değişkenleri modellemişler ve roketlerinin hareketlerini simüle etmişlerdir. Öğretmen adaylarından oluşan bu gruplar, gerekli materyalleri basit ve ucuz malzemelerden bir araya getirerek prototiplerini oluşturmuşlardır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ise tasarımlarını Sketchup yazılımına aktararak prototiplerini 3D yazıcı ile oluşturmuşlardır. Tüm prototipler, test ve değerlendirme işlemine tabi tutulmuş, gerek duyulan durumlarda revizyonlar gerçekleştirilerek ürünler tamamlanmıştır. Oluşturulan ürünler Uzaya nasıl ulaşırız? ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmiştir.



Uzaya nasıl ulaşabiliriz? etkinliği görselleri

4) Hologramlar Nasıl Çalışır?

Bu projede, öğretmen adaylarından oluşan üç grup ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinden oluşan bir grup bulunmaktadır. Gruplar, öncelikle ışığın özellikleri, lazerler, üç boyutlu görüntü oluşumu, hologram türleri ve hologramların kullanım alanları ile ilgili bilgi toplamışlardır. Öğretmen adaylarından oluşan bir grup lazer ışınları ve aynalar yardımı ile bir hologram oluşturmaya yönelik tasarım oluşturmaya karar vermiştir. Ancak, prototiplerini test etme ve değerlendirme aşamasında görüntü odaklama ile ilgili sorunlar yaşamışlardır. Bilgi toplama aşamasına yeniden dönerek tasarımlarını düzenlemişlerdir. Prototiplerini test etme ve değerlendirme aşamasında, tekrar aynı sorunla karşılaşmışlar ve tasarımlarını değiştirerek büyük bir hologram projektörü yapmaya odaklanmışlardır. Öğretmen adaylarından oluşan diğer gruplar ise, portatif tablet ve bilgisayarların kullanıldığı tasarımlar üzerine odaklanmışlardır. Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri ise, üç katmanlı yansıtıcıya dayalı bir hologram düzeneği oluşturmayı tercih etmişlerdir. Gruplar, bu aşama ile birlikte Güneş sistemindeki gök cisimlerinin hareketlerini içeren kendi hologram videolarını oluşturmuş, prototiplerini

test ve değerlendirme aşamasına tabi tutmuşlardır. Özellikle görüntü netliği ve videoların yeniden düzenlenmesi konusunda revizyonlarını gerçekleştirerek ürünlerini oluşturmuşlardır. Ürünler Hologramlar nasıl çalışır? ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmiştir.



5) Uzayı Nasıl Gözlemleyebiliriz?

Bu projede, öğretmen adaylarından oluşan bir grup bulunmaktadır. Grup öncelikle gözlem araçları, teleskoplar, ışık madde etkileşimi, mercekler, aynalar ve görüntü özellikleri ile ilgili bilgi toplama aşamasını gerçekleştirmiştir. Ardından Galileo'nun ilk teleskop tasarımı üzerine odaklanmış ve tasarım kriterlerini belirlemiştir. Oluşturdukları tasarım temelinde prototiplerini oluşturmuşlar, test etme ve değerlendirme aşamasını gerçekleştirmişlerdir. Bu aşamada, görüntü netliği ve sağlamlık değişkelerinde sorunlar tespit etmişler ve bilgi toplama aşamasına dönerek mercek tipleri ve teleskop kundaıkları konuları ile ilgili bilgi toplamışlardır. Elde ettikleri yeni bilgiler ışığında, kriterlerini değiştirerek tasarımlarını geliştirmişlerdir. Güncelledikleri tasarımı, prototiplerine uygulayarak test ve değerlendirme aşamasına geçmişler ve 8 kat büyüten bir teleskop oluşturmuşlardır. Oluşturulan ürün Uzayı nasıl gözlemleyebiliriz? ürün değerlendirme formu ile değerlendirilmiştir.



Bireysel Araştırma ve Tasarım Projeleri

Bireysel projeler, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin bir araştırma probleminin çözümüne yönelik olarak gerçekleştirdikleri araştırma odaklı etkinliklerdir. Bu projeler, katılımcıların uygulama sürecinde kendilerinin oluşturdukları araştırma problemlerini içermektedir. 21. Yüzyılda Galileo Galilei, Ay'daki Kraterler Nasıl Oluşturdu?, İğne Deliğinden Fotoğraflar, Karanlıkta Görebilir Miyiz?, Teleskopla Jüpiter, Astronomi mi? Astroloji mi? olmak üzere altı adet bireysel araştırma ve tasarım projesi bulunmaktadır. Projelerin gerçekleştirilmesi için 8 haftalık bir süre belirlenmiştir. Bu projeler, TÜBİTAK (2015) tarafından önerilen araştırma projesi, araştırma ve geliştirme projesi ve bilgi araştırma projesi gerçekleştirme aşamalarına uygun olarak düzenlenmiştir. 21. yüzyılda Galileo Galilei projesi, araştırma projesi kapsamındadır. Bu süreçteki temel aşamalar, araştırma sorusu bulma, araştırma tasarlama, veri toplama ve yorumlama ve sunum aşamalarıdır. Astronomi mi? Astroloji mi? projesi ise bilgi araştırma projesi kapsamındadır. Bu süreçteki temel aşamalar; araştırma konusu/sorusu belirleme, araştırma tasarlama, bilgi toplama ve sentezleme ve sunum aşamalarıdır. Ay'daki Kraterler Nasıl Oluşturdu?, İğne Deliğinden Fotoğraflar, Karanlıkta Görebilir miyiz? ve Teleskopla Jüpiter projeleri ise araştırma ve geliştirme projeleri kapsamında değerlendirilebilir. Bu tür projelerde temel aşamalar; fikir oluşturma, ürünü/deneyi tasarlama, deneme-geliştirme-deneme ve sunum aşamalarıdır. Araştırma sonuçları, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri tarafından birer postere dönüştürülerek sunuma hazırlanmıştır. İlgili projelerin özetleri sırası ile aşağıda sunulmuştur.

