

T.C.
ADİYAMAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**BİLİMSEL SORGULAMAYA DAYALI STEAM
EĞİTİMİNİN ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK
BAŞARISINA, MESLEK TERCİHLERİNE, STEAM
TUTUMLARINA VE BİLİMSEL
YARATICILIKLARINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUBA ÇİFTÇİ

DANIŞMAN
DOÇ. DR. ÜMİT DURUK

ADİYAMAN, 2025

ÖZET

BİLİMSEL SORGULAMAYA DAYALI STEAM EĞİTİMİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARISINA, MESLEK TERCİHLERİNE, STEAM TUTUMLARINA VE BİLİMSEL YARATICILIKLARINA ETKİSİ

Tuba ÇİFTÇİ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Adıyaman Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ocak/2025
Danışman: Doç. Dr. Ümit DURUK

Eğitimde meydana gelen reformlarla birlikte çağa uyum sağlayabilecek öğrencilerin yetiştirilmesi önemli hale gelmiştir. Bu amaçla programlarda STEM uygulamaları ile birlikte yaratıcılığı, bilimsel sorgulamayı destekleyen sanat bileşeninin de yer almasıyla STEAM eğitimi ön plana çıkmaya başlamıştır. Türkiye’de fen bilimleri alanında STEAM çalışmalarında belli bir program olmamakla birlikte var olan uygulamaların yeterli olmadığı görülmüştür. Bu araştırmada, bilimsel sorgulamaya dayalı bir STEAM eğitim modülü oluşturularak 7. sınıf öğrencilerinin “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesindeki algılarına, tutumlarına, akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına, mesleki yönelimlerine ve bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerine etkisi incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini Gaziantep Yavuzeli İlçe merkezinde MEB’e bağlı bir ortaokulda öğrenim gören 44 öğrenci oluşturmuştur. Araştırma karma yöntemlerden biri olan iç içe gömülü desen altında gerçekleştirilmiştir. Nicel kısımda ön-test son-test kontrol gruplu desen kullanılırken nitel kısımda yorumlamacı bir yaklaşım benimsenmiştir. Nicel veriler Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi, STEAM Algı Ölçeği, STEAM Tutum Ölçeğiyle toplanmıştır. Nitel veriler ise Bilimsel Yaratıcılık Rubriği, Mesleki İlgi Envanteri, Bilimsel Sorgulamaya İlişkin Görüşler Ölçeği ve uygulama sonunda yarı-yapılandırılmış STEAM görüşme soruları kullanılarak toplanmıştır. Normal dağılım gösteren nicel veriler parametrik testler ile incelenirken nitel veriler betimsel analiz yoluyla tema ve kodlar oluşturularak analiz edilmiştir. Bu araştırma sonunda bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin deney grubunda bulunan öğrencilerin algılarını, tutumlarını, akademik başarılarını ve bilimsel yaratıcılıklarını kontrol grubuna göre anlamlı şekilde geliştirdiği görülmüştür. Mesleki ilgi ve bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerin ise genel olarak uygulamadan olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Nitel verilerin çoğunlukla nicel verileri desteklediği ve öğrencilerin bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitimi deneyimlerinin uygulamanın çıktılarını karşıladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: STEAM eğitimi; Bilimsel sorgulama; Bilimsel yaratıcılık; Tutum; Mesleki ilgi.

ABSTRACT

THE EFFECT OF SCIENTIFIC INQUIRY-BASED STEAM EDUCATION ON MIDDLE SCHOOL STUDENTS' ACADEMIC SUCCESS, VOCATIONAL INTEREST, STEAM ATTITUDES AND SCIENTIFIC CREATIVITY

Tuba ÇİFTÇİ

**Department of Mathematics and Science Education Adıyaman University,
Graduate Education Institute, January/2025**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ümit DURUK

With the reforms in education, it has become important to raise students who can deal with the current complex problems. For this purpose, STEAM education has started to come to the forefront with the inclusion of the art component that supports creativity and scientific inquiry together with STEM applications in various curricula. Although there is no specific trend in STEAM studies in the field of science in our country, it has been seen that the existing applications are not sufficient. In the current research, STEAM education modules based on scientific inquiry was created and its effects on the perceptions, attitudes, academic success, scientific creativity, vocational interests and views of middle school students on the unit of “Interaction of Light with Matter” were examined. The sample of the study consisted of 44 students studying in a middle school affiliated with the Ministry of National Education in the Yavuzeli district of Gaziantep. The research was conducted using mixed embedded design. While a pre-test post-test control group design was used in the quantitative part, an interpretive approach was adopted in the qualitative part. Quantitative data were collected using the Interaction of Light with Matter Academic Achievement Test, STEAM Perception Scale, and STEAM Attitude Scale. Qualitative data were collected using Scientific Creativity Rubric, Vocational Interest Inventory, Views on Scientific Inquiry Scale, and semi-structured STEAM interview questions. Quantitative data showing normal distribution were examined with parametric tests, while qualitative data were analyzed by themes and codes through descriptive analysis. As a result of the study, inquiry-based STEAM education significantly improved the perceptions, attitudes, academic achievements, and scientific creativity of the students in the experimental group compared to the control group. Vocational interest and views on scientific inquiry were generally positively affected by the STEAM education. It was concluded that the qualitative data mostly supported the quantitative data and that the students' experiences of STEAM education based on scientific inquiry met the outcomes of the application.

Keywords: STEAM education; Scientific inquiry; Scientific creativity; Attitude; Vocational interest.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin her aşamasında desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, bireysel ve akademik gelişimime katkılarının yanı sıra beni motive eden, cesaretlendiren, beni düşünceleriyle her zaman doğruya yönlendiren, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum kıymetli tez danışmanım Doç.Dr. Ümit DURUK'a

Tez savunma sınavıma katılarak değerli görüş ve katkılarını sunan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Abdulkadir MASKAN ve Prof. Dr. Abuzer AKGÜN'e,

Yüksek lisans eğitim sürecinde bilgileri ile bana yol gösteren ve destek olan Adıyaman Üniversitesi Eğitim Fakültesindeki tüm hocalarıma,

Yüksek lisans eğitimimim sürecinde her zaman yanımda olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, sıkıntılarımı paylaşan, bana yol gösteren, beni motive eden, beni her konuda teşvik eden canım babam Hacı ÇİFTÇİ'ye

Bu çalışma sürecinde manevi desteklerini esirgemeyen, beni motive eden biricik annem Sakine ÇİFTÇİ'ye ve kardeşim Zehra ÇİFTÇİ'ye

Çalışmamı yürüttüğüm okulumdaki idarecilere, öğretmenlere ve çalışmama katılan tüm öğrencilerime,

Sonsuz saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Tuba ÇİFTÇİ

Adıyaman, 2025

....../....../2024

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Adıyaman Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....

(İmza)

Tuba ÇİFTÇİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ESNTİTÜ ONAYI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
1.2. Araştırmanın Önemi.....	10
1.3. Araştırmanın Amacı ve Soruları	17
1.3.1. Araştırma soruları.....	17
1.4. Araştırmanın Sınırlıkları	18
1.5. Araştırmanın Varsayımları	18
1.6. Tanımlar	18
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	20
2.1. STEAM Eğitimi.....	20
2.2. Mühendislik Tasarım Temelli STEAM Eğitimi.....	32
2.2.1. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi.....	33
2.2.2. Tasarım temelli sorgulama (TTS).....	42
2.3. Bilimsel Sorgulama	45
2.4. Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitimi	55
2.5. Bilimsel Yaratıcılık	61
2.6. Tutum.....	65

2.7. Mesleki İlgi	66
2.8. Önceki Çalışmalar	67
3. MATERYAL VE YÖNTEM	89
3.1. Araştırmanın Modeli	89
3.2. Çalışma Grubu	93
3.3. Araştırmacı Rolü.....	94
3.4. Veri Toplama Araçları	95
3.4.1. Nicel veri toplama araçları.....	95
3.4.1.1. STEAM algı ölçeği	95
3.4.1.2. STEAM tutum ölçeği.....	95
3.4.1.3. Işığın madde ile etkileşimi akademik başarı testi	96
3.4.2. Nitel veri toplama araçları	96
3.4.2.1. Bilimsel yaratıcılık rubriği.....	96
3.4.2.2. Mesleki ilgi envanteri	97
3.4.2.3. Bilimsel sorgulama hakkındaki görüşler ölçeği.....	98
3.4.2.4. Etkinliklerle ilgili yarı yapılandırılmış görüşme soruları	99
3.5. Araştırmanın Uygulama Süreci.....	99
3.5.1. Deney grubuna ait uygulama	102
3.5.1.1. Birinci hafta modülü uygulama süreci	102
3.5.1.2. İkinci hafta modülü uygulama süreci	105
3.5.1.3. Üçüncü hafta modülü uygulama süreci	106
3.5.1.4. Dördüncü hafta modülü uygulama süreci.....	107
3.5.1.5. Beşinci hafta modülü uygulama süreci.....	109
3.5.1.6. Altıncı hafta modülü uygulama süreci.....	110
3.5.1.7. Yedinci hafta modülü uygulama süreci	112
3.5.2. Kontrol grubuna ait uygulama	113
3.6. Veri Analizi.....	113

3.6.1. Nicel veri analizi	113
3.6.2. Nitel verilerin analizi.....	114
4. BULGULAR VE YORUM	116
4.1. Güvenirlilik İncelemesi.....	116
4.2. Normallik İncelemesi.....	119
4.3. Kontrol Grubu ile Deney Grubu Ölçek Puanlarının Karşılaştırılması	128
4.4. Bilimsel Yaratıcılık Rubriğine Ait Bulgular	134
4.4.1. Bilimsel yaratıcılık katmanlarına göre değerlendirme.....	134
4.4.1.1. Öğrenci gruplarının farkındalık katmanından aldıkları puanların değerlendirilmesi.....	134
4.4.1.2. Öğrenci gruplarının gözlem katmanından aldıkları puanların değerlendirilmesi.....	137
4.4.1.3. Öğrenci gruplarının strateji katmanından aldıklarının puanların değerlendirilmesi	137
4.4.1.4. Öğrenci gruplarının yansıtma katmanından aldıkları puanların değerlendirilmesi.....	138
4.4.2. Tasarım etkinliklerine göre değerlendirme	138
4.4.3. Toplam yaratıcılık puanlarına göre değerlendirme.....	140
4.5. Mesleki İlgi Envanterine Yönelik Bulgular.....	141
4.6. Bilimsel Sorgulama Ölçeğine Yönelik Bulgular.....	144
4.7. Bilimsel Sorgulamaya Dayalı Gerçekleştirilen STEAM Uygulamasının Öğrenci Görüşlerine Yönelik Bulguları	147
5. TARTIŞMA	150
5.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma	150
5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma	153
5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma	158
5.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma.....	163
5.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Tartışma.....	164

5.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Tartışma	165
5.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Tartışma	170
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	171
6. 1. Sonuçlar	171
6.2. Öneriler	173
KAYNAKÇA.....	175

EKLER

ÖZGEÇMİŞ



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen bilimsel sorgulama ilkeleri ve anlayışları	52
Tablo 3.1. Dört kriter açısından desen tipleri (Creswell, Clark, Gutmann ve Hanson, 2003, s.179)	90
Tablo 3.2. Araştırmanın deneysel tasarımı	93
Tablo 3.3. Öğrencilerin gruplara ve cinsiyete göre dağılımları	94
Tablo 3.4. Bilimsel sorgulama bileşenlerini hedefleyen anket soruları (Ledermen vd., 2014).....	98
Tablo 3.5. Araştırmada takip edilen işlemler.....	100
Tablo 3.6. Işığın madde ile etkileşimi kazanımları.....	102
Tablo 3.7. Kontrol listesi	104
Tablo 3.8. Kontrol listesi	106
Tablo 3.9. Kontrol listesi	107
Tablo 3.10. Kontrol listesi	108
Tablo 3.11. Kontrol listesi	110
Tablo 3.12. Kontrol listesi	111
Tablo 3.13. Kontrol listesi	113
Tablo 4.1. Algı ölçeği ve alt boyutlarının güvenirlik incelemesi	117
Tablo 4.2. Tutum ölçeği ve alt boyutlarının güvenirlik incelemesi.....	118
Tablo 4.3. Akademik başarı ölçeğinin güvenirlik incelemesi	119
Tablo 4.4. Algı ölçeği ve alt boyutlarının normallik incelemesi	120

Tablo 4.5. Tutum ölçeği ve alt boyutlarının normallik incelemesi.....	123
Tablo 4.6. Akademik başarı ölçeğinin normallik incelemesi	126
Tablo 4.7. Kontrol grubu ön test puanları ile deney grubu ön test puanlarının karşılaştırılması.....	129
Tablo 4.8. Kontrol grubu ön test puanları ile kontrol grubu son test puanlarının karşılaştırılması.....	130
Tablo 4.9. Kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanlarının karşılaştırılması.....	131
Tablo 4.10. Deney grubu ön test puanları ile deney grubu son test puanlarının karşılaştırılması.....	133
Tablo 4.11. Farkındalık katman puanları	135
Tablo 4.12. Öğrencilerin gözlem katmanından aldıkları puanların uygulama süresinde değişimi	137
Tablo 4.13. Öğrencilerin strateji katmanından aldıkları puanların uygulama süresinde değişimi	137
Tablo 4.14. Öğrencilerin yansıtma katmanından aldıkları puanların uygulama süresinde değişimi	138
Tablo 4.15. Öğrencilerin mesleki kategorilerin dağılımına ilişkin öntest frekans ve yüzde değerleri.....	141
Tablo 4.16. Öğrencilerin mesleki kategorilerin dağılımına ilişkin sontest frekans ve yüzde değerleri.....	142
Tablo 4.17. Kontrol grubu ön test puanları ile kontrol grubu son test puanlarının karşılaştırılması.....	144
Tablo 4.18. Deney grubu ön test puanları ile deney grubu son test puanlarının karşılaştırılması.....	145

Tablo 4.19. Kontrol grubu ön test puanları ile deney grubu ön test puanlarının karşılaştırılması.....	146
Tablo 4.20. Kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanlarının karşılaştırılması.....	147
Tablo 4.21. STEAM görüşme sorularının kod ve kategorileri	147



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Sanatın tüm sınıf düzeylerindeki öğrenciler için neden ulaşılabilir olması (Sousa ve Pilecki, 2013,s.16).	22
Şekil 2.2. Mühendislik tasarım örnekleri (Genç ve Arslan, 2022, s.213).	34
Şekil 2.3. Mühendislik tasarım döngüsü (Genç ve Arslan, 2022, s.218)	37
Şekil 2.4 Sorgulama türleri (Kartal, 2014)	49
Şekil 4.1. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu ön test histogram grafiği.....	121
Şekil 4.2. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu son test histogram grafiği	121
Şekil 4.4. Akademik başarı ölçeği – deney grubu son test histogram grafiği	122
Şekil 4.5. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu ön test histogram grafiği.....	124
Şekil 4.6. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu son test histogram grafiği	124
Şekil 4.7. Akademik başarı ölçeği – deney grubu ön test histogram grafiği.....	125
Şekil 4.8. Akademik başarı ölçeği – deney grubu son test histogram grafiği	125
Şekil 4.9. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu ön test histogram grafiği.....	126
Şekil 4.10. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu son test histogram grafiği	127
Şekil 4.11. Akademik başarı ölçeği – deney grubu ön test histogram grafiği.....	127
Şekil 4.12. Akademik başarı ölçeği – deney grubu son test histogram grafiği	128
Şekil 4.13. Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencilerin üçüncü tasarımdaki farkındalık katmanına yönelik cevabı	135
Şekil 4.14. Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencilerin beşinci tasarımdaki farkındalık katmanına yönelik cevabı	136
Şekil 4.16. Tasarım etkinliklerine göre puan dağılımını gösteren sütun grafiği	139

Şekil 4.17. Grupların bilimsel yaratıcılık rubriğinden aldıkları puanları gösteren çizgi grafiği	140
Şekil 4.18. Öğrencilerin mesleki sıklık kategorisine ilişkin öntest dağılımlarının gösterimi	143
Şekil 4.19. Öğrencilerin mesleki sıklık kategorisine ilişkin sontest dağılımlarının gösterimi	143



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
IMEABT	: Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi
K-12	:12 yıllık ilköğretim- ortaöğretim- lise eğitim- öğretim süreci
MEB	: T. C. Milli Eğitim Bakanlığı
NASA	: National Aeronautics and Space Administration-Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NRC	: National Research Council-Ulusal Araştırma Konseyi
NSF OECD	: National Science Foundation-Ulusal Bilim Vakfı
STEM	: Fen- Teknoloji- Mühendislik- Matematik
STEAM	: Fen- Teknoloji- Mühendislik- Sanat-Matematik
TIMMS	: Trends in International Mathematics and Science Study-Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması

1. GİRİŞ

Araştırmanın giriş bölümünde problem durumuna, araştırmanın önemine, amacına, sorularına, sınırlıklarına, varsayımlarına ve tanımlara yer verilmiştir.

1.1 Problem Durumu

Ülkeler zaman geçtikçe çağa uyum sağlayarak ayakta, etkili ve kuvvetli kalabilmek için eğitim sistemlerini sabit bir şekilde devam ettirmektense esnek, etkili bir şekilde değişen, gelişen ve hala gelişmeye devam eden koşullara hızlı adapte olarak dünyaya uyum sağlayıp ortaya çıkan ihtiyaçlara yanıt verebilmek için eğitim sistemlerinde birtakım değişiklikler yapmışlardır. Bireylerin 21. yy. becerileri olarak adlandırılan yaratıcılık, bilimsel düşünme, iş birliği, eleştirel düşünme, iletişim, dijital okuryazarlık, bilimsel okuryazarlık, sorgulayıcı tutum, öz düzenleme becerileri gelişen ve değişen dünyada meydana gelebilecek ihtiyaçlara cevap verebilmek için eğitim politikaları tarafından özel ve genel hedefler arasında yer almaktadır. Bütünleştirilmiş yaklaşımı benimseyen programlar, 21. yüzyıl becerilerinin öğrencilere kazandırılmasında oldukça etkili bir yöntem olabilmektedir. Bu yaklaşım, farklı disiplinlerin ve öğrenme alanlarının birbirleriyle entegre bir şekilde sunulmasına dayanır. Böylece, öğrenciler hem akademik bilgi hem de sosyal, duygusal ve bilişsel beceriler konusunda gelişim gösterirler. 21. yüzyıl becerileri, eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcı düşünme, iletişim, iş birliği ve dijital okuryazarlık gibi becerileri içerir. Bütünleştirilmiş eğitim yaklaşımları, bu becerileri geliştirmek için disiplinlerarası bağlantılar kurarak öğrencilerin gerçek yaşam problemleri üzerinde çalışmasına olanak tanır. Ayrıca, öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımı teşvik edilir, bu da onların eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerini sağlar. Bu tür bir yaklaşım, öğrenme sürecinde farklı içerik alanlarını birleştirerek öğrencilerin çok yönlü beceriler kazanmasını sağlar. Böylece, öğrenciler yalnızca bilgiyi öğrenmekle kalmaz, aynı zamanda bu bilgiyi nasıl uygulayacaklarını da öğrenirler, bu da onları gelecekteki iş yaşamlarına ve sosyal yaşamlarına daha iyi hazırlamaktadır (Mohr ve Welker, 2017).

Çağın ihtiyaçlarına yanıt verebilecek donanım ya da niteliklere sahip bireylerin yetiştirilmesinde 21. yy becerileri önemli hale gelmiştir. Yaşadığı toplumu anlayan, ortaya çıkan problemleri çözebilen, yaratıcı, eleştirel düşünebilen, teknolojik gelişmeleri takip ederek teknoloji ve medyayı kullanabilen bireylerin iş hayatlarında, toplumda ve okulda başarılı olabilmeleri için sahip olması gereken beceriler olarak ifade edilir (Akgündüz, vd.,

2015). Toplumun bu becerilere sahip bireylerden oluşması için 21. yüzyıl dünya şartlarında meydana gelen yeni dünyaya uyumlu eğitim yaklaşımlarının küçük yaşlardan itibaren öğrencilere kazandırılmasıyla mümkün olacağı düşünülmüştür (Roberts, 2012). Dünya genelinde bireylerde görülen bu becerin eksikliğiyle 21. yy becerilerinin bireye kazandırılması topluma kazandırılması anlamına geldiğinden ülkeler eğitim sistemlerini değiştirmeye başlayarak yeni arayışlarda bulunup eğitim programlarında reformlar yapmışlardır. Bu reform hareketlerinde başarı için temel derslerle bütünleştirilmiş 21. yy becerini öğrenciye kazandırarak gerçek yaşamda uygulayabilmeleri sağlanmıştır. Öğrenme ve inavasyon, bilgi, medya ve teknoloji, yaşam ve kariyer becerileri olmak üzere 21. yy becerileri üç ana başlık altında toplanmıştır (Thuneberg, vd., 2017). Öğrencilerin çağın gerisinde de kalmamak için bu becerilere sahip olması gerekerek 21. yy. becerileri eğitim programlarında yerini almıştır. 21. yy. becerileri bir zorunluluktan ziyade teknolojinin her geçen gün gelişmesiyle meydana gelen ihtiyacın bir göstergesidir. 20. yy. ın son çeyrek döneminde meydana gelen teknolojik patlamaların Endüstri 4.0 dönemiyle insanların bu teknolojide yaşanan gelişim ve değişimleri takip edebilmek adına 21. yy. becerilerine sahip olması gerekmektedir (Yetkin ve Aküzüm, 2022).

Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve Türkiye’de fen eğitiminin genel durumu üzerine yapılan çalışmalar, "araştırma-sorgulama" temelli öğrenme yaklaşımının önemini vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin aktif katılımını sağlayarak fen bilimlerini anlamalarını, bilimsel süreçleri öğrenmelerini ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerini hedefler. Araştırma ve sorgulama, öğrencilerin kendi bilgilerini inşa etmelerine olanak tanır ve fen eğitiminin etkinliğini artırır. Bununla birlikte, yapılan araştırmalar ve raporlar incelendiğinde, araştırma-sorgulama temelli öğrenme stratejisinin uygulamada bazı eksiklikler yarattığına da dikkat çekilmektedir. Araştırma raporlarına göre, bu öğrenme yaklaşımının başarısı, öğretim yöntemleri ve öğretmenlerin bu yöntemleri etkili bir şekilde uygulama becerilerine bağlıdır (NRC, 2012). Öğretmenlerin sorgulama tabanlı pedagojiyi benimsemekte zorlanmaları, uygun materyallerin eksikliği veya öğrencilerin bu yaklaşımı anlamada yaşadığı zorluklar, araştırma-sorgulama temelli öğretim stratejilerinin etkisini sınırlayabilmektedir. Bu bağlamda, fen eğitiminin daha etkili olabilmesi için, öğretmenlerin bu stratejiyi doğru şekilde kullanabilmesi ve öğrencilerin sorgulama süreçlerine daha iyi hazırlanabilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, öğrencilere anlamlı ve gerçek yaşamla bağlantılı deneyimler sunmak, bu yaklaşımın başarılı bir şekilde uygulanmasına yardımcı olabilir. Araştırma-sorgulama temelli öğrenme stratejisinin, insan

gücü yetiştirme ve özellikle fen, matematik ve teknoloji alanlarındaki güçlü bireyleri yetiştirme konusunda tek başına yeterli olmadığını vurgulamaktadır. Gelişmiş toplumlar, özellikle Amerika gibi ülkeler eğitimdeki bu stratejileri uygulamaya koymuş olsalar da, bu stratejinin tek başına başarılı bir şekilde uygulanmasının her zaman istenen sonuçları doğurmadığını fark etmişlerdir. Bu farkındalık eğitim politikaları ve uygulamalarını sürekli olarak gözden geçirmelerini sağlayarak, araştırma-sorgulama temelli öğrenme stratejisinin sınırlamalarını ve eksikliklerini ortaya koymuşlardır. Amerika gibi gelişmiş ülkeler fen, matematik ve teknoloji gibi kritik alanlarda çok az sayıda öğrencinin bu alanlarda derinlemesine bilgiye sahip olduğunu, çoğu öğrencinin ise temel seviyedeki bilgiye bile sahip olmadığını gözlemlemişlerdir. Bu durum, araştırma-sorgulama yaklaşımının etkili olabilmesi için yalnızca sorgulama ve keşif odaklı bir öğretimin yeterli olmadığını, aynı zamanda sağlam bir temel bilgi birikimi, rehberlik ve yapılandırılmış öğretim yöntemlerinin de gerektiğini gösteriyor. Ayrıca, bu alandaki başarının sadece bireylerin sorgulama becerileriyle sınırlı olmadığı, aynı zamanda öğrencilerin güçlü bir teorik altyapıya ve uygulamalı deneyime de ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Tüm eğitim kademelerinde bulunan öğrencilerin öğrendikleri bilgileri sorgulayacak becerilere sahip olup sadece bilgi olarak değil uygulamaya koşabilmeleri için araştırma-sorgulama yaklaşımı çerçevesinde farklı çalışmalarda bulunularak başarıyı artırma yolları aranmıştır (National Academy of Engineering [NAE] ve NRC, 2009; NGSS, 2013; NRC, 2012).

Bilgi ve teknoloji çağında dünyada bilim alanında önemli gelişmelerle birtakım değişimler yaşanmakla birlikte günlük yaşamda karşılaşılan problemin tek bir disiplin alanının içeren bilgi ve becerisiyle çözülmeyeceği anlaşılmıştır. Beane'in (1991) ifade ettiği gibi, gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerin sadece bir disiplinin bilgi ve becerileri ile çözülmesi genellikle yetersiz olduğunu ifade etmiştir. Bu düşünce, disiplinler arası öğrenmenin ve çok yönlü bir yaklaşımın önemini vurgular. Gelişmekte olan karmaşık dünyada, tek bir disiplinin bakış açısıyla sorunları ele almak, genellikle problemin tamamını anlamamıza ve etkili bir çözüm geliştirmemize engel olabilir. Özellikle 21. yy. becerilerinin kazanılmasında, farklı disiplinlerden gelen bilgi ve becerilerin birleşimi, öğrencilere daha kapsamlı bir problem çözme yeteneği kazandırır. Örneğin, bir çevre sorununu ele almak için sadece biyoloji bilgisi değil, aynı zamanda ekonomi, sosyoloji, teknoloji ve etik gibi alanlardan gelen bilgiler de gereklidir. Bu, öğrencilerin sadece alan bilgisi değil, aynı zamanda analitik düşünme, işbirliği yapabilme ve yaratıcı çözüm geliştirme gibi becerilerle donatılmalarını sağlar. Gelecek nesiller için eğitim alanındaki entegrasyon ve disiplinlerarası

yaklaşımın kritik öneme sahip olduğu görülmektedir. Eğitim programlarında farklı disiplinlerin birleşmesi, öğrencilerin gerçek dünyadaki problemlere daha etkili çözümler geliştirebilmelerini sağlar (Beane, 1991). Bu sayede öğrenilen bilgi ve beceriler günlük yaşamda anlam kazanacaktır. Ancak bu becerilere sahip öğrenciler yetiştirmek için geleneksel eğitim ortamlarından farklı olarak defter ve kitaba bağımlı kalmadan sorgulamaya dayalı eğitim ortamları önemli olmaktadır (Resnick, 2002). Yani öğrencilerden beklenen 21. yy. ın gerektirdiği bilgi ve becerileri edinip karşılaştığı durumlarda disiplinlerarası yaklaşımla bilgilerini aktarabilmesi beklenmektedir (Nargund-Joshi ve Liu, 2013). Tabi ki öğrencilerden tüm bunlar beklenirken eğitim ortamlarının geleneksel öğretimden farklı olarak 21. yy. ın gerektirdiği disiplinlerarası entegrasyonun yapabildiği ortam düzenlemeleri ve tasarımları gerekli görülmektedir (Beane, 1991). Eğitim alanında bu değişim ve gelişmelerle son yıllarda reform çalışmalarının odak noktasında K-12 düzeyinde en çok da fen bilimleri eğitiminde disiplinlerarası öğretim, disiplin entegrasyonu öğretim programlarında ön plana çıkmaktadır (NAE ve NRC, 2009).

STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi, Amerika'da özellikle 21. yüzyılda eğitim reformu ve küresel rekabetin bir yanıtı olarak doğmuştur. STEM eğitiminin doğuşunun ana sebepleri arasında, öğrencilerin hızla değişen ve küreselleşen dünya ekonomisinde daha etkin bir şekilde rol almalarını sağlamak ve aynı zamanda iş gücü ihtiyacının daha fazla bilimsel ve teknolojik beceri gerektirmesini karşılamak yer alır. 1990'ların sonlarına doğru, Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM eğitimi, özellikle teknoloji ve mühendislik alanlarında iş gücü eksikliklerini gidermek amacıyla önemli bir strateji haline gelmiştir. Bu dönemde, teknolojinin hızla ilerlemesi ve global rekabetin artmasıyla birlikte, eğitimde daha fazla bilimsel ve mühendislik temelli becerilerin kazanılması gerektiği fark edilmiştir. STEM yaklaşımı, öğrencilerin teorik bilgilerin ötesine geçerek gerçek dünya problemlerini çözmeye odaklanmalarını sağlar. Bu sayede, öğrenciler bilimsel düşünme, yenilikçi çözüm üretme ve analitik becerilerini geliştirme fırsatı bulurlar. STEM eğitimi, aynı zamanda öğrencilerin disiplinler arası bir bakış açısı geliştirmelerini teşvik eder, çünkü bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi alanlar birbirine sıkı bir şekilde bağlıdır ve bir sorunun çözülmesi için bu alanların birleşimi genellikle gereklidir. Amerika'da STEM eğitimi, öğrencilerin bu becerilere sahip olarak sadece akademik başarılarını artırmalarını değil, aynı zamanda iş dünyasında daha güçlü ve rekabetçi bir konumda olmalarını hedefler. STEM, aynı zamanda yeniliklerle bilinçli bir şekilde bilgiyi işleme, anlam çıkararak problem çözme sürecine dahil etmeyi ve bireylerin hem kişisel hem

de profesyonel yaşamlarında başarılı olabilmesi için düşünme, problem çözme ve iş birliği gibi becerileri vurgular, bu da öğrencilerin gelecekteki kariyerlerinde başarıya ulaşmalarına yardımcı olur (Amerika Birleşik Devletleri Eğitim Bakanlığı, 2011; Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilim Kurulu, 2018; Hallinen, 2017). Türkiye’de eğitimde yaşanan bu gelişmelere akademisyenlerden ve eğitimin uygulayıcısı öğretmenlerden alınan görüşlerle öneri ve planlar hazırlanmıştır (TÜSİAD 2017 yılı raporu, MEB Yeğitek Genel Müdürlüğü, 2016). MEB tarafından yayınlanan raporlar STEM eğitim programının oluşturulması ve anlaşılması önemli adımlar arasında yer almaktadır.

STEM eğitiminde olduğu gibi geçmiş yıllardan günümüze kadar gelen gelişmelerin çoğu farklı disiplinlerin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur. Meydana gelen bu gelişmeler yıllar içinde aktararak teknoloji ve bilimsel gelişmelere yön vererek değişimler göstermiş, insanların toplumsal ihtiyaçlarını karşılamayı hedef alan mühendislik ile iç içe olmuştur (Alpaslan, 2011). Eğitim için yapılan çağrılarda dikkate alındığında mühendislik temelinde bir fen eğitimin olduğu, fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin toplumsal olarak önemli görüldüğü ifade edilmiştir (Brophy vd., 2008). Fen eğitimiyle öğrencilere farklı disiplin alanlarındaki bilgi ve beceriler kazandırılıp günlük yaşamda kullanması sağlanarak öğrencilerin gelecekte hangi mesleği seçerlerse seçsinler aynı zamanda fen, teknoloji, mühendislik disiplinlerinin de becerilerine sahip olması önemli görülmektedir (NGSS, 2013; NRC, 2012). Roehrig, Moore, Wang ve Park (2012) mühendislik tasarım temelli fen eğitiminde öğrencilerin bu disiplin alanlarına yönlendirmek için değil gelecek kuşaklar için toplumda yer alan bireylerin okuryazarlığının geliştirmek ve üretim yapabilmesi amacıyla gerçekleştirildiğini açıklamıştır. Günümüzde yapılan araştırmalar, fen eğitiminin sadece araştırma ve sorgulamaya dayalı yaklaşımlarla sınırlandırılmasının yetersiz olduğunu, bunun yerine mühendislik tasarım yaklaşımı ile zenginleştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir araya geldiği bu bütüncül yaklaşım, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerini ve gerçek dünya problemlerine yönelik yenilikçi çözümler üretmelerini sağlamayı hedefler. Fen öğretiminde mühendislik temelli yaklaşım aslında yeni bir boyut kazandırır. Mühendislik tasarım yaklaşımının fen eğitimiyle entegre edilmesi, öğrencilerin yalnızca bilimsel süreçleri öğrenmelerini değil, aynı zamanda bu süreçleri toplumsal ve teknolojik bağlamlarda kullanmalarını sağlar. Bu sayede, sadece bilimsel bilgiye sahip bireyler değil, aynı zamanda bu bilgiyi yenilikçi çözümler üretmek için kullanabilen bireyler yetiştirebilmektedir. Fen eğitimi, bilimsel araştırma-sorgulama süreçleri ve mühendislik

tasarımının bütünleşmesi öğrenilen bilgileri uygulamaya dönüşümünde öğrenciye çözüm üretme fırsatı vermektedir. Bu şekilde gerçekleştirilmesi okul duvarlarını aşan bir eğitimi sağlayarak öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayata transferini sağlayarak anlamlı ve kalıcı öğrenmeye yardımcı olur. Yani mühendislik tasarım temelli fen öğretimi, bilimsel araştırma sorgulama süreçlerindeki kapsayarak öğrencilerin bilgiyi elde etme yollarını öğrenerek hayatta karşılaştığı bir problemin çözümünde aktif olarak rol alıp deneyimler elde ederek bir çok becerinin gelişmesini ve bilimsel okuryazarlık, medya ve teknoloji gibi okuryazarlık becerilerini geliştirme fırsatı sunar (Duschl, Schweingruber ve Shouse, 2007; Felix, 2010; NAE ve NRC, 2009; Pearson ve Young, 2002).

2013 yılında Türkiye’de yürürlüğe giren fen bilimleri dersine yön veren öğretim programı, bilimle ilgili hem toplumsal hem de çevresel konularda bilinçli karar alan birey olmalarını benimser yani öğrencilerin fen okuryazarlıkla yetiştirilmesi temel hedefler arasında yer almıştır. Bu yaklaşım, bireylerin fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri ve tutumlar kazanmalarını, bu bilgileri günlük yaşamlarında kullanabilmelerini ve bilimsel süreçleri anlayıp eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirebilmelerini amaçlar. Fen okuryazarlığı, bireylerin bilimsel bilgilere dayalı kararlar alabilmesi, çevresel ve toplumsal sorunlara duyarlı bir şekilde yaklaşabilmesi gibi yaşam boyu beceriler geliştirmeyi içerir. Bu nedenle programın misyonu, fen bilimlerini sadece akademik bir disiplin olarak değil, hayatın bir parçası olarak sunmayı hedeflemiştir. Bu vurgu, öğrenci merkezli öğrenme yöntemleri ve bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasına yönelik etkinliklerle desteklenmiştir. Programda fen okuryazarlığının yalnızca bilgi ve beceri değil, aynı zamanda bireylerin tutum, algı, değer ve psikomotor becerilerle desteklenen bir anlayışa sahip olması gerektiği vurgulanmıştır. Bireylerin bilimsel düşünme ve problem çözme yeteneklerini geliştirmenin yanı sıra, onları çevre, toplum ve teknoloji ile ilgili bilinçli ve sorumlu birer birey olarak yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Fen bilimleri öğretim programının güncellenmesiyle bireylerde yaşam becerilerinin ve mühendislik-tasarım odaklı düşünme becerilerinin geliştirmeyi hedeflediği görülmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018 yılında Fen Bilimleri Öğretim Programını güncelleyerek öğrencilerin analitik düşünme, yaratıcı problem çözme, takım çalışması gibi 21. yy. becerilerini kazanmalarını ve mühendislik tasarımı odaklı bir eğitim sürecine dahil olmalarını amaçlamıştır. Bu doğrultuda fen ve matematik eğitiminin, bireylerin bilimsel süreç becerileriyle donatılmasında kritik bir rol oynadığı vurgulanmaktadır (Yamak vd., 2014). 2013 fen öğretim programıyla gündeme gelen ve programda hala yerini farklı şekilde koruyan bilimsel okuryazarlığın eğitimin merkezinde

yer aldığı görülmektedir. Bilimsel okuryazarlık, öğrencilerin bilimsel bilgiye dayalı düşünebilmeleri, bilimsel süreçleri anlayabilmeleri ve bu becerileri günlük hayatta kullanıp etkili kararlar alabilmelerini, bilimsel ifadeleri anlayabilme, bilginin dinamik yapısını anlayıp kavrama ve pseudo-science olarak adlandırılan gerçek olmayan bilimsel bilgileri ayırt edebilmelerini sağlar. Tüm bu beceriler, bireylerin mevcut yeniliklere uyum sağlamalarına hem de gelecekte yeniliklere öncülük edebilmelerine olanak tanır. Bu yaklaşımla öğrenciler, yalnızca bilgiyi tüketen değil, aynı zamanda bilgi üretebilen bireyler olarak toplumda yer edinirler. Türkiye’deki eğitim alanında yapılan reform hareketlerinin 21. yy. öğrenme becerileriyle STEM/STEAM eğitiminin yansımaları görülmektedir (NRC, 2014).

Nitelikli insan ihtiyacı, ülkelerin eğitim politikalarında değişikliğe gitmelerine sebep olmaya devam ederek 21. yy. da her alanda gelişmeler hızlanmış olsa da özellikle fen, matematik, teknoloji ve mühendislikteki gelişmeler hayatın her alanında etkili olmakta ve insanlığın en acil sorunlarının çözümünde çok önemli bir rol üstlenmektedirler (NRC, 2012). Son zamanlarda STEM eğitiminde, tasarım süreçlerinde, sanatın önemine değinilerek sanat disiplininde yer alması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bilimi sanattan bağımsız düşünmemek için STEAM eğitime doğru bir kaymanın olduğu görülmektedir. STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) eğitimi, disiplinler arası bir yaklaşımı benimseyerek yaratıcı düşünmeyi teşvik eden bir eğitim modelidir. Sanatın STEM disiplinlerine entegre edilmesi, sadece bilimsel veya teknik becerilerin değil, aynı zamanda yaratıcılık, eleştirel düşünme ve estetik algının da geliştirilmesine olanak sağlar. Sanat, STEM bileşenlerine estetik, ifade ve duygusal bir boyut katarak öğrencilerin problem çözme yeteneklerini ve yaratıcılıklarını daha bütünsel bir şekilde geliştirmelerine olanak tanıyor. Bu da STEAM eğitime olan ilginin giderek artmasına neden oluyor. Özellikle çağdaş dünyada çok yönlü problem çözme becerileri ve yaratıcı düşüncenin önemi düşünüldüğünde, STEAM eğitimi geleceğin eğitim modellerinde önemli bir rol oynuyor. STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) eğitimi, disiplinler arası bir yaklaşımı benimseyerek öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözme ve uygulamalı öğrenme becerilerini geliştirmeyi hedefler. Bu bağlamda, sanat ve mühendislik gibi farklı alanların birleşimi, öğrencilere hem analitik hem de yaratıcı bir bakış açısı kazandırır. Özellikle tasarım, hem sanatsal hem de mühendislik perspektifini bir araya getirerek, öğrencilerin soyut kavramları somut ürünlere dönüştürmesine olanak tanır. Matematik ve fen bilimlerinin temel ilkeleri, sanatın estetik ve yaratıcılığı ile birleştiğinde, öğrenciler daha motive bir şekilde öğrenme sürecine dahil olur. Bu süreçte öğrenciler, yalnızca teorik bilgiyle değil,

aynı zamanda pratik uygulamalarla da deneyim kazanır. STEAM yaklaşımıyla hazırlanan etkinlikler, öğrencilerin bireysel yeteneklerini keşfetmelerine, takım çalışmasını öğrenmelerine ve bilimsel sorgulama süreçlerini işe koşarak yenilikçi projeler üretmelerine katkı sağlar. Böylece öğrenciler, hem akademik hem de kişisel gelişimlerini daha bütüncül bir şekilde ilerletme şansı bulur (Mercin, 2019).

2013 yılında Türkiye’de yürürlüğe giren fen bilimleri öğretim programı, bireylerin fen okuryazarlıkla yetiştirilmesini temel hedef olarak benimsemiştir. Bu yaklaşım, bireylerin fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri ve tutumlar kazanmalarını, bu bilgileri günlük yaşamlarında kullanabilmelerini ve bilimsel süreçleri anlayıp eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirebilmelerini amaçlar. Fen okuryazarlığı, bireylerin bilimsel bilgilere dayalı kararlar alabilmesi, çevresel ve toplumsal sorunlara duyarlı bir şekilde yaklaşabilmesi gibi yaşam boyu beceriler geliştirmeyi içerir. Bu nedenle programın misyonu, fen bilimlerini sadece akademik bir disiplin olarak değil, hayatın bir parçası olarak sunmayı hedeflemiştir. Bu vurgu, öğrenci merkezli öğrenme yöntemleri ve bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasına yönelik etkinliklerle desteklenmiştir. Programda fen okuryazarlığının yalnızca bilgi ve beceri değil, aynı zamanda bireylerin tutum, algı, değer ve psikomotor becerilerle desteklenen bir anlayışa sahip olması gerektiği vurgulanmıştır. Bireylerin bilimsel düşünme ve problem çözme yeteneklerini geliştirmenin yanı sıra, onları çevre, toplum ve teknoloji ile ilgili bilinçli ve sorumlu birer birey olarak yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Fen bilimleri öğretim programının güncellenmesiyle bireylerde yaşam becerilerinin ve mühendislik-tasarım odaklı düşünme becerilerinin geliştirmeyi hedeflediği görülmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018 yılında fen bilimleri öğretim programını güncelleyerek öğrencilerin analitik düşünme, yaratıcı problem çözme, takım çalışması gibi 21. yy. becerilerini kazanmalarını ve mühendislik tasarımı odaklı bir eğitim sürecine dahil olmalarını amaçlamıştır. Bu doğrultuda fen ve matematik eğitiminin, bireylerin bilimsel süreç becerileriyle donatılmasında kritik bir rol oynadığı vurgulamaktadır (Yamak vd., 2014). 2013 fen öğretim programıyla gündeme gelen ve programda hala yerini farklı şekilde koruyan bilimsel okuryazarlığın eğitimin merkezinde yer aldığı görülmektedir. Bilimsel okuryazarlık, öğrencilerin bilimsel bilgiye dayalı düşünebilmeleri, bilimsel süreçleri anlayabilmeleri ve bu becerileri günlük hayatta kullanıp etkili kararlar alabilmelerini, bilimsel ifadeleri anlayabilme, bilginin dinamik yapısını anlayıp kavrama ve pseudo- science olarak adlandırılan gerçek olmayan bilimsel bilgileri ayırt edebilmelerini sağlar. Tüm bu beceriler, bireylerin mevcut yeniliklere uyum sağlamalarına hem de gelecekte yeniliklere

öncülük edebilmelerine olanak tanır. Bu yaklaşımla öğrenciler, yalnızca bilgiyi tüketen değil, aynı zamanda bilgi üretebilen bireyler olarak toplumda yer edinirler. Türkiye’deki eğitim alanında yapılan reform hareketlerinin 21. yy. öğrenme becerileriyle STEM/STEAM eğitiminin yansımaları görülmektedir (NRC, 2014).