1) 21. Yüzyılda Galileo Galilei

Projenin amacı, 1564-1642 yılları arasında yaşamış tarihin en önemli astronomları arasında yer alan Galileo Galilei'nin, teleskobun icadı ile gerçekleştirdiği gökyüzü gözlemlerini günümüz teleskopları ile yeniden canlandırmaktır. Öncelikle, Galileo Galilei'nin yaşamı ve gökyüzü gözlemleri ile ilgili kaynaklara ulaşılmış ve bu gözlemleri nasıl gerçekleştirdiği incelenmiştir. Ardından aynalı bir teleskopla hava şartlarının uygun olduğu dönemlerde Ay gözlemleri yapılmıştır ve gözlemler kaydedilmiştir. Veri toplama süreci sonrasında, kaynak taramasından elde edilen Galileo'nun çizimleri ve notları ile teleskop gözlemiyle elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Araştırma sonunda, Galileo 21. Yüzyılda yaşasaydı neleri farklı/aynı gözlemlerdi sorusuna yanıt bulunmaya çalışılmıştır.

2) Ay'daki Kraterler Nasıl Oluşturdu?

Projenin amacı, Ay'daki kraterlerin nasıl oluştuğunun araştırılmasıdır. Yanıtı araştırılan problemler ise, farklı büyüklük ve şekillerdeki kraterlere neyin sebep olduğudur. Bu amaçla, Ay yüzeyinin ayrıntılı bir haritasına ulaşılmış ve kraterlerin farklı ve benzer yönleri ortaya konulmuştur. Projenin ikinci aşamasında, deney düzeneği oluşturularak (Ay yüzeyini temsil eden bir zemin ve çarpan gök cisimlerini temsil eden kütleler) veriler toplanmıştır. Çarpan cisim ile ilgili değişkenler (kütle ve çap), hassas tartı ve kumpas yardımıyla oluşan kraterler ile ilgili değişkenler (derinlik ve krater çapı) ise kumpas ve cetvel yardımı ile ölçülmüştür. Elde edilen veriler tablo olarak kaydedilmiştir. Araştırma sonucunda, Ay'da kraterlerin Ay yüzeyine çarpan cisimlerin farklı özelliklerine göre değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

3) İğne Deliğinden Fotoğraflar

Fotoğraf, doğada var olan ve görülebilen nesnelere, ışık ve bazı kimyasal maddeler aracılığıyla film, kâğıt veya herhangi bir madde üzerine kaydedilmesidir. Projenin amacı, ilk fotoğraf makinelerini yeniden oluşturularak fotoğraf çekebilmeektir. Bu amaçla,

öncelikle ışık, ışığın özellikleri, ışık türleri, iğne deliği kameraların çalışma prensipleri ve görüntünün kaydedilmesi için yazılı ve görsel kaynaklardan alanyazın taraması yapılmıştır. İğne deliği kamera, fotoğraf çekimlerine uygun şekilde elde edilmiş ve farklı cisimlerin fotoğrafları çekilmiştir.

4) Karanlıkta Görebilir Miyiz?

Proje, insanlar neden karanlıkta göremez? sorusu üzerinden oluşmuştur. Bu adımda, cevap verilmesi gereken temel sorular “Görme nedir? Görme hangi değişkenlere bağlıdır? ve Farklı canlıları nasıl görürler?” sorularıdır. Görme olayında temel değişkenlerden birisinin ışık olduğu bellidir. Peki karanlık olarak tanımladığımız olgu nedir? Farklı ışık türlerinde insanlar nasıl görür? Bu amaçla, öncelikle ışık türleri incelenmiştir. Günlük hayatımızda karşımıza çıkan görünür ışık dışında yer alan ışık türleri nelerdir? sorusuna yönelik kaynaklar tarandıktan sonra, Bu ışık türlerini nasıl görebiliriz? sorusuna yanıt aranmıştır. Temel prensibi ışığı kaydetmek olan görüntüleme sistemleri incelenmiş ve kızılötesi ışığı kaydeden kızılötesi kameralar üzerinde durulmuştur. Bu kameralar, gece görüş özelliğine sahiptir ve temelde kızılötesi ışığı kaydederler. Böyle bir kamera elde etmek için bir adet web cam alınmış ve kızıl ötesi filtresi çıkarılarak modifiye edilmiştir. Modifiye edilen bu kamera ile karanlık ortamlarda görüntü elde edilebilmekte, ayrıca kızılötesi ışık yayan televizyon kumandası gibi aygıtlar tespit edilebilmektedir.

5) Teleskopla Jüpiter

Bu projenin amacı, Jüpiter’in uydularını el yapımı bir teleskopla gözlemlemektir. Projede yanıt aranan ilk soru, Jüpiter ve uydularını gözlemleyebilmek için hangi bilimsel bilgilere ihtiyaç duyulduğudur. Bu amaçla, teleskopların nasıl çalıştığına ve hangi değişkenlerin teleskoplardan elde edilen görüntüyü etkilediğine yönelik kaynak taraması yapılmıştır. Sonrasında, bu bilgilere uygun olarak, mercekler seçilmiş ve prototip bir tasarım yapılarak çalışıp çalışmadığı denenmiştir. Jüpiter ve uydularının gözlemleri, hem tasarlanan teleskopla hem de aynalı bir teleskopla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, tasarlanan teleskop ile Jüpiter’in net bir şekilde gözlemlenebilmesi için geliştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak aynalı teleskopla gerçekleştirilen gözlemlerde Jüpiter ve 4 uydusu gözlemlenebilmiştir.

6) Astronomi mi? Astroloji mi?

Projenin amacı, kanıtlara dayalı olarak burçların, dolayısıyla astrolojinin bilim dışı bir sistem olduğunun ortaya konulmasıdır. Bu amaçla, araştırmada ulusal gazetelerin astroloji bölümlerinde yer alan günlük ve aylık burç yorumları toplanmıştır. Bunların birbirine benzer ve farklı yönleri kaynak taraması sonucu elde edilen bilimsel bilginin kriterlerine göre listelenmiştir. Bu yorumlar incelenerek tutarsız yönler ortaya konulmuştur. Araştırmada ortaya çıkan sonuçlar, bir gazete haberine dönüştürülüp sunulmuştur.

Bu projeler sonunda hazırlanan posterler aşağıda sunulmuştur.

Yirmi Birinci Yüzyılda Galileo Galilei

Özet
Galileo Galilei, İtalyan bilim insanıdır. Astronomi, fizik ve mühendislik alanlarında yaptığı çalışmalarla bilinen bir bilim insanıdır. İlk teleskopu icat eden ve bu teleskopla yaptığı gözlemlerle astronomiye büyük katkıları olan bir bilim insanıdır. Galileo'nun çalışmaları, Newton'un çalışmalarıyla birlikte modern fizik ve astronomiye temel oluşturmuştur.

Uygulama Prosedürü
1. Galileo'nun teleskopunun yapısını inceleyin.
2. Galileo'nun teleskopunun çalışma prensibini araştırın.
3. Galileo'nun teleskopunun icadını ve kullanımını araştırın.

Kaynaklar
1. Galileo Galilei, "Diálogo e Lettere", Roma, 1632.
2. Galileo Galilei, "Sidereus Nuncius", Padova, 1610.

Öğretmen Soruları
1. Galileo Galilei'nin teleskopunun icadının astronomiye etkisi nedir?
2. Galileo Galilei'nin teleskopunun çalışma prensibi nedir?
3. Galileo Galilei'nin teleskopunun icadının fizik alanındaki etkisi nedir?

Ay'daki Kraterler Nasıl Oluştu?

Özet
Ay'daki kraterler, milyonlarca yıldır süren meteorit yağmurları sonucu oluşmuştur. Ay, Dünya'ya göre çok fazla krater içerir. Bu kraterlerin oluşumu, Ay'ın atmosferinin olmaması ve yavaş yavaş soğuması ile ilişkilendirilir.

Uygulama Prosedürü
1. Ay'daki kraterlerin oluşumunu araştırın.
2. Ay'daki kraterlerin büyüklüklerini ölçün.
3. Ay'daki kraterlerin dağılımını inceleyin.

Kaynaklar
1. NASA, "The Moon", Washington, DC, 2008.
2. NASA, "Moon Craters", Washington, DC, 2008.

Öğretmen Soruları
1. Ay'daki kraterlerin oluşumunu etkileyen faktörler nelerdir?
2. Ay'daki kraterlerin büyüklüklerini ölçmek için hangi yöntemleri kullanabilirsiniz?
3. Ay'daki kraterlerin dağılımını incelemek için hangi yöntemleri kullanabilirsiniz?

Krater Adı	Yarıçapı (km)	Derinliği (km)
Crater A	10	2
Crater B	20	4
Crater C	30	6
Crater D	40	8
Crater E	50	10

İğne Deliginden Fotoğraflar

Özet
İğne deliği fotoğrafçılığı, ışığın bir delikten geçmesiyle oluşan görüntüleri incelemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, ışığın kırılması ve yansıması gibi optik olayları incelemek için kullanılır.

Uygulama Prosedürü
1. İğne deliği fotoğrafçılığının prensibini araştırın.
2. İğne deliği fotoğrafçılığının uygulamalarını inceleyin.
3. İğne deliği fotoğrafçılığının avantaj ve dezavantajlarını araştırın.

Kaynaklar
1. İğne deliği fotoğrafçılığı, "Fizik", İstanbul, 2008.
2. İğne deliği fotoğrafçılığı, "Optik", İstanbul, 2008.

Öğretmen Soruları
1. İğne deliği fotoğrafçılığının prensibi nedir?
2. İğne deliği fotoğrafçılığının uygulamalarını incelemek için hangi yöntemleri kullanabilirsiniz?
3. İğne deliği fotoğrafçılığının avantaj ve dezavantajlarını araştırın.

Karanlıkta Görebilir miyiz?

Özet
Karanlıkta görebilir miyiz? Bu soru, ışığın karanlıkta nasıl algılandığını ve gözün karanlıkta nasıl çalıştığını araştırır. İnsanlar karanlıkta görebilmeleri için gözlerinin ışığa alışması gerekir.

Uygulama Prosedürü
1. Karanlıkta görebilir miyiz? sorusunu araştırın.
2. Karanlıkta görebilmeyi etkileyen faktörleri inceleyin.
3. Karanlıkta görebilmeyi geliştirmek için yöntemleri araştırın.

Kaynaklar
1. Karanlıkta görebilir miyiz?, "Fizik", İstanbul, 2008.
2. Karanlıkta görebilir miyiz?, "Optik", İstanbul, 2008.

Öğretmen Soruları
1. Karanlıkta görebilir miyiz? sorusunu araştırın.
2. Karanlıkta görebilmeyi etkileyen faktörleri inceleyin.
3. Karanlıkta görebilmeyi geliştirmek için yöntemleri araştırın.

Teleskopla Jüpiter

Özet
Teleskopla Jüpiter'i gözlemlemek, Jüpiter'in atmosferini ve uydularını incelemek için kullanılan bir yöntemdir. Teleskoplar, Jüpiter'in yüzeyindeki bulutları ve uydularındaki kraterleri gözlemlemek için kullanılır.

Uygulama Prosedürü
1. Teleskopla Jüpiter'i gözlemlemek için yöntemleri araştırın.
2. Teleskopla Jüpiter'in atmosferini ve uydularını gözlemleyin.
3. Teleskopla Jüpiter'in hareketini izleyin.