STEAM eğitiminin öğrenci ve öğretmenler arasında iş birliğini teşvik ettiği ve öğrenme sürecini daha anlamlı hale getirdiği literatürdeki birçok çalışma ile kanıtlanmıştır. STEAM eğitimi ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde yabancı kaynaklarda daha çok çalışmaların yer aldığı görülmektedir (Bautista, 2021; Kim, Chung, Woo, Lee, 2012; Yakman ve Lee, 2012; Katz-Buonincontro, 2018; Setiawan ve Saputri, 2019). Türkiye’de yapılan çalışmaların daha az olduğu ve fen eğitiminde ünite temelli çalışmaların sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir (Azkın, 2019; Ayvacı ve Bakırcı, 2012; Deniz, 2022; Karakuyu, 2021; Kolsuz, 2018; Gülhan ve Şahin, 2018; Özkan ve Topsakal, 2017; Şahiner, 2022; Yıldırım, 2021). Ancak, Türkiye’de bu yöntemin yaygınlaştırılması noktasında bazı kısıtlamalar ve eksiklikler olduğu bir gerçektir. Bu sınırlamaların temel nedenleri arasında: eğitim altyapısının yetersizliği, öğretmen eğitimi, müfredat yoğunluğu ve zaman kısıtlaması, farkındalık eksikliğidir. Gülhan ve Şahin (2018) tarafından gerçekleştirilen STEAM çalışmasında ışık ünitesine ilişkin akademik başarı 2013 fen bilimleri öğretim programındaki kazanımlara göre hazırlanmıştır. Programın güncellenmesinden sonra ele alınan kazanımlar doğrultusunda hazırlanan ilk akademik başarı testi ile ışığın madde ile etkileşiminde yer alan 12 kazanımın tümünü ölçmek ve bir ünite boyunca STEAM etkinliklerini ders modülüyle uygulayabilmek için bu araştırma gerçekleştirilmiştir. Son olarak, bu tez çalışmasında sorgulamaya dayalı STEAM eğitimi ile STEAM eğitiminin karşılaştırılması ve sorgulamaya dayalı öğretimin STEAM öğrenme sürecine neler kattığının anlaşılması adına fırsatlar yaratılması olasıdır. Bu karşılıklı etki bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kesişiminde akademik başarı, tutumlar, yaratıcılık ve mesleki tercihler bazında tespit edilebilir. Bu çalışmanın belirtilen bu noktalar doğrultusunda ulaşacağı sonuçların ve bu sonuçlara bağlı olarak geliştirilecek uygulamalarının örgün eğitimde STEAM’in daha yaygın ve etkin uygulanması, Türkiye’de eğitim sistemine önemli bir katkı sağlayacak ve öğrencilere 21. yüzyıl becerileri kazandırma yolunda bir adım olarak düşünülmektedir.

1.2. Araştırmanın Önemi

Çağımızda yaşayan bireylerin yaşadıkları yüzyıla uyum sağlayıp ihtiyaçlara yanıt verebilmeleri için 21. yy. becerileri olarak adlandırılan becerilere sahip olması ve onları aktif olarak kullanabilmeleri gerekmektedir. Dünyada meydana gelen değişim ve gelişmelerden toplumun etkilenmemesi kaçınılmaz hale gelerek sürekli olarak değişim ve gelişmeler meydana gelmektedir. 21. yy. da meydana gelen toplum birçok alanda önceki yüzyıldan farklı olarak toplumun ihtiyaçlarına yanıt verebilmek için yeni yaklaşım arayışlarında bulunmuştur. Toplum meydana gelen değişimlere uyum sağlarken bu değişimlerle benimsenen yaklaşımlar yeni fırsatlar ortaya sunmakla birlikte benzersiz ve birtakım sorunları da beraberinde getirmiştir. 21. yy. toplumunun bireyden beklediği 21. yy. becerilerinin bireye ve topluma kazandırılmasında okullardaki eğitim-öğretim önemli hale gelmektedir. Bireyler eğitim öğretim hayatına atıldıkları andan itibaren hayatlarının büyük bir bölümünü okullarda geçirmektedir. Öncelikle öğrenciyi merkeze alan öğrencilere zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının sunulması önem arz etmektedir. 21. yy. toplumunun ihtiyaçlarına yanıt verebilmek için son yıllarda birbiriyle ilişkili iki kavram olan STEM ve STEAM eğitimi farklı disiplinlerin keskin sınırlarını kaldırarak disiplinlerarası yaklaşım ortaya atılmıştır (Maeda, 2013; Yakman, 2008). Okullar öğrencileri iş dünyasına hazırlamakta görece yetersiz kaldıkları için geleceklere yatırım yapmakta sanat ve tasarım olmadan STEM yaklaşımının başarılı bir şekilde taleplere yanıt verebileceği tartışılan konular arasında yerini almaktadır. Günümüzde ortaokul, lise ve üniversite yani tüm kademelerde bulunan öğrencilerin konuşma ve yazma, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme, iş etiği, takım çalışması, iş birliği, teknolojiyi kullanabilme, liderlik gibi becerilerden yoksun olduğu görülmektedir (Trilling ve Fadel, 2009). İçinde bulunduğumuz yüzyılda saf bilgi kalıpları önemini kaybederken öğrencilerin 21. yy. becerileri ve üst düzey düşünme becerilerini kazanması önemli görülmektedir. Tüm bu nedenlerle birlikte dünya genelinde fen eğitiminde geleneksel yaklaşımlar yerini gerçek yaşam problemlerini çözebilecek becerilere sahip öğrenciler yetiştiren öğrenci merkezli yeni yaklaşımlara bırakmıştır (Peen ve Arshad, 2014).

Ülkeler gelişmekte olan dünyaya ayak uydurmak için bir yarışın içinde yer almaktadır. Bu yarışta galip gelebilmek adına teknoloji ve bilim çağında meydana gelen değişimleri takip ederek bu alanda ataklar yapmaktadır. Bu atakların en önemlisi eğitim alanında yapılmaktadır. Çünkü eğitimler bireylerin düşüncelerine yön vererek harekete geçmelerini sağlayıp nitelikli ve üretken bireyler oluşturmaktadır. Tam bu noktada Türkiye’de öğretim

programlarında değişimler meydana gelmiştir. Özellikle Türkiye, PISA sınav sonuçları dikkate alındığında 2012 yılındaki sonuçlarda matematik testinde 448 puan alarak ortalama puanı 487 olan 65 ülke arasında 44. sırada ve ortalaması 494 olan 34 OECD ülkesi arasında 31. sırada yer almaktadır. Fen Bilimleri okuryazarlığı testindeki puanlara bakıldığında ise Türkiye, 463 puanla, ortalama puanı 497 olan 65 ülke arasında 43. sırada ve ortalama puanı 501 olan 34 OECD ülkesi arasında 33. sırada yer almıştır. Uluslararası yapılan bu sınavların sonuçlarına bakıldığında ülkemiz matematik ve fen bilimlerinde dünya ülkelerinin gerisinde kaldığı ve başarısız olduğu görülmektedir. Sonraki yıllarda 2003, 2006 ve 2009 da gerçekleştirilen PISA sınavlarından sonra sonuçlar incelendiğinde Fen Bilimleri ve Matematik disiplin alanlarında OECD ülkelerinin puan ortalamasının altında puanlar aldığı görülmüştür (PISA, 2012). 2015 yılında PISA sonuçlarında düşüşler daha fazla yaşanarak 70 ülke içerisinde fen bilimlerinde 51, matematikte 48. ve okumada 49. sırada yer almıştır. Buna benzer sonuçlar Dünya Bankası' nın desteğiyle Boston College tarafından yapılan 4. ile 8. sınıflar düzeyinde gerçekleştirilen TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) uluslararası sınav sonuçlarında da PISA' ya benzer sonuçlar göstererek Türkiye OECD ülkeleri puan ortalamasının altında yerini almıştır. Ulusal ve uluslararası yapılan sınavların sonuçları göz önüne alındığında yolunda gitmeyen şeylerin olduğuna dikkat çekiyor ve eğitimde reform yapılması kaçınılmaz hale gelmiştir (Dinçer, 2014). Programdaki eksiklerin giderilmesi için günlük hayatla daha fazla bağlantı kurulması için 2017 yılında programda STEM eğitiminin yansımaları yer almakta ve disiplinlerarası ilişkiler eklenmiştir. 2018 fen öğretim programında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları başlığı altında STEAM yaklaşımının yansımaları görülmektedir (MEB, 2018).

Fen bilimleri dersi öğrencilere içerik bilgisi kazandırmaktan daha önemli olan öğrencilerin günlük yaşamlarında bir problemle karşılaştıklarında öğrendiklerini günlük yaşama transfer ederek problem çözebilme gibi birçok beceriyi geliştirmeyle ilişkili olmasıdır (Kim vd., 2013). Fen, matematik, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının entegre edilmesi öğrencilerin yoğun, karmaşık bilgilerine yönelik öğrencilerin çıkan problemleri çözmeye ve teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmaya hazırlamaktır (Crotty vd., 2017). Klasik ders anlamından ziyade fen bilimleri dersi 21. yy. becerilerini edinerek öğrencilerin eleştirel, yaratıcı, yansıtıcı ve ürün tasarlama becerisi, el becerilerini ön plana çıkararak bilimsel bilgi ve sorgulama süreçlerini kullanarak bir sonuca ulaşmalarını sağlar (Pellegrino, 2017). Bu becerilere sahip öğrenciler yetiştiren ülkeler küresel rekabette ön plana çıkmak için bilgiyi üreten ve onu kullanabilecek yeterliliğe sahip bireylere her geçen

gün daha fazla ihtiyaç duymaktadır. Bilgi ekonomisinin temeli fen bilimleri ve teknolojik alanda meydana gelen değişimlere dayanarak bu da STEM/STEAM ile sürdürülebilir kalkınmaya işaret etmektedir. Yenilikler üzerinde şekillenen bir dünya ekonomisinde STEM/STEAM tüm alanlarda gerekli olduğu görülmektedir (Kang, 2019).

STEAM yaklaşımı ile gerçekleştirilen öğretimde, öğrencilerin kendi ilgi ve yeteneklerini bulmasına yardımcı olarak, gelecek mesleklerle öğrencileri hazırlamada kritik role sahip olmaktadır. STEAM eğitiminin mevcut ders programına entegrasyonu için disiplinlerüstü bütünlük bir STEAM eğitim örneği oluşturulması önemli noktayı oluşturmaktadır. Türkiye’de K-12 eğitim düzeyinde sistematik bir STEM/STEAM öğretim programı bulunmamaktadır. Popüler ve güncel olarak görülen STEM/STEAM eğitimi bir öğrenme aktivitesi olarak örgün eğitimin dışında kurslarda verilmektedir. Bu sebeplerden dolayı Türkiye’de son yıllarda tanınmaya başlanılan STEAM eğitimi üzerinde araştırmalar yapılmalı, eğitimin uygulayıcısı olan öğretmenlere tanıtılmalı ve entegrasyon sağlanarak fen bilimleri kapsamındaki ünitelerle bütünleştirilip çalışmalar yapılması önemlidir. Kurslarda ders olarak verilen öğretim yaklaşımları birbirinden bağımsız, dağınık etkinliklerle verilmekte hatta hazır eğitim setleri hazırlanarak robotlar ve mekanizmalar üzerinden gerçekleştirilmektedir. STEAM eğitiminin birbiriyle entegre edilmiş düzenli bir yapısı ve standardı bulunmamaktadır (Sağat, 2019). Bu araştırmada STEAM fen bilimleri ders kazanımları ile bütünleştirilerek disiplinlerüstü ders modülleri oluşturulmuş ve bunlar arasındaki bağlantılara dikkat edilmiştir.

STEAM, STEM’den doğan bir kavram olduğundan birbirinden çok farklı değildir. Bunun yanında ikisini birbirinden ayıran özellikler bulunmaktadır. STEM yaklaşımına sanatın eklenmiş hali şeklinde STEAM eğitimi basit anlamda düşünmemek gerekir. Sanatın eklenmesi ile estetik bakış açısı kazandırılıp, tasarım temelli düşünmede probleme yaratıcı çözümler üretmeleri yani STEM’i oluşturan disiplin alanlarına sorgulamaya dayalı öğrenme ile entegrasyonu sağlanarak problem veya durumlara yaratıcı çözümler üreterek öğrencilerin var olan başarı gelişiminde artış sağlanabilir (McCullough, 2022). STEAM eğitim yaklaşımı, öğrencinin zihinsel etkinliklerdeki üretkenliğini, öğrenmeyi öğrenme sorumluluğunu, yaratıcılığını ve yenilikçiliğini artırmaktadır (Tashibekova, 2022). Kendilerini ifade etmelerine yardımcı olarak, sorgulama becerileriyle kalıpların dışına çıkıp farklı düşüncelerine olanak tanır. STEAM uygulamaları STEM alanında öğrencilerin akademik başarılarında etkili olarak farklı yetenekleri ortaya çıkarmaktadır (Gettings, 2016). Yaratıcılık, üst düzey düşünme becerileri, iletişim becerileri, eleştirel düşünme becerileri ve

problem çözme becerileri gibi birçok beceri STEAM'in desteklediği beceriler olarak öğrencilerin akademik başarılarında önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla, öğrencilerin fen bilimleri dersindeki akademik başarılarını ve kavramsal anlamalarını geliştirmede etkili olduğu söylenebilir (Çorbacı, 2023; Erdoğan, 2020; Gülhan ve Şahin, 2018; İzgi, 2020 Karakuyu, 2021; Yıldırım, 2021). STEAM eğitiminin geliştirdiği beceriler öğrencilerin motivasyon, tutum, algı ve disiplinlerarasındaki öğrenmeyi öğrenmelerine etki ederek STEAM eğitiminin yol gösterici ilkelerinin sınırlarını genişleten ek ilkeler olarak kabul edilir (Khine ve Aarepattamannil, 2019).

STEAM eğitimi öğrencilerin doğuştan sahip oldukları yenilikçi ve yaratıcı yeteneklerini ortaya çıkararak desteklemektedir. Yaratıcı düşünme becerisinin 21. yy. da öğrencilerin başarısı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Conradty ve Bogner 2018; Guyotte vd., 2015; Liao, 2016). STEAM eğitiminin akademik başarı üzerinde etkili olmasında sanata dayalı stratejiler ile zihinleriyle bedeni öğrenmede bütünleştirerek yenilik ve yaratıcılık ile öğrenmeyi kişiselleştirebilmektedir (Shernoff vd., 2017). Sanatın STEM yaklaşımına eklenmesi öğrencilerin farklı disiplinlere güvenini ve ilgisini geliştirerek onların motivasyonlarını artırmaktadır (Conradty ve Bogner, 2018). STEAM eğitimi aynı zamanda sanatsal becerilerle desteklenerek öğrencilerin öğrenmeye yönelik tutumlarını etkileyerek motivasyonu artırmaktadır (Gess, 2017). STEAM öğrencilerin disiplinlerarası bağlantı kurmalarını sağlayarak bilimsel sorgulama becerilerinin gelişimi için fırsatlar sunar. Sanat bileşeniyle öğrencilerin bilimsel sorgulama becerilerinin geliştirmeye olan kaygıları azaltılabilir ve bu kaygıların yerini bilimsel kavramlara ve sorulara yönelik öğrenme alır (Segarra vd., 2018).