Kaynaklar
1. Teleskopla Jüpiter'i gözlemlemek, "Astronomi", İstanbul, 2008.
2. Teleskopla Jüpiter'i gözlemlemek, "Fizik", İstanbul, 2008.

Öğretmen Soruları
1. Teleskopla Jüpiter'i gözlemlemek için hangi yöntemleri kullanabilirsiniz?
2. Teleskopla Jüpiter'in atmosferini ve uydularını gözlemlemek için hangi yöntemleri kullanabilirsiniz?
3. Teleskopla Jüpiter'in hareketini izlemek için hangi yöntemleri kullanabilirsiniz?

Astronomi mi? Astroloji mi?

Özet
Astronomi ve astroloji, gökyüzünü inceleyen iki bilim dalıdır. Astronomi, gökyüzündeki cisimlerin hareketlerini ve özelliklerini araştırırken, astroloji, gökyüzündeki cisimlerin insan hayatına etkilerini araştırır.

Uygulama Prosedürü
1. Astronomi ve astrolojiyi araştırın.
2. Astronomi ve astroloji arasındaki farkları inceleyin.
3. Astronomi ve astrolojinin tarihini araştırın.

Kaynaklar
1. Astronomi ve astroloji, "Astronomi", İstanbul, 2008.
2. Astronomi ve astroloji, "Astroloji", İstanbul, 2008.

Öğretmen Soruları
1. Astronomi ve astrolojiyi araştırın.
2. Astronomi ve astroloji arasındaki farkları inceleyin.
3. Astronomi ve astrolojinin tarihini araştırın.

Bireysel araştırma ve tasarım projeleri posterleri

Ek 13. Bilim Şenlikleri

Bilim Şenlikleri modülü kapsamında gerçekleştirilen ilk bilim şenliği, iki katılımcı grubunun ortak olarak yer aldığı 23 Nisan 2017 tarihinde düzenlenen 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği'dir. Bilim şenliği, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilim Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi (MUBEM) ve Muğla Bilim ve Sanat Merkezinin kurumsal işbirliği ile gerçekleştirilmiştir. STEM Temelli Bilim Şenliği geniş alan ve kolay ulaşım imkanlarına sahip, bölgenin en büyük alışveriş Merkezlerinden birisinde düzenlenmiştir. Etkinliğin 23 Nisan Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı'nda gerçekleştirilme sebebi, çocukların aileleri ile birlikte bilimsel etkinliklerle dolu bir gün geçirmelerini sağlamak ve bilim şenliğine katılımı arttırmaktır. 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği, ikinci modül olan cesaretlendirici ve beceri kazandırıcı etkinlerinin atölye çalışmaları ile ve üçüncü modül olan araştırma ve tasarım projelerinin etkileşimli sunumlar ile paylaşıldığı şenliktir. Şenlik için gerekli tüm materyaller, 16/171 numaralı Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi bilimsel araştırma projesi bütçesinden karşılanmıştır. Atölye çalışmalarında iki çalışma grubundan ortak olarak oluşturulan atölye liderleri ve atölye üyeleri, birer STEM uygulayıcısı olarak şenliğe katılmışlardır. Şenlikte yer alan 9 atölye, mini roket (alka seltzer roket), cep roketi (Kibrit Roket), roket yarışları (Balon Roket), iğne deliğinden gökyüzü (iğne deliği kamera), holografi (hologram yapımı), Güneş ve zaman (Güneş saati yapımı), origami ve sanal gerçeklik atölyeleri olarak sıralanabilir. Bunun yanında, araştırma ve tasarım odaklı projelerde uzaya ulaşmak roketler, uzayda bilim nasıl işler? evreni sınıfa getirmek: 3D hologramlar, zamanı farklı yollarla nasıl ölçeriz? ve galileoskop olmak üzere beş farklı bölümde etkileşimli olarak sunulmuştur. Şenlik, katılımcıların tasarladıkları işlevsel ürünlerini farklı bireylere sunma imkanı yakalamaları adına, bilimsel bilgiyi etkin şekilde paylaşma odaklıdır. Böylece, katılımcıların özgüven kazanmalarına ve iletişim becerilerini geliştirmelerine fırsat sunulmuştur. Belirlenen saatlerde ise model roketler fırlatılmıştır. Ayrıca, bilim şenliğine Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Muğla Meslek Yüksekokulu Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Öğr. Gör. Enver ER danışmanlığında Teknoloji Hayatımızı Nasıl Kolaylaştırabilir? temalı, Bluetooth kontrollü ev, çizgi izleyen robot ve görme engelliler için tasarlanmış cihaz gibi pek çok tasarımın yer aldığı bir sergi ile destek vermiştir. Bunun yanında, aynı üniversitenin 4. sınıf öğrencileri seçmeli dersleri kapsamında oluşturdukları 3 boyutlu tasarımları, Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER danışmanlığında şenlikte paylaşmışlardır. Doç. Dr. Burçak BOZ YAMAN ve danışmanlığındaki öğretmen adayları ise origami atölyesi ile şenliğe katkı sağlamıştır. 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği programı aşağıda sunulmuştur.

MUBEM & BİLSEM**23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği Programı**

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilim Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi (MUBEM) ve Muğla Bilim ve Sanat Merkezi (Muğla BİLSEM) tarafından gerçekleştirilen STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) temalı bilim şenliği programı aşağıdaki sunulmuştur:

Açılış: 11.30

Sergiler: 12:00-16:30

Üç Boyutlu Tasarımlar: Matematik, geometri ve teknoloji dünyayı algılama biçimimizi ne kadar değiştirebilir? Bu sergide bu sorunun cevabını bulabilirsiniz.

MSKÜ Muğla Meslek Yüksekokulu Elektronik ve Otomasyon Bölümü Sergisi: Teknoloji hayatımızı ne kadar kolaylaştırabilir. Farklı tasarımların sergilendiği bu sergiyi mutlaka ziyaret etmelisiniz.

-Bluetooth Kontrollü Ev

-Çizgi İzleyen Robot

-Lazer Kontrollü Cihaz

-Sese Duyarlı Lamba

-Metal Dedektörü

-Tesla Bobini

-Görme Engelliler İçin Tasarlanmış Cihaz

-Güneş İzleme Sistemi

-Elektronik Kumbara

-El Jeneratörü

-Bisiklet Kullananlar İçin Sinyal Veren Giysi

-Müzik Sistemli Araba

-Işık ve Yaklaşım Sensörlü Ev

Uzaya Ulaşmak: Roketler: Uzaya yolculuğun ilk adımı roketler! En az 80 m yükselen farklı model roket tasarımlarını bu sergide bulabilirsiniz.

Uzayda Bilim Nasıl İşler? Acaba uzay ortamını Dünya'ya getirebilsek nasıl olurdu? Bilim uzayda nasıl işler? Bu soruların cevabını bu sergide keşfedebilirsiniz.

Evreni Sınıfa Getirmek: 3D hologramlar: Farklı hologram tasarımları ile kendinizi Yıldız Savaşları filminde hissedebilirsiniz.

Zamanı farklı yollarla nasıl ölçeriz? Zamanı ölçmek insanların en temel ihtiyaçlarından birisi. Farklı referans sistemlerini kullanarak zamanı ölçmeye ne dersiniz? Şenlik alanının farklı yerlerinde yer alan saatleri bulabilecek misiniz?

Galileoskop: Galileo Galilei kendi tasarladığı ilk teleskobu ilk kez gökyüzüne çevirdiğinde ne hissetti? Tasarladığımız teleskopları denemeyi unutmayın!

Gösteri etkinliği (Model Roket Fırlatımı): 12.00

Gösteri etkinliği (Model Roket Fırlatımı): 13.00

Paralel Atölyeler: 14.00-16.30

1) Mini Roket: Roketinizin itme kuvvetini kimyasal tepkimelerden elde ederek harika bir roket yapabilirsiniz. Bakalım roketiniz ne kadar yükseğe ulaşacak!!!

2) Cep roketi: Cebinizde taşıyabileceğiniz bir roket için ihtiyacınız olan yalnızca birkaç kibrit ve alüminyum folyo. Bu basit ve ucuz malzemeleri kullanarak bir roket tasarlamaya ne dersiniz?

3) Aqua roket: Su ve sıkıştırılmış hava bir roketi ne kadar uzağa taşır? Kendi tasarımıınızı grup arkadaşınız ile tamamlayarak bunu test etmeye hazır mısınız?

4) Roket yarışları: Havanın itme kuvvetini kullanarak sizlere verilen kargoları ne kadar uzağa taşıyabilirsiniz? Prototipinizi oluşturun ve size verilen görevi tamamlayın!!!

5) İğne Deliğinden Gökyüzü: Bilinen en eski gözlem araçlarından birisini tasarlamak ister misiniz? Acaba küçük bir iğne deliğinden gökyüzü nasıl görünecek?

6) Holografi: Hologramlar nasıl çalışır? Kendi tasarladığınız bir düzenele gök cisimlerinin 3 boyutlu görüntüleri elde etmek ister misiniz?

7) Güneş ve Zaman: Matematik ve astronomiyi birlikte kullanarak bir güneş saati tasarlamaya ne dersiniz?

8) Origami Atölyesi: Temel geometrik şekilleri kullanarak kağıttan yapılmış tasarımlarınız acaba neler olacak?

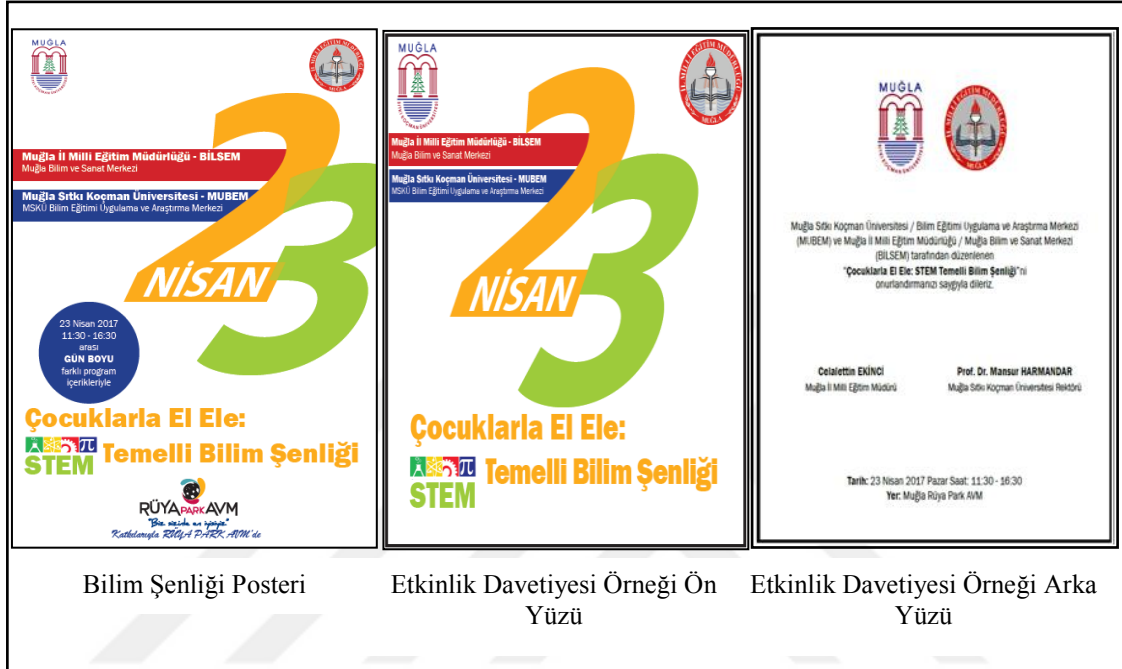
9) Sanal gerçeklik Sanal gerçeklik gözlükleri ile astronomi başta olmak üzere bilimin farklı bir yüzünü keşfetmeye hazır mısınız? (Bu atölye için, akıllı telefonlarınız ve Space Craft 3D uygulaması gereklidir.)