Bu araştırmada araştırılan bağımsız değişkenlerin, akademik başarı, mesleki ilgileri, bilimsel yaratıcılıkları, ilgi ve tutumları olması; öğrencilerin kişisel gelişimle birlikte çok yönlü gelişimi önemli noktaları oluşturmaktadır. Algı değişkeniyle öğrencilerden elde verilerin sonuçlarında öğrencilerin STEAM disiplinlerini ve STEAM yaklaşımıyla ilişkili meslekleri kendi yetenekleri ile göz önüne alarak zihinlerinde canlandırmalarına, kendilerini o konumda hayal etmelerini sağlar. STEAM tutumları ile ilgili sonuçlar öğrencilerin STEAM eğitim yaklaşımına tavırlarını, disiplinleri ve bu alanlardaki mesleklere yönelik sergilediği tutum ve fikirlerinin hangi yönde olduğunu orataya çıkarmaktadır. STEAM'e yönelik algı ve tutum değişkenleri STEAM eğitime gereken değer ve önemin verilmesinde kritik noktayı oluşturmaktadır. Çünkü STEAM yaklaşımının çıkış noktası STEM'in yakın hedefi olan kariyer ve mesleki ilgilerin geliştirilmesi, küresel bazda uzak hedefi ise

küreselleşen dünyadaki işgücü ihtiyacını karşılayarak çağa uyum sağlayabilmektir. STEAM eğitim yaklaşımıyla STEAM işgücü arasında ilişki kurmak STEAM eğitiminin uygulamada öğrencileri STEAM mesleklerine yönlendirilmesinin kanıtlarla ortaya konması bakımından önemli görülmektedir. Öğrencilerin ülkemizin işgücü ihtiyacını karşılayabilecek donanımlı bireyler yetiştirmesinde STEAM mesleklerini seçme durumları uzun zamanlı boylamsal araştırmalarla ortaya konabilir. Ancak mevcut öğretim programının tanıdığı zaman aralığında uygulama yapıp STEAM eğitiminin öğrenciye katkıları belirlenmek isteniyorsa kısa sürede gerçekleştirilen bu araştırmayla ilgili öğrencilerin duygu ve düşüncelerinin olumlu yönde gelişim göstermesi gelecekte yapılacak çalışmalar için önem arz edebilir.

Bu araştırmada incelenen bir başka bağımsız değişken öğrencilerin akademik başarıları mevcut eğitim sisteminde merkezi sınavlar yapıldığından dolayı önemli görülmektedir. Uygulama gerçekleştirildiğinde mevcut fen öğretim programındaki kazanımlar STEAM entegre edilmiştir. STEAM uygulamaları konu ve kavramların etkili ve anlamlı bir şekilde öğretebilme iddiası taşımaktadır. Geleneksel öğretimden farklı olarak saf bilgiler verilmesinden ziyade bilimsel sorgulama temelinde öğrenciler kavramları öğrenip sorgulayarak öğrendiklerini uygulamaya geçirmektedirler. Akademik başarının incelenmesi STEAM’I bir zaman kaybı ve yalnızca bir tasarım yapma aracı olarak gören kişilerin STEAM eğitime ilişkin düşüncelerini değiştirmelerine yardımcı olabilecektir.

Bilimsel yaratıcılık değişkeninde ise STEAM eğitiminde sanat entegrasyonu ile öğrencilerin sanatı bir araç olarak kullanıp inovasyon ve yaratıcılığı destekleyerek 21. yy. becerileri arasında yer alan bir yaklaşımı destekler (Zhou ve Brown, 2018). Aslında yaratıcılık öğrenci başarısında etkili olan bir beceri şeklinde tanımlanmıştır (Conradty ve Bogner, 2018). Böylece STEAM ile bilimsel yaratıcılık arasında ilişki önem kazanmıştır. STEAM eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılığı üzerindeki etkisinin belirlenmesi uzak ve yakın hedef olarak küreselleşen dünyada önemli hale gelmektedir. STEAM eğitiminin bilimsel yaratıcılığa etkisinin belirlenmesi uygulamada sanatın öğrencilerin derin duygusal ve bireye özgü deneyimler yaşamasına fırsatlar sunmaktadır (Blanken ve Webb, 2014).

STEAM eğitimini öğrencilerin tüm becerilerini geliştiren ve öğrencinin her derdine deva olan mükemmel bir tasarım olarak düşünmemek gerekir. Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin öğrencileri bir matematikçi, bir mühendis, bir teknoloji uzmanı ve bir bilim insanı gibi yetiştirme amacı yoktur. Geleneksel eğitimden farklı olarak öğrenci merkezli sorgulayıcı bir öğrenme modeli öğrencilerin bazı özelliklerini geliştirebilir bazı özelliklerini geliştirmede yetersiz olabilir. Önemli olan öğrencinin çağa uyum

sağlayabilmesi için gereken beceri ve alanlarda en üst düzeye çıkarmaktan çok uygulamanın geneli göz önüne alındığında öğrenciye birçok beceriyi birlikte geliştirebilmek adına fayda sağlayabilmesidir. Gerçekleştirilen araştırmaya bu şekilde bir bakış açısı ile bakıldığında daha gerçekçi ve uygulanabilir sonuçlar elde edilebilir. Bilimsel sorgulamanın entegre edildiği STEAM eğitiminde beceriler fen bilimleri ders kazanımları ile bütünleştirilerek entegrasyon sağlanmıştır. Bu şekilde gerçekleştirilen öğretim aslında bir sınırlılık ortaya koymaktadır. Araştırma bir devlet okulunda gerçekleştirildiğinden araştırmacı sadece kendi fen bilimleri dersine müdahalede bulunmuş ve diğer ders içeriklerine müdahale etme şansı olmamıştır. Etkinlikler fen bilimleri ders kazanımları göz önüne alınarak geliştirilmiş ve düzenlenmiştir.

Literatüre bakıldığında STEAM ön plana çıkarak ilgi görmesine rağmen STEAM öğretimi için benimsenen bakış açısının nasıl değişeceğine yönelik yapılan araştırmaların yetersiz sayıda olduğu tespit edilmiştir (Quigley vd., 2017). STEAM çalışmalarının etkililiğini incelemek için karma yöntem araştırmalarına ihtiyaç vardır (Tenaglia, 2017). Yabancı ülkelerde gerçekleştirilen araştırmalarla karşılaştırıldığında Türkiye’de diğerlerinden daha geç yıllarda araştırmalar yapıldığı ve bunun son yıllarda artış göstermesiyle birlikte yeterli sayıda olmadığını görmekteyiz. STEM eğitimiyle gerçekleştirilen çalışmaların STEAM göre fazla olduğu tespit edilmiştir. STEM’ in sanat entegrasyonu ile alındığı çalışmalar az sayıdadır (Batı vd., 2017; Büke vd., 2018; Çevik, 2018; Gülhan ve Şahin, 2018; Kolsuz, 2018; Özkan ve Topsakal, 2017). Öğrencilerle gerçekleştirilen STEAM eğitim çalışmalarında öğrencilerin istekleri, bilgi edinebilme, anlama ve probleme çözüm bulma becerileri (Choi vd., 2017; Herro vd., 2017; Thuneberg vd., 2018) incelemiştir. Öğrencilerin öğrenme sürecinde akademik başarı ve kavramların düşünsel kavrayışlarını araştıran STEAM araştırmaları ek olarak yer almaktadır (Abed, 2016; Bailey ve Watson 1998; Karakuyu, 2021; Metcalfe vd., 1984; Özkan ve Umdü Topsakal, 2017; Stagg, 2019; Stagg ve Verde, 2019; Yıldırım, 2021). Işık ünitesine ilişkin akademik başarı 2018 fen bilimleri öğretim programının güncellenmesinden sonra ele alınan kazanımlar doğrultusunda hazırlanan ilk akademik başarı testi ile ölçülecektir. Bundan önceki çalışmalarda kullanılan akademik başarı testlerinin tamamına yakını 2013 programında yer alan kazanımlara göre hazırlanmıştır. STEM meslek ve kariyerleri ele alan çalışmalar olmasına rağmen (Cantrell vd., 2009; Sadler vd., 2012; Wyss vd., 2012; Zeldin vd., 2006). STEAM mesleklerini ele alan çalışmaların az sayıda olduğu görülmüştür. Meslek tercihleri genel mesleki envanterlerle ölçülmektedir. Bu tez çalışmasında diğerlerinden farklı olarak Holland

tarafından geliştirilen ve psikoloji alanında sık kullanılan Holland Meslek Envanteri kullanılmıştır. Bu envanterde bireylerin uygulamaya dayalı olarak etkinlikler sırasındaki yönelimleri ve ilgileri üzerinden meslek kategorileri tespit edilir. Fen eğitimi alanındaki meslek tercihi çalışmaları yeni yeni görülmektedir ve bu envanter genel olarak bilinmemektedir (Duruk, 2020).

Türkiye’deki çalışmalar göz önüne alındığında çalışmalardan yalnızca bir kaç fen bilimleri dersi kazanımlarıyla entegre edilerek gerçekleştirilmiş ve uygulamalı araştırmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir (Karakuyu, 2021; Özkan ve Umdü Topsakal, 2017; Yıldırım, 2021). Özkan ve Umdü Topsakal (2017) tarafından gerçekleştirilen araştırmada ortaokul öğrencileri ile STEAM tasarım programı geliştirerek öğrencilerin sözel ve biçimsel yaratıcılıklarında etkili olduğuna ulaşmıştır. Gülhan ve Şahin (2018) tarafından gerçekleştirilen araştırmada STEAM etkinlikleri ile öğrencilerin STEAM tutumları, akademik başarılarını ve bilimsel yaratıcılıklarını orta düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Yıldırım (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEAM öğrencilerin akademik başarılarına, fene karşı tutumlarında ve algılarını olumlu yönde etkilemiştir. Bir diğer araştırma Karakuyu (2021) tarafından gerçekleştirilerek STEAM etkinliklerinin akademik başarı ve algılarında etkili olduğu ancak fene karşı tutumlarını değiştirmede irtiyeni ortaya koymuştur. STEAM alanyazınında yer alan uygulamalı çalışmaların son zamanlarda artış göstermeye başlaması bu çalışmayı öncelikli olarak STEAM alan yazınıni geliştirme adına önemli hale getirmektedir. Uygulamalı STEAM çalışmalarının pedagojik yaklaşımlarla desteklendiği ortamlarda sorgulamaya dayalı yaklaşımın etkisinin tespiti önemlidir. Bahsi geçen araştırmalarda yaygın şekilde kullanılan 5E gibi öğrenme döngüleri kullanılmıştır. Bu araştırmada 5E gibi öğrenme döngülerinden ziyade sınıf söylemine dayalı argüman oluşturma ve müzakereye dayalı sorgulamayı ön planda tutan sorgulama yaklaşımlarına dayalı olarak uygulama yapılmıştır. Çünkü 5E öğrenme döngüsünü kullanmak sorgulama süreçleriyle STEAM bütünleştirmek anlamına gelmemektedir. STEAM eğitimi alan uzmanlarının gözünde problem temelli öğrenmenin merkezde olduğu, sorulamaya dayalı öğrenmenin ise problemlerin çözümünde yürütücü bileşen olduğu bir öğrenme süreci olarak algılanmaktadır (Kahya ve Özdilek, 2021). Tüm bunlardan hareketle STEM/STEAM eğitiminde sorgulamaya dayalı olmasının kaçınılmaz olduğu görülmektedir (Hacıoğlu, 2020). İlgili literatür ışığında araştırmacı bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitiminde literatürde çalışma olmadığını tespit ederek, Hacıoğlu (2020) tarafından geliştirilen sorgulamaya dayalı öğrenme ile STEM eğitimi ders planını,

STEAM uyarlanarak yeni bulgu ve yeni bakış açıları elde etmeye çalışmaktadır. Belirtilen bu noktalar doğrultusunda ulaşacağı sonuçların ve bu sonuçlara bağlı olarak geliştirilecek uygulamalarının öğrencilere, öğretmenlere, akademisyenlere ve bağımsız araştırmacılara yeni bakış açıları kazandırması beklenmektedir.

1.3. Araştırmanın Amacı ve Soruları

Bu araştırmanın amacı ortaokul 7. sınıf Fen Bilimleri dersi “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinin öğretiminde Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM (Fen-teknoloji- Mühendislik-Sanat-matematik) eğitim yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısına, meslek tercihlerine, STEAM tutumlarına, STEAM alanlarına yönelik algılarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini belirlemektir.

1.3.1. Araştırma soruları

1. Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM eğitiminin Işığın Madde ile etkileşimi ünitesinde hazırlanmış etkinliklerin öğrencilerin STEAM disiplin alanlarına yönelik algısına etkisi var mıdır?
2. Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM eğitiminin öğrencilerin STEAM alanlarına yönelik tutumları nasıldır?
3. Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısına etkisi nedir?
4. Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi var mıdır?
5. Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin öğrencilerin mesleki ilgilerine etkisi nasıldır?
6. Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerine etkisi nedir?
7. STEAM eğitim yaklaşımına göre hazırlanmış etkinliklere yönelik öğrenci görüşleri nasıldır?

1.4. Araştırmanın Sınırlıkları

- Bu araştırma 2023-2024 eğitim öğretim yılında Gaziantep İli Yavuzeli İlçesinin ortaokul 7. sınıfına devam eden 20'si deney grubu 22'si kontrol grubu olmak üzere 44 öğrenci ile sınırlıdır.
- Çalışmanın uygulama süresi haftalık 4 saat olan fen bilimleri dersinde 9 hafta ile sınırlıdır.
- Uygulamalar öğretim programında belirtilen zaman açısından 2023-2024 eğitim-öğretim yılının bahar dönemi ile sınırlıdır.
- Araştırmada elde edilen bulgular çalışmada kullanılan veri toplama araçları ile sınırlıdır.
- Araştırma süresince toplanan veriler 7. sınıf fen bilimleri dersinde yer alan “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesiyle sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

- Bu araştırmada deney ve kontrol grubunda gerçekleştirilen etkinliklerde öğrenciler arasında bilgi alışverişi engellenerek öğrencilerin birbirinden ve dış faktörlerden etkilenmediği varsayılmıştır.
- Bu araştırmayı etkileyebilecek kontrol edilemeyen değişkenlerin deney ve kontrol grubu öğrencilerini eşit derecede etkilediği varsayılmıştır.
- Öğrencilerin araştırmada kullanılan veri toplama araçlarına yansız, ön yargısız, samimi ve içtenlikle yanıt verdikleri varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

STEAM Eğitimi: Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik disiplinlerinin baş harflerinin İngilizce kısaltması olan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) disiplinlerin bütünleşmesiyle oluştuğu görülmektedir. STEAM probleme dayalı öğrenmeye odaklanan disiplinlerüstü bir yaklaşımdır (Quigley ve Herro, 2016; Winterman ve Malacinski, 2015).

Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi: Mühendislik tasarımının, fen öğretiminde (Mühendislik Tasarım Tabanlı Bilim Öğrenimi) veya fen eğitimine mühendislik tasarım süreçlerini entegre eden bir yaklaşımdır (NGSS, 2013).

Tasarım temelli sorgulama: Tasarım temelli sorgulama, öğrenmeyi deneyimsel ve keşif tabanlı bir sürece dönüştürerek güçlü bir örnek sunan yaklaşımdır (Robert, 2007).

Bilimsel Sorgulama: Bilimsel sorgulama becerileriyle birlikte öğrenciler bilimsel bir araştırma sürecinin nasıl yürütüldüğünü öğrenir ve bu süreçte öğrendikleriyle sınıf içinde argümanlarını oluşturabilir ve oluşturduğu argümanları sınıf içerisinde müzakere eden bir yaklaşımdır (Gillies vd., 2011).

Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM: STEM/STEAM eğitimlerinde mühendislik ve sorgulama süreçlerinin deneysel çalışmalarda yer almasını sağlayan bir yaklaşımdır (Hacıoğlu, 2020).

Algı: Bireylerin dünyada var olan olay, durum ve nesnelere karşı duyumsal bilgileridir. Algı ve tutum yanlış kullanımlardan kaynaklı birbiri yerine kullanılsada bunların her biri farklı terimlerdir (İnceoğlu, 2010).

Tutum: Deneyimler aracılığıyla bireylerin öğrendiği olgu, olay ve nesneler karşısında göstermiş olduğu olumlu ya da olumsuz tepkileri gösterme eğiliminde bulunmalarıdır (Tavşancıl, 2014).

Bilimsel Yaratıcılık: Bilimsel yaratıcılık ıraksak düşünme temelinde bilimsel becerileri edinerek bu doğrultuda fen, matematik, teknoloji ya da fen bilimleri disiplinine özgün ve yaratıcı bir üretim süreci ortaya koymaktır (Rawat, 2010).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. STEAM Eğitimi

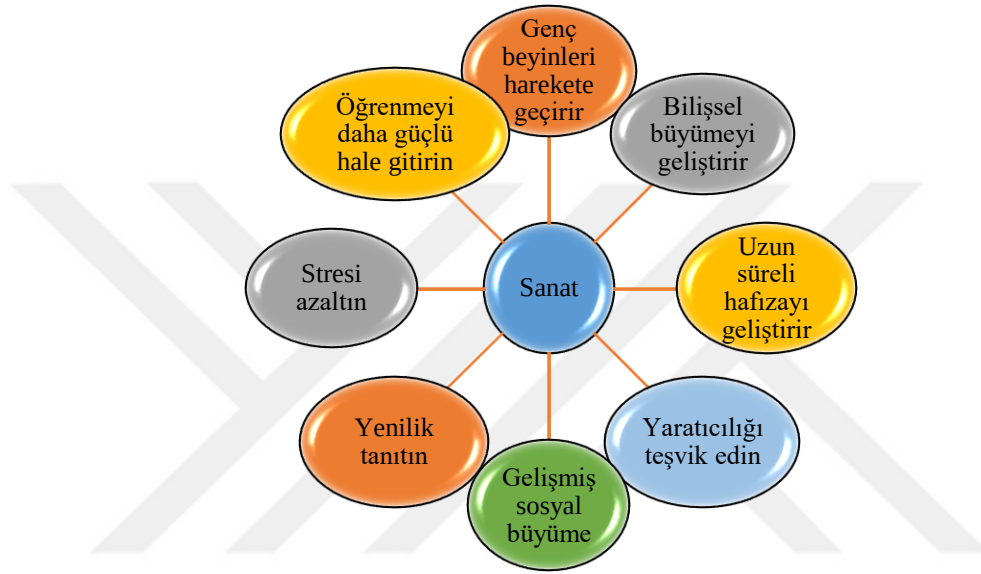
Bilim ve teknoloji başta olmak üzere içinde yaşadığımız çağda birçok alanda gelişim ve yenilikler ortaya çıkmaktadır. Ülkelerin yeni hedefler belirlemelerine, toplumun beklentileri, insanların bireysel ve sosyal hayatları bu durumdan doğrudan etkilenmiştir. Bu yüzden teknolojik gelişmelerde yaşanan gelişim ve değişimleri yakından takip edebilmek için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında gelişmek, yaşadığımız yüzyılın gereksinimlerine kolay uyum sağlayacak becerilerin bulunması gerekmektedir (NRC, 2012). Teknolojik alandaki gelişmelerin artması, inovasyon adına yapılan atağın ve Ar-Ge alanında yapılan çalışmaların artmasına bağlı olarak ortaya atılan STEM disiplinleri üzerinde, birçok ülkedeki bilim insanları tarafından tanımlanmaya ve üzerinde çalışmalara başlanmıştır (Patton, 2013). STEM eğitimi: Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) sözcüklerinin İngilizce olan ilk harflerinin kısaltması ile disiplinleri bütüncül biçimde öğretilmesini sağlayan yaklaşımdır. Bu disiplinlerin bir araya gelmesindeki amaç gerçek yaşamda edinilen bilgi ile öğrenilen bilgiler arasında ilişki kurmayı sağlamaktır (Gülhan ve Şahin, 2016). STEM içerdiği dört bileşenin toplamından daha fazlasını ifade eder. Öğrenciler, kapsayıcı STEM eğitim yaklaşımıyla problem durumlarını açıklayabilir ve çeşitli şartlara çözümler üretebilir. Bu öğrenme anlamlı ve kalıcı öğrenmeye hizmet eder (Wang, 2012). STEM eğitimi öğrencilerin iyi birer problem çözücü olmasına yarar (Morrison 2006). STEM eğitimi öğrencinin farklı disiplinleri entegre ederek kendi günlük yaşam problemlerine çözümler bulmalarını sağlar. Bununla birlikte STEM eğitimi sık sık fen ve matematik eğitimine odaklanıyor ve teknoloji ile mühendislik eğitimi geride kalıyor (Kelley ve Knowles, 2016). Teknoloji ve mühendisliği süreç ile bütünleştirmek için STEM entegrasyonu önerilmektedir. STEM entegrasyonu temelini ilerlemeci eğitim felsefesi öncüsü olan Dewey'den ve sosyo-bilişsel araştırma süreçlerinden alır (NRC, 2000). İyi bir STEM entegrasyonu yapmak istenirse öğrencilerin aktif olarak mühendislik tasarım sürecine katılım gösterip süreç içindeki zorluklarla ilişki kurulup mühendislik süreciyle öğrenmelerini desteklemek, uygun bilimleri mühendislik ve matematikle birleştirerek öğrenciyi merkeze alan sınıf içerisinde grup dinamiklerinin dikkate alınması gerekir. Tüm bu süreçlerde mühendisliği ve konu içeriğini birleştirmede iki farklı STEM entegrasyon modeli vardır: içerik entegrasyonu ve bağlam entegrasyonu. Bağlam entegrasyonunda öğrenmek için disiplinleri mühendislik tasarım süreciyle ilişkilendirip öğrencilerde motivasyonu sağlayarak bir araya getirmeyi ifade eder. Öğrenme

kazanımları doğrudan mühendislikle ilgili değildir öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek ve teşvik etmek için kullanılır. İçerik entegrasyonunda ise matematik veya fen disiplinleri içinde bir konu ya da ünite mühendislik tasarım süreciyle bütünleştirilerek öğrenciye kazanımları edindirmek amaçlanır. Burada öğrenme kazanımları matematik veya fen disiplinleri ile birlikte mühendislik tasarımının kazanımları süreç içerisinde kazandırılacaktır. STEM entegrasyonunda içerik ya da bağlam temelli olmasında öğrenim sürecinde vurgunun nereye yapıldığı ile ilgilidir (Moore vd. 2014). Yaşanan gelişmelerle birlikte STEM'in bağlam ve içerik entegrasyonu ile birlikte öğrencilerin disiplinlerin birbiriyle olan ilişkisini öğrenmeleri, anlamlı bağlantılar kurmaları ve bir bütün halinde tabloyu görmelerini sağlar (Smith ve Karr-Kidwell, 2000).

İlk ortaya çıktığından bu yana STEM kavramı ve STEM eğitimi gelişme göstermektedir. Bu gelişmelerin kritik noktalarından biri de fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik (STEM+Arts): STEM yaklaşımına sanatın eklenmesi yani STEAM eğitim uygulamalarıdır (Sharapan, 2012; Taljaard, 2016). STEM derslerde kullanıldığında çoğunlukla tasarım süreçlerinde sanat ve yaratıcılık ayrı olarak yürütülüyordu (Hoachlander ve Yanofsky, 2011). Bunun tespitinden sonra son yıllarda STEM eğitimi içine sanat ve tasarım ile entegrasyonu artış göstermiştir. Bu girişimlerin ilki Kore'de görülmektedir. Sanatın dahil edilmesindeki öncelikli amaç öğrencilerin yaratıcılıklarını desteklemektir (Kim ve Kim, 2016). Geçmişten günümüze süregelen kültürlere bakıldığında sanatın her zaman var olması dikkat çekicidir. Bunun muhtemelen nedeni insanların fiziksel ve bileşsel davranışlarının ötesinde duygusal yönlerinin dikkat çekmesidir. Diğer taraftan sanat ve bilim birbirinden ayrı değil birbirinin tamamlayıcısıdır. Her ne kadar sanatlar öznel bakış açısını bilimler ise nesnel bakış açısıyla bakabilmeyi sağlasada bireyler beyinlerinin doğru karar vermesi için iki görüşede ihtiyaç duymaktadır. Öğrencilerin öğrenmelerinde sanatın STEM'e entegrasyonu daha başarılı sonuçları beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla STEAM eğitimi STEM'e sanat eklenmesinin de ötesine geçerek daha kapsamlı ve daha gelişmiş bir süreci ifade eder (Bertrand ve Namukasa, 2020; Henriksen vd., 2019).

Sanatlar insan gelişiminde önemli noktaları vurgulamaktadır. Sanat insanın duygularını harekete geçirir, duyguların ise öğrenme üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir. Öğrencilerin eğitimine sanatsal süreçler dâhil edildiğinde günlük hayatta karşılaştığı problemi çözebilmeyi, yaratıcılığı, eleştirel düşünmeyi, yansıtıcı düşünmeyi, iletişim becerilerini, özdenetim, özyönetim ve işbirliği gibi birçok beceriyi geliştirdiği görülmektedir. Kısacası 21. yy becerilerini kazandıran veya destekleyen beceriler ile

uyumludur. Gelişen bilim ve teknolojiyle uyum sağlamak için bu becerilere ihtiyaç duyulmaktadır. Böylelikle tüm eğitim kademelerindeki öğrenciler sanatsal çalışmalarda bulunmalıdır (Sousa ve Pilecki, 2013). Sanat öğrencilerin problemlere bakış açısını değiştirerek yeni ve özgün fikirleri içerisinde barındırır dolayısıyla disiplinlerarası sorgulama yapabilmek için bir yaklaşım oluşturmak istenirse sanatı STEM etkinliklerine dâhil etmek bunun doğal bir yolu olarak görülebilir (Quigley ve Herro, 2016).



Şekil 2.1. Sanatın tüm sınıf düzeylerindeki öğrenciler için neden ulaşılabilirliği (Sousa ve Pilecki, 2013, s.16).

STEAM yaklaşımında sanat entegrasyonu yanlış anlaşılan noktalardan biridir. STEM eğitiminden STEAM geçişin daha kaliteli, kuvvetli, kalıcı ve otantik öğrenmeye fırsat yarattığı düşünülmektedir (Fountain, 2014). Sanat bileşeni olan “A” sanatı ve beşeri bilimleri ifade etmektedir. Ancak uygulayıcı olan öğretmenlerin bir çoğu bunu bilmemektedir. Öğretmenlere rehberlik edebilecek literatürde çok az sayıda uygulamalı çalışmalar bulunmaktadır. Henriksen vd. (2015) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada sanat, bilim, müzik, matematik arasındaki sınırların esnek olduğunu ve tüm eğitim kademelerinde bulunan öğretmen-öğrenci için var olan sorunları çözmede yaratıcı, sanatsal çalışmalara dahil ederek disiplinlerarasındaki aşılması zor sınırları kaldırmaya yönelik bir örnek teşkil etmektedir.

STEAM sözcüğü resmi olarak ilk kez 2011 yılı Kore Eğitim Bakanlığı raporunda geçmektedir (Choi vd. 2017). STEAM Eğitimi: Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve

Matematik disiplinlerinin baş harflerinin İngilizce kısaltması olan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) disiplinlerin bütünleşmesiyle oluştuğu görülmektedir. STEAM probleme dayalı öğrenmeye odaklanan disiplinlerüstü bir yaklaşımdır (Quigley ve Herro, 2016; Winterman ve Malacinski, 2015). STEAM, öğrencilerin farklı disiplinleri bir araya getirerek kullanmasını sağlayan, yeni fikirleri, yaratıcılığı geliştirmeyi sağlayan, sanatı ve teknolojiyi birlikte kullanmayı destekler (Sparkes, 2017). Çalışmalarda sanatın, tasarım ve yaratıcılığın fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleriyle bütünleştirilmesinin eğitim sürecine önemli katkıları olacağı ifade edilmektedir. Bütüncül eğitim anlayışı, STEM+Art da önemsenmiştir. STEM inovasyon becerisi kazandırmayı amaçlarken STEAM inisiyatif olarak düşünebilmek, inovasyon yapabilmek için yaratıcılık kısmı sanatla desteklenmiştir. Sanatı sadece sanatçı yetiştirmek için değil; her insanda gerektiğinde kalıpların dışına çıkarak yaratıcılık yeteneğini ortaya koyması, düzgün biçimde kendisini ifade etmesi amacıyla sanat disiplini yer almaktadır (Gülhan ve Şahin, 2018). STEM daha çok matematik ve bilime odaklansa da STEAM tasarım, bilgisayar grafiği, sanat sergisi gibi bir ifade olarak sanata odaklanmakta ve sorunların çözümleri araştırıldığında sorunları çözen yaratıcı problem çözme de içermektedir (Herro ve Quigley 2016). Günümüzde sanat eserlerinde ve bilimsel çalışmalarda takdir edilenlerin temelinde yaratıcılık olduğunu görmekteyiz. Şüphesiz ki sanat ve bilimin ortak bileşeni yaratıcılıktır. 2006 yılında STEM'e sanat eklenerek STEAM kavramı oluşturularak günlük hayatta sanatın ve estetiğin geri planda kalmaması gerektiği savunulmuştur (Sağat, 2019).