****Projelerini başarı ile tamamlayan atölye katılımcılarımız için hazırladığımız başarı belgelerini atölye liderlerinden alabilirsiniz.***

Gösteri etkinliği (Model Roket Fırlatımı): 15.00

Gösteri etkinliği (Model Roket Fırlatımı): 16.30

STEM temelli bilim şenliği ile ilgili hazırlıklar, etkinlikten üç hafta önce başlamıştır. Etkinlikte yer alacak katılımcı listesi ve izin dilekçeleri ilgili Valiliğe iletilmiştir. Buna ek olarak, Bilim ve Sanat Merkezi tarafından öğrenci velilerine bilgilendirme yapılmış ve İl ve İlçe Milli Eğitim Müdürlüklerine resmi yazı yazılarak öğrencilerin ortaokullarından izin alınmıştır. Ardından bilim şenliği posteri, etkinlik davetiyesi, atölye katılımcıları için başarı belgesi, görevli katılımcılar için yaka kartı ve katılım belgesi hazırlanmıştır. 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği posteri ve etkinlik davetiyesi aşağıda sunulmuştur.



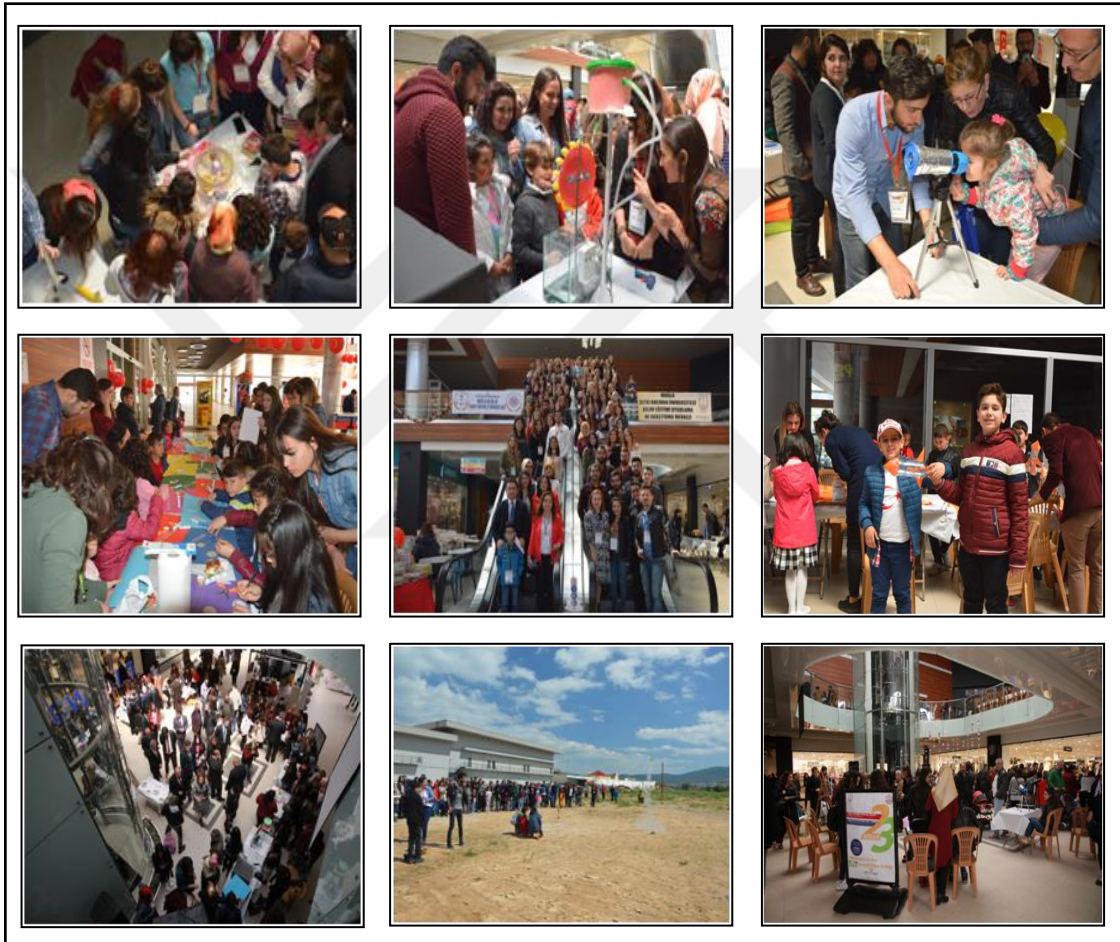
23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği atölye katılımcıları için başarı belgesi ve görevli katılımcılar için yaka kartı ve katılım belgesi örnekleri aşağıda sunulmuştur.



23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği için duyurular, şenlik tarihinden iki hafta önce başlamıştır. Bu bağlamda, hazırlanan bilim şenliği davetiyeleri bölgedeki ilgili kurum ve kuruluşlara gönderilmiş, basın bülteni hazırlanarak üniversite internet sitesi ve Bilim ve Sanat Merkezi internet sitesi üzerinden bilim şenliği posteri ile birlikte yayınlanmıştır. Buna ek olarak, etkinliğin gerçekleştirildiği alışveriş merkezi

hem alışveriş merkezi reklam panolarında hem de şehir merkezindeki belirli reklam panolarında etkinliği duyurmuştur. Ayrıca, sosyal medya üzerinden de şenlik programı, şenlik posterleri, atölye çalışmaları ve ürün tasarımlarına ilişkin videolar ile duyurular gerçekleştirilmiştir. Yerel gazeteler de bilim şenliği ile ilgili duyurulara, hazırlanan basın bülteni ile birlikte yer vermiştir.

Bilim şenliği 400'ü aşan katılımcı sayısına ulaşmıştır. Bu katılımcılara şenlik alanında bulunan anı defterine şenlikle ilgili düşüncelerini yazma fırsatı sunulmuştur. Katılımcılardan atölye çalışmalarına katılanlara sembolik birer başarı belgesi verilmiştir. Ayrıca şenlikte görev olan öğretmen adaylarına ve Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerine katılım belgesi verilerek teşvik edilmişlerdir. 23 Nisan Çocuklarla El Ele: STEM Temelli Bilim Şenliği'ne ilişkin görseller aşağıda sunulmuştur.



Bu modül kapsamında gerçekleştirilen ikinci bilim şenliği ise Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerini katılımı ile 15 Mayıs 2017 tarihinde gerçekleştirilen Muğla Bilim ve Sanat Merkezi TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarı'dır. TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarlarının hedefi, ortaokul ve lise öğrencilerinin öğretim programı temelinde ve ilgi duydukları konular ile ilgili araştırma yapmalarını, sonuçlarını sergilemelerini ve eğlenerek öğrenmelerini sağlayacak bir ortam oluşturmaktır (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK], 2016). İlgili bilim fuarının okul sınırları içerisinde gerçekleştirilme ve 20 proje sergilenme zorunluluğu bulunmaktadır. Bilim fuarı kapsamında Bilim ve Sanat Merkezi öğrencileri, grup olarak gerçekleştirdikleri uzayda bilim nasıl işler? hologramlar nasıl çalışır?, zamanı farklı yollarla nasıl ölçeriz? ve uzaya nasıl ulaşabiliriz? ve bireysel olarak gerçekleştirdikleri, 21. yüzyılda Galileo Galilei, Ay'daki kraterler nasıl oluştu?, iğne deliğinden fotoğraflar, karanlıkta görebilir miyiz?,

teleskopla Jüpiter ve astronomi mi? astroloji mi? toplam 10 projeyi paylaşmışlardır. Bilim şenliğinde, roket fırlatımı ve güneş saati ile zamanı belirlemek gibi farklı gösteri etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Bilim şenliğine, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı özel ve devlet okullarından öğrenciler ve öğretmenler katılmıştır. Muğla Bilim ve Sanat Merkezi TÜBİTAK 4006 Bilim Fuarı'na ilişkin görseller aşağıda sunulmuştur.



ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyad, Ad: Okulu, Hasan Zühtü

Doğum Yeri ve Tarihi: Fethiye, 26.01.1988

Eposta: hasanokulu@mu.edu.tr

Telefon: +90 252 211 1818

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Kurum	Yıl
Lisans	Muğla Üniversitesi	2006-2010
Yüksek Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2010-2012
Doktora	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2013-2014
Doktora	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2014-2019

İŞ TECRÜBESİ

Görev	Kurum	Yıl
Arş. Gör.	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2012-2014
Arş. Gör.	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2014-

YAYINLAR

SCI veya SCI Expanded, SSCI, AHCI dışındaki uluslararası indexler tarafından taranan dergilerde yayımlanan tam makale

Okulu, H. Z., & Oguz Unver, A. (2018). The process of facilitating knowledge acquisition and retention: an inquiry into magnetic poles with challenging questions. *International Education Studies*, 11(5), 25-37. doi: 10.5539/ies.v11n5 p25

Okulu, H. Z., & Oguz-Unver, A. (2015). Consecutive course modules developed with simple materials to facilitate the learning of basic concepts in astronomy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(2), 145-167. Retrived from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1062961.pdf>

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanmış tam makale

Oğuz Ünver, A., Arabacıoğlu, S., ve Okulu, H. Z. (2015). Öğretmenlerin Bu Benim Eserim Proje Yarışması rehberlik sürecine ilişkin görüşleri. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 12-35. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/184035>

Uluslararası kongre, sempozyum, panel, çalıştay gibi bilimsel, sanatsal toplantılarda sözlü olarak sunulan ve tam metin olarak yayımlanan bildiri

Oğuz Ünver, A., Şenler, B., Okulu, H. Z., ve Arabacıoğlu, S. (2016, Mayıs). Sorgulama temelli bilim uygulamaları: Simple Complex Science (Yalın Karmaşık Bilim). *15. Uluslararası Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu Genişletilmiş Özetlerinin Yer Aldığı Bildiriler Kitabı*, 126-135.

Okulu, H. Z., & Oguz-Unver, A. (2012, October). How the Earth and the Moon interact. *Proceedings of the 9th International Conference on Hands-on Science*, 335-340.

Okulu, H. Z., & Oguz-Unver, A. (2011, September). Determination of the Pre-service Teachers' Attitudes Towards Astronomy. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences Special Issue for World Conference on New Trends in Science Education (WCNTSE)*, 107-112.

Uluslararası kongre, sempozyum, panel, çalıştay gibi bilimsel, sanatsal toplantılarda özet metin olarak yayımlanan bildiri

Okulu, H. Z., & Oguz Unver, A. (2018, June). *STEM based astronomy activities: The basic astronomical tools for observation*. Paper presented at World STEM Education Conference, Istanbul.

Okulu, H. Z., Oguz Unver, A., ve Arabacioglu, S. (2018, May). *STEM based science natural camp*. Paper presented at International Conference on Education in Science, Mathematics and Technology, Marmaris.