Bilimsel çalışmalarla yaratıcılık ve bilimin bütünleşmesi sağlanarak STEAM eğitimi ortaya çıkmıştır (Burnard, 2015). STEAM yaklaşımında sanat disiplinine gereklilik duyulmasının ilk nedeni sanatın yaratma gücü, görsel düşünme, bağlantı kurma ve karşılıklı etki aracılığıyla bilimde yaratıcı düşünmeyi teşvik etmesidir ve duyarlılık oluşturmaktır (Noh ve Ahn, 2012). Fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematiği birlikte yararlanılan yaklaşım olarak STEAM öğrencilere eleştirel düşünme, iletişim kurma, sorgulama becerilerini kullanmalarını sağlamaktadır. STEAM yaklaşımıyla gerçekleştirilen eğitimin hedefi bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin 4C (yaratıcılık, iletişim, yakınsama ve ilgilenme) olan temel kapasitelerle bütünleştirilmesidir (Choi vd., 2017). Sanat bu dört yeteneği kapsayarak bilinçli bir şekilde STEM disiplinleriyle entegre olduklarında öğretmenlerle birlikte öğrencilere karmaşık ve bütünleştirilmiş öğretim yaparak süreci anlamaya dahil olmalarında çok sayıda olanaklar sunar (Steele vd., 2018). Öğrencilerin

yaratıcılıklarını ortaya çıkarıp sanatsal çıktılar oluşturmaları pozitif, bütüncül bakış açısıyla problem çözme yeteneklerini iyileştirmek için beş disiplinin entegre edilmesiyle oluşturulan STEAM eğitiminin amacını oluşturmaktadır. STEAM eğitimi, disiplinlerarası yaratıcılıkla yeni yaklaşımlar düşünmeyi desteklemenin bir yöntemi olarak değerlendirilmektedir (Wynn ve Harris 2012). Yaratıcı kişiliği geliştirmek de STEAM yaklaşımının temel amacı arasındadır (Azkın, 2019). STEAM öğrencilerin problem çözmelerine yardımcı olan, problem senaryolarına yerleştirilen, mümkün görünmeyen daha gerçek olan yaratıcı ve hayal ürünü problemleri içermektedir (Herro vd., 2017). Hayal gücünün anlama yeteneğini vurgulamak için STEAM eğitimi desteklenmiştir. Öğrencilerin sanatsal duygularını ve bilimsel içeriklerini sağlamaktır (Jho vd., 2016). Literatürde STEAM eğitimi öğrencilerin motivasyonunu, öğrenmesini, problem çözme becerilerini geliştirdiğini gösteren çalışmalar (Choi vd., 2017; Herro vd., 2017; Noh ve Ahn 2012; Thuneberg vd., 2018) bulunmaktadır (Özkan ve Umdü, 2019). STEAM eğitim yaklaşımıyla öğrencilerin bilgiye dayalı olarak matematiksel bilgi edinmeye yönelik isteklerini arttıran, ilgilerini uyandıracak şekilde gerçek hayat arasında bağlantılar kuran, öğrencilerin nasıl bir öğrenme süreci izleyeceklerini anlamalarına ve odaklanmalarıyla öğrenme sürecine katkıda sağlayan tecrübelerinden oluşur (Bybee, 2010). Sanat alanının STEAM eğitiminde önemi ya da sağladığı avantajlar bilişsel gelişimin geliştirilmesi, kalıcı hafızanın güçlendirilmesi, toplumsal olgunlaşmanın artırılması, gerilimin azaltılması, konu alanlarına çekiciliğin artması ve yaratıcılığın teşvik edilmesi yönündedir (Sousa ve Pilecki, 2013). STEAM eğitimi matematiksel ve mantıksal düşünmeyi destekleyen, bilimi ve matematiği keşfetmeye yönelik tasarım ve mühendislik görevlerinin yaratıcılık, ifade ve görsel yönlerini içeren etkinlikler için fırsat sunar. STEAM eğitiminde yaratıcılık, bireysel ya da topluluk olarak düşünmede kritik olan düşünceler ve planlar geliştirmek ve ilgili verilerle örtüşen, akılcı açıklamalar ve planlar üretmek anlamına gelmektedir. STEAM yaklaşımı bütüncül olarak beş boyutta ilişki kurarak bütünsel gelişime olanak sağlar (Manches ve Plowman, 2017).

Disiplinlerüstü bir eğitim yaklaşımı olan STEAM yaklaşımı öğrencilerde yoğun, güçlü bir duygu durumunu teşvik eder. Düşünce özgürlüğü sağlayarak etikili şekilde çalışmak ve üst düzey performans gösterip görevleri yerine getirirken bilgiyi elde etme süreçlerinde etkin bir katılım göstererek STEAM projelerinde tasarımlar yapmalarını kanıtları oluşturur. Öğrenme ortamı olarak ele alındığında öğrenci merkezli olan, kitapta yer alan bilgilerin ötesinde disiplinlerüstü bilgilerle içi içe olan, aktif, yaratıcı, öğrenciler ile birlikte öğretmenin de gelişimini sağlayan karşılıklı etkileşimlerin bulunduğu ortam STEAM

eğitimlerini kapsar (Chalmers vd., 2017; Chen ve Hong, 2016). STEAM eğitim yaklaşımı dengeli bir süreçte öğrencilere birtakım bilgi ve beceriler kazandırarak problem çözme teşvik etmektedir (Winterman ve Malacinski, 2015). Ünite, konu ve kavramları bütünleştirerek öğrencilerin özgün senaryolar temelinde kazandırılması hedeflenen konu kapsamında yaratıcı problem çözme içerir. Öğrencilerden yaratıcı problem çözebilmeleri için STEAM, bilim gibi tek bir disiplinin ilerisine geçerek farklı araştırma süreçlerini ve çoklu bakış açılarını ileriye doğru taşınmaktadır (Connor vd., 2015). Neticesinde STEAM eğitim yaklaşımının uygulanması için düzenlenen ortamlar öğrencilerin işbirliği içinde yenilik, yaratıcılık, iletişim becerileri ve eleştirel düşünme becerisi ile bir an önce çözümü bekleyen dünya sorunlarını çözebilmeye hazırlamaktır. STEAM eğitimi K-12 ortamında yeni olan ve kısa sürede başarı göstermesine rağmen, uygulayıcı olan öğretmenlerin sınıf ortamında neler yaptıkları ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır (Kim ve Park, 2012; Yakman 2007).

Disiplinlerarası ilişki veya disiplin entegrasyonu öğretim programında yer alan konu ve kavramları öğretmek, karmaşık ve zor görünen sorunları çözmek için farklı alanların farklı olan içerik ve yöntemlerini bir arada kullanmayı içerir. Disiplinlerarası öğretimin ne olup, nasıl yapıldığı, konu içeriğinde farklı görüşlerin ortaya çıkmasında disiplin entegrasyonu üzerine yapılan çalışmalar etkili olmuştur (Kaufman vd., 2012). Disiplinlerarası entegrasyonun farklı çeşitleri vardır. Bunları şöyle sıralayabiliriz: disiplinlerarası entegresyon, çok disiplinli entegrasyonlardır. Bir disiplini diğer disiplinlerle birlikte ele almaya, konuya birkaç farklı disiplini dahil ederek multidisipliner bir soruna odaklanmayı disiplinlerarası entegrasyon oluşturur. Bu şekilde bir entegrasyon ile her bir disiplinin alanında yer alan fikirleri, özellikleri birleştirme veya birbiriyle olan ilişkilendirmeler olmadan kendi bilgisi veya konu yaklaşımına fayda sağlar (Kaufman vd., 2012). Fen ve matematik gibi birçok disiplini bünyesinde barındıran disiplinlerde disiplin entegrasyonu, alana özgü bilgi, beceri ve süreçleri birleştirerek bir arada sunar. Literatürde bulunan çalışmalara bakıldığında bütünleşik çalışmaların en az bir bütünleştirici çeşidi ifade edilir. Ancak aynı seviyede tartışmaksızın en elde edilebilir olandır. Çünkü disiplinleri bir araya getirerek sentezleme girişimi yoktur (Janssen ve Goldsworthy, 1996). Örneğin, öğrenciler ağaçlandırma çalışmalarına katılarak okul bahçesine ağaç dikişebilir. Bitkinin büyümesi sürecinde öğrencilerden toprak türü ve toprağın içerisinde yer alan maddeler hakkında bilgi sahibi olmalarının ötesinde bulunan alanı doldurabilmek için gereken toprak miktarlarını matematiksel olarak hesaplamaları istenebilir. Bu yaklaşımın olumlu özelliği

öğrencilerin bilim ve matematik içeriğini içeren çok disiplinli bir yaklaşım olarak öğrencilerden beklenen bir bitkinin büyümesi için gereken süreçleri planlarken bunun içinde matematiksel olarak hacim hesaplamalarının istenmesidir. Bu yaklaşımla öğrenciler disiplinlerarası geçiş yapar, farklı disiplinleri bir arada kullanarak meydana gelen sorunlara farklı bir bakış açısıyla bakarak elde ettikleri bilgileri bir araya getirerek raporlayabilir (Max-Neef, 2005). Literatürde yer alan bulguların çoğu bu yöndedir. Bu bulguların tersine rastlananlarda ise farklı disiplinleri bir araya getirmede ve bütünleştirmede sıkıntı yaşamış iyi bir entegrasyon meydana getirememiştir (Jakobsen vd., 2004).

Belirli bir problem çözmeye odaklanan çok disiplinli bir öğretim yaklaşımında bu ortaya çıkan bir sorun olarak görülmektedir. Çok disiplinli öğretimin geneline bakıldığında problem çözmeye odaklı olmaktan çok tematik olarak bir araya getirilme olarak görülür (Wickson vd., 2006). Bazı araştırmacılar öğretim programında çerçevesinde bunun sorunlara neden olabileceğini ileri sürmektedir (Petts vd., 2008). Bir disiplin ile birlikte başka bir disiplin alanının kapsamında farklı ve var olmayan soruların üretilmesi süreçte gözlenemediğinden, çok disiplinli bir yaklaşım disiplinlerarası yaklaşıma göre sorun merkezli olmamaktadır. Öğrencilerde problem çözme becerilerini geliştirmeye çalışan STEAM yaklaşımı, çok disiplinli yaklaşıma göre avantaj sağlamaktadır. Disiplinlerarası ile ifade edilmek istenen, farklı disiplinleri bir araya getirerek bütünlüğü sağlamaya çalışan bir yaklaşım olarak çok disiplinli yaklaşımdan farklılık gösterir. Farklı disiplinlerarasında ahenk ve uyumu göz önüne alarak disiplinlerarası bakış açısı sağlanır. STEAM öğretim yaklaşımıyla yapılan eğitim öğretim uygulamalarında disiplinlerarası yaklaşım eksikliği olarak önem arz etmekte ve disiplinlerarası yaklaşımda problem çözmekten ziyade bir disiplin alanıyla sürece başlamasıdır. Disiplinlerarası programlar bir disiplin alanıyla süreci başlatıp, bir problem ortaya koyar ve problem çözme süreçlerini takip edip, probleme çözüm önerileri sunar ya da karar alma sürecine olumlu içerikte bulunan özgün disiplinlerin bilgilerini ortaya çıkarır (Meeth, 1978).

Disiplinlerin ötesine geçebilecek bir ifade olarak transdisipliner kavramı kullanılır. Transdisipliner yaklaşımlar, problem durumlarına ya da sorunlara disiplinleri ayrı ayrı kullanmak problem ya da sorunu göz önüne alarak ifade etmek ve problem çözebilmek için birbirinden farklı birkaç disiplinden oluşarak ortak bir uzamanlık alanı kullanılır. Yapılan pek çok araştırmada transdisipliner yaklaşımların öğretilmesinin çok zor olduğunu açıklamışlardır. Hatta en zor yaklaşımlar arasında olduğunu belirtmiştir. Tabi ki okullarda geleneksel yöntemle gerçekleştirilen öğretimde bu durumun olması beklenmektedir.

Meeth'in 1938 de ifade ettiği düşüncelerin bir ilişki ve hiyerarşinin olduğunu ve birinin diğerinden üstün olduğu desteklenmesede, transdisipliner yaklaşımları Meeth'in açıkladığı şekilde görölmektedir. Doğal olarak bilginin doğasına yansımalarıyla bütünsel bir yaklaşım olduğuna dikkati çekerek, ifadenin sınırlarını genişleterek, yaklaşımı doğal olmadan isteğe bağı şekilde parçalara ayırmak doğru kabul edilmemektedir. Resmi eğitim yapan okullarda bu durum bir engel olarak bazı sorunları beraberinde getirebilir. Aslında bir disiplin uygulamasının kapsamında uygulamaların ve onların ötesinde disiplinlerarası bilginin riskli olduğu belirtilmiştir (Mishra vd., 2011). Öğrenciler kendilerine sunulan bir problemi çözerken öğrenci problem çözmenin tek bir yolu olmadığı, bunu aşarak tek bir çözümün ötesinde farklı bakış açılarını bir araya getirip bütünleştiren bir yaklaşım olarak yol almaktadır. Araştırmacı ve yazarlar okullarda disiplinlerarası yaklaşımların uygulamada zorluk olduğunu kabul ederler. Disiplinlerarası öğretim yaklaşımı öğretim programlarındaki kazanımları yetiştirebilmek için hız veya öğretmenin alan bilgisinin yetersiz olmasından dolayı uygulamada etkili olmayan durumları da ifade eder (Meeth, 1978).

STEAM'i transdisipliner bir yaklaşım olarak görüp yapılan çalışmalar incelendiğinde disiplin entegrasyonunun yanında problem temelli öğrenme önemli görölmektedir (Miller ve Knezek, 2013). Miller ve Knezek (2013) tarafından gerçekleştirilen bir STEAM yaklaşımında robotik sistemleri kullanan bir STEAM yaklaşımına katıldıklarında farklı disiplin alanlarından öğretmenlerinde katılımıyla NASA uzay görevindeki çalışmalara katılım sağladı. Sorulan soruları yanıtlayabilmek için öğretmenler akıl hocalarını da sürece dahil etmişlerdir. Eğitime katılan öğretmenlerinde bu dersleri sınıflarında uygulamaları istendi. Bu uygulama çalışmasının sonucuna bakıldığında sanatın bileme entegrasyonu öğrencilerin bilime ve derse olan başarısını arttırdığını tespit etmiştir. Araştırmanın bulguları ile birlikte problem tabanlı öğrenmenin bazı konularda öğrenci başarısını artırdığını ifade etti. Illinois Matematik ve Fen Akademisi (IMSA), içinde bulunduğu çevre koşullarını dikkate alan problem tabanlı öğrenmeyi kullanarak benzer sonuçlara ulaşmıştır. İncelenen iki araştırmada da STEAM'e teknolojik gelişmeleri dahil ederek problem çözme yöntemi olarak görmektedir.

STEAM yaklaşımıyla gerçekleştirilen öğretimde problem tabanlı öğrenme öne çıkmaktadır. Üstün yetenekli öğrencilerle yapılan çalışmalarda STEAM öğretim yaklaşımıyla öğrencilerin teknolojiye karşı tutumlarında değişim olduğu incelenmiştir. Teknolojiyi gerçekte olan probleme katan öğrencilerin STEAM disiplin alanıyla ilişki kurmalarını sağladı. Bununla birlikte teknolojiyi kullanan öğrencilerde iş arama isteklerinin

de olduğunu ifade ettiler. Teknoloji ile disiplinlerarası bağlantıyı problem çözmede ilişkilendirebildiler. STEAM ile problem tabanlı öğrenme arasındaki ilişki Conner vd. (2015) tarafından yapılan bir başka araştırmada tespit edilmiştir. Öğrencilerin bir problemi çözmek için disiplinleri bütünleştirmesi problemin çözümünde öğrencilerin farklı disiplinleri bir araya getirememesine inandıkları disiplinsel benmerkezciliği yok etmek için incelemeler yaptılar (Schank, 1983). Problem çözme sürecinde tek bir bakış açısının problemi sınırlandırdığı düşünülmektedir. Öğrencinin merkezde olduğu disiplinleri sanatla bütünleştiren problem tabanlı ya da proje tabanlı yaklaşımlara ilgi artmıştır. Akademik başarıda geleneksel konu sınırlarının dışına çıkılması ve sınırların dışına çıkan öğrencilerde bilim, teknoloji, mühendislik ve sanatı öğretim programının beklentileri doğrultusunda inşa edebilmesi adına sanatın STEM'e eklenmesi incelendi. Bu sayede öğretmenin değil öğrencinin aktif olduğu bir öğrenme yaklaşımı önerildi (Conner vd., 2015).

Problem ya da sorun temelli yaklaşımlar yeni bir uygulama olmayıp daha önceden sınıf ortamlarında uygulanarak başarı elde edilmiştir. Öğrencilerin anlayabileceği ortam sağlanarak yaparak-yaşayarak öğrenmelerini sağlar (Chin ve Chia, 2004; Hmelo-Silver, 2004; Savery, 2006). Öğrencilerin sürece aktif katıldığı, eleştirel düşünme becerisi, problem çözme becerisini geliştiren, işbirliğini destekleyen sınıf ortamlarının oluşturulmasını problem temelli yaklaşımlarda görülmektedir (Brush ve Saye 2008; ChanLin, 2008; Penuel ve Means, 2000). STEAM problem temelli öğrenme yaklaşımıyla kolay ilişkilendirilmektedir. Problem temelli öğrenme birden fazla çözümü olan program çerçevesinde bilgiyi yapılandırır. Süreçte öğrencinin aktifliği sağlanarak yansıtıcı düşünme becerilerini geliştirdiğinden STEAM öğretimiyle ilişkilidir (Hmelo-Silver, 2004). Ancak problem temelli öğrenmenin sınıf ortamlarında uygulanması zor olabilir (Savery, 2006). Uygulayıcı olan öğretmenler sınıflarda farklı yeteneklere sahip olan öğrencilerin yeteneklerini göz ardı edebilir, öğretim programındaki kazanımlara bağlı kalabilir, öğrencileri aktifleştirirken zorluk yaşayabilir ve tüm süreci değerlendirmede değerlendirme araçlarında sıkıntılar yaşanabilir. Literatür incelendiğinde STEAM ve problem temelli uygulamaların birbiriyle olan ilişkisi açıklanmasada sorgulama temelli yaklaşımlarda gerçek yaşam problemlerine çözüm bulma sürecinde birden fazla seçenek ile uyum göstermesi, problem temelli öğrenmeyi STEAM sürecine dahil etmek için uygulamalarda uygun bir yöntem olduğunu gösterir (Herro ve Quigley, 2016).

21. yüzyıl becerilerine bakıldığında, öğrencinin akademik başarısıyla ilişkili olduğu, problem veya ortaya çıkan sorunları iş birliği içinde çözme, bilgiyi yapılandırma ve

paydaşlarıyla paylaşma, aynı anda birden fazla bilgiyle iç içe ve bütünsel olarak bilgilerini analiz ederek eleştirel bakış açısıyla bakabilmeyi sağlar (NCTE Yürütme Komitesi 2008; Trilling ve Fadel, 2009). Problem çözebilme, yaratıcılık, ve yenilikçilik araştırmacının süreç içerisinde aktifliğini sağlar. Bir işe başladığımızda yüksek kalite düşüncesi ve beklentileri beraberinde yaratıcı ve eleştirel düşünme becerisi aktif olarak kullanır. Düşünme sonucu oluşan ürünler üretilip değerlendirmemizi sağlar aynı zamanda üretilenleri yargılayabiliriz. Bu düşünme şekli 21. yy. becerilerinde de önemli görülmektedir. Bireylere eleştirel düşünmenin yapısını ve uygulamasını öğreten beceridir. Öğrencilerin kanıtları toplamak, incelemek, analizleri yapmak, kendi düşüncesini katarak yorumlamak, değerlendirme yapabilmek için iletişim becerileri ve farklı okuryazarlık becerilerinden yararlanır. STEM yaklaşımında bulunan tasarım düşüncesiyle birlikte yaratıcılığın eksik olması, mühendislik disiplini içinde mühendisler gibi yaklaşp problemi çözebilmeyi Ulusal Bilimler Akademileri önemli bir yaklaşım olarak görmekte ve yaratıcı düşünme becerisini temelinde problem çözme yöntemlerinin bir parçası olarak düşünerek öğrenme süreçlerinde kullanabilir. Bilimsel sorgulama yapmanın yenilikleri meydana getirmeyi öne çıkardığı ve teknolojinin çevremizde bulunan sanat eserlerini yaratmak için bir takım bilgi ve becerilerin somut hale getirilmesinde önemli görülmekte, mühendislik sürecini desteklediği ifade edilmiştir (Jones, 2014). K-12 eğitimi alan öğrencilerin öğrendiklerini uygulayıp uzmanlaşmaları için yaratıcılığı, karar almayı, iş birliğini, eleştirel düşünmeyi, iletişim ve problem çözmeyi kısacası 21. yy. becerilerini standartlar temelinde ele alınması gerektiğini ifade etmiştir (ISTE, 2015). Araştırma sorgulamaya dayalı standartlar temelinde, dijitalleşen bir dünyaya uyum sağlayabilme çabasına yol göstermektedir ve STEAM öğretim yaklaşımıyla uyum içindedir (Papa, 2010). Teknolojinin ve 21. yy. becerilerine gereken ihtiyaç STEAM öğretim yaklaşımında STEAM etkinlikleriyle gerçekleştirilen konularda öğretmen ve öğrencilerin bazı becerileri uygulamalarını ve iş birliği içinde çalışmalarını sağlar (Herro ve Quigley, 2016).

STEAM eğitimi okul öncesinden başlayarak tüm eğitim kademelerinde kullanılabilir. Öğrencilerin küçük yaşlarda aldığı eğitim daha çok önemli hale gelmektedir. Öğrencilerin somut öğrenmelerden yola çıkarak soyut kavramları öğrenmesi erken yaştaki öğrencilerin STEAM eğitiminde önemli rol oynamaktadır. Öğrencilerin erken yaşlarda STEAM eğitimiyle tanışması ilgi ve yeteneklerini fark edip mesleki eğilimlerine katkıda bulunacaktır. Okullarda ilk defa karşılaştıkları fen bilimleri eğitiminin öğrencilerin motivasyon ve kaygılarındaki olumsuz düşünceleri engellemek için STEAM eğitim

etkinlikleriyle uygulanması öğrencilerin iş birliği içinde yaparak yaşayarak hayal gücü ve yaratıcılıklarıyla somut ürünler ortaya koymaları fen öğrenimine karşı duygu ve düşüncelerini olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Öğrencilerin süreçte aktif olmaları problemin çözümünde sorumluluk bilinciyle eleştirel, yansıtıcı ve yaratıcı düşünme becerilerinde gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir (Ricks, 2012). STEAM çözümleri araştırıp tasarlarken tasarımı sanatla daha kapsamlı bir perspektiften bakmayı sağlar (Jolly, 2014). Öğrencilerin STEAM yaklaşımıyla eğitim almaları motivasyon, algı, tutum ve eğilimlerinin olumlu yönde etkilendiği düşünülmektedir. Disiplinlerüstü bir yaklaşım olan STEAM eğitimi öğrencinin aktif katılımını ve öğrendiği bilgileri günlük hayatta pratiğe dökmesinde disiplinlerarası etkileşim önemli hale gelmektedir. Öğrencilerin derse aktif katılması ve okulda öğrendiği bilgileri günlük hayata transfer etmesi tasarım temelli projelerde hayal gücü ve yaratıcılığını geliştirerek yeni ve özgün ürünler ortaya çıkaran öğrenciler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Tüm bunların yanında teknolojiyi kulanmanabilme, günlük hayatta karşılaştığı problemi çözebilme, iletişim becerileri ve 21. yy. becerilerine sahip bireyler yetiştirmektedir. Günümüz bireylerinin çağa uyum sağlayabilmesi için başkalarının yaptıklarını görmek ve dinlemek yerine kendisinin süreçte aktif katılım sağlayıp kendine özgü yeni ve yaratıcı fikirler üretmesi beklenmektedir. STEAM eğitimiyle öğrenciler okul içindeki ve dışındaki ortamlarda farketmeksizin özgün tasarımlar gerçekleştirdiklerinde yeni bilgi ve beceriler edinirler (Gökay, 2010). Öğrencilerin yeni edindiği bilgi ve becerileri uygulamaya dökmesi öğrencileri ezbecilikten uzaklaştırarak araştıran, sorgulayan bireyler olmasını sağlar (MEB, 2016).

Dünya geneline yayılan STEAM eğitimi STEM'den meydana gelip eğitim politikalarında görülmeye başlanmıştır. Ülkelerin mevcut ihtiyaçlarına göre eğitimde reformlar meydana gelmiştir. Meydana gelen reformlarda üretim süreçlerinin ön plana çıktığı toplumlarda küresel dünyanın bir vatandaşı olarak görevlerimizi yerine getirmek için STEAM eğitim ihtiyacı ortaya konmuştur. STEAM bakış açısını STEM ve Dewey'den temel alarak zaman içerisinde büyümesine neden olmuştur. Çeşitli dünya ülkelerinde meydana gelen reform hareketleriyle birlikte gelecekte olmasını istedikleri dünya tasarımları şekillenmeye başlanmıştır. Eğitim sistemleri gelecek nesiller için küreselleşen dünya tasarımında kritik noktayı oluşturmaktadır. STEAM eğitiminde öğrencilerin üreterek öğrenmeleri desteklenmektedir (Arslantaş, 2010; Ata, 2001; Banks ve Barlex, 2014; Britannica, 2018; Çepni, 2018; Efendioğlu, Berkat ve Bülbül, 2009; Köy Enstitüsü-MEB, 2017; MEB, 2017; MEB-YEGİTEK GM, 2016; NASA, 2018; Ulusal Bilim Kurulu, 2018;

Yakman, 2008; NASA, 2018). STEAM eğitiminin amaçları göz önüne alındığında yaşam boyu öğrenmeyi desteklemekle birlikte çağın gereksinimleri karşısında meydana gelen mesleklere, olaylara uyum sağlayarak yeniliğe açık olan, üretken bireyler yetiştirmektir. Bu bireyler globalleşen dünyada yerini alarak yükselebilir. Mevcut sistemde bulunan öğrenciler ve yetiştirilecek öğrenciler için farklı dünya problemleriyle karşı karşıya kalacakları için onlara yaratıcı çözümler bulmaları önemli hale gelmektedir. Aynı anda farklı teknolojik uygulamalarla iç içe olunacağından ilerde meydana gelecek meslek grupları içinde STEAM meslekleri öne çıkacaktır. Disiplinlerüstü STEAM eğitimiyle eğitim alan öğrencilerin akademik başarılarında artış meydana geldiği gözlemlenmiştir (Bastani, Kim ve Bastani, 2017; Costantino, 2018; Lio, 2016). STEAM girişimlerinin benimsenmesi sanatı önemli hale getirerek, programlarda yer alması ve fen eğitimine dahil edilmesi her parçanın içinde kullanılması sanatı mühendislik tasarımının ötesine taşımaktadır (Steele ve Ashworth, 2018).

PISSA ve TIMSS sınav sonuçlarının yükseltilebilmesi için Türkiye’de STEM yaklaşımına verilen önem artışıdır. Türkiye’de Fen, Teknoloji, Mühendislik ve matematiğin kısaltması ile oluşan FeTeM veya STEM adıyla kullanılmıştır. Sanatın eklenmesi ile STEAM olarak kullanılmıştır. STEAM eğitimi öğrencilerin keşfedilmemiş kabiliyet ve yeteneklerini zihinsel aktiviteleri gerçekleştirerek gelişmesine yardımcı olur (Çorlu ve Aydın, 2016). MEB tarafından 2016 yılında ihtiyaçlar doğrultusunda STEM/STEAM eğitimi desteklenmiştir. Eğitimde yaşanan gelişimleri takip edebilmek adına STEM uygulamalarına yönelik MEB raporlar hazırlamıştır. Hazırlanan raporlarda eğitimcilerin, alan uzmanlarının, öğrencilerin görüşleri alınarak bu görüşler doğrultusunda STEM/STEAM eğitiminin tanımı ve kazanımları yer almıştır. Hazırlanan rapor ülke koşullarında uygulanabilir olması yönünden uygun politikaların benimsenmesi, uygulayıcı olan öğretmenlerin yeterliliği, okulların araç-gereç ve materyallere ulaşılabilirliği önemli görülmektedir. Türkiye’de STEM/STEAM eğitime yönelik Yenilik ve Teknoloji Genel Müdürlüğü görüşler olarak araştırmalar sunmaktadır. 2015-2019 stratejik planı hazırlayan MEB STEM/STEAM güçlendirmesine yönelik hedefler planlamıştır (MEB, 2016). Geleceğimizi güçlendirmek adına STEM eğitim yansımalarını 2017 yılında hazırlanan öğretim programında matematik ve fen bilimleri derslerinde yerini almıştır. Bu derslerde öğrenilen bilgilerin günlük hayatta bütünleştirmeleri sağlanarak öğrencilerin başarılarını ileriye taşımayı amaçlamıştır. MEB tarafından hazırlanan raporlar doğrultusunda eksiklikler tespit edilerek 2018 yılında öğretim programları yeniden düzenlenmiştir. Yapılan

düzenlemeyle Fen, Mühendislik ve girişimcilik uygulamaları yerini almıştır. Önceki programlarda olmayan STEM bu başlık altında yerini almıştır. STEM/STEAM eğitiminde öğrenciler kendilerine özgü öğrenme tarzını bulabildiklerinden donanımlı öğrencilerin yetişmesiyle tüketimden daha çok üretim yapan öğrencilere fırsatlar sunmaktadır