Okulu, H. Z., ve Oguz-Unver, A. (2017, Mayıs). *STEM eğitimi nedir? Ne değildir?* 4. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresinde sunulmuştur, Denizli.

Okulu, H. Z., & Oguz-Unver, A. (2017, April). *Astronomy based STEM education implementations: Balloon rocket*. Paper presented at 26th International Conference on Educational Sciences, Antalya.

- Oğuz Ünver, A., Okulu, H. Z., ve Arabacıoğlu, S. (2016, Haziran). *Sorgulama temelli bilim uygulamaları: miknatis ve miknatisin kutupları*. 3. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresinde sunulmuştur, Muğla.
- Oğuz Ünver, A., Arabacıoğlu, S., ve Okulu, H. Z. (2016, Haziran). *Okul öncesi sorgulama temelli bilim uygulamaları: Renkli elmalar*. 3. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresinde sunulmuştur, Muğla.
- Okulu, H. Z., Oğuz Ünver, A., ve Arabacıoğlu, S. (2016, Eylül). *Çocuklarla bilim: Havanın varlığını keşfetmek*. Uluslararası Çağdaş Eğitim Araştırmaları Kongresinde sunulmuştur, Muğla.
- Okulu, H. Z., & Oguz-Unver, A. (2016, May). *Bring cosmos into the classroom: 3D hologram*. Paper presented at the International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology, Bodrum.
- Oguz Unver, A., Arabacıoglu, S., & Okulu, H. Z. (2016, May). *Experiencing inquiry with kindergarten: Science for kids*. Paper presented at the International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology, Bodrum.
- Okulu, H. Z., Arabacıoğlu, S., Öztürk, F., ve Aycan, Ş. (2015, Mayıs). *Asitlerin ve bazların diyalektiği*. VII. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresinde sunulmuştur, Muğla.
- Arabacıoğlu, S., Okulu, H. Z., Öztürk, F., ve Aycan, Ş. (2015, Mayıs). *Diyalektik yöntemden kimya felsefesine metaforik dönüştürme: Elektroliz*. VII. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresinde sunulmuştur, Muğla.
- Ulusal kongre, sempozyum, panel, çalıştay gibi bilimsel, sanatsal toplantılarda özet metin olarak yayımlanan bildiri***
- Okulu, H. Z., Oğuz Ünver, A., ve Arabacıoğlu, S. (2015, Eylül). *Bu Benim Eserim Proje Yarışması Sürecinin İncelenmesi: Öğretmen Görüşleri*. Felsefe, Eğitim ve Bilim Tarihi Sempozyumunda sunulmuştur, Muğla.
- Arabacıoğlu, S., Oğuz Ünver, A., ve Okulu, H. Z. (2015, Eylül). *Eğitimde bilimsel sorgulamanın geleceği: Mekanik teknolojiden dijital teknolojiye*. Felsefe, Eğitim ve Bilim Tarihi Sempozyumunda sunulmuştur, Muğla.
- Okulu, H. Z., ve Oğuz Ünver, A. (2014, Eylül). *Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Temel Astronomi Kavramlarına Yönelik Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi*. XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuştur, Adana.
- Okulu, H. Z., ve Oğuz Ünver, A. (2012, Haziran). *Güneş, Dünya ve Ay'ın Etkileşimi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuştur, Niğde.
- Karatepe, G., Şen, H., Öztürk, F., Okulu, H. Z., ve Oğuz Ünver, A. (2012, Haziran). *T Borusu: Basınç Hacim ve Yüzey Alanı İlişkisinin Tek Bir Materyalde Gösterimi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuştur, Niğde.
- Yürümezoğlu, K., Oguz-Ünver, A., Kasar, K., Seyhan, S., Seçmen, Ö., Okulu, H. Z., Ertekin, P., Erbudak, A., Çetin, H., Dilman, E., ve Bozbay, S. (2010, Nisan). *Ses kavramlarının öğretimi*. Eğitimde İyi Örnekler Konferansında sunulmuştur, İstanbul.

Alanında tanınmış uluslararası yayınevlerince yayımlanan kitaplarda bölüm yazarlığı

Oguz Unver, A., Arabacıoğlu, S., & Okulu, H. Z. (2016). Experiencing inquiry with kindergarten: Science for kids. In M. Shelley, S. A. Kıray, & I. Celik (Eds.), *Education Research Highlights in Mathematics Science and Technology* (pp. 22-31). Iowa: ISRES Publishing.

Okulu, H. Z., & Oguz Unver, A. (2016). Bring cosmos into the classroom: 3D hologram. In M. Shelley, S. A. Kıray, & I. Celik (Eds.), *Education Research Highlights in Mathematics Science and Technology* (pp. 81-86). Iowa: ISRES Publishing.

Araştırma Projeleri

MUBEM & BİLSEM: STEM temelli doğa bilim kampı II, TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları Programı, BİTO 218B182, Yürütücü, 01/2019-devam ediyor.

Akdeniz'de el ele gökyüzünü keşfetmeye, TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları Programı, BİTO 118B390, Araştırmacı, 05/2018-devam ediyor.

MUBEM & BİLSEM: STEM temelli doğa bilim kampı, TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları Programı, BİTO 117B227, Yürütücü, 05/2017-01/2018.

STEM eğitimi kapsamında astronomi etkinliklerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, BAP-16/171, Araştırmacı, 2016-devam ediyor.

Networking primary science educators as a means to provide training and professional development inquiry based teaching (Pri-Sci-Net), European Union Project, Science in Society FP7, Agreement No: 266647, Bursiyer, 09/2011- 09/2014.

Gökyüzü gözlem kampı, TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları Programı, BİTO 112B189, Rehber, 06/2012-09/2012.

Geliştirilen astronomi etkinliklerinin fen ve teknoloji öğretmen adaylarının astronomi bilgi ve tutum düzeylerine etkisi, Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, BAP-2011/46, Araştırmacı, 2011-2013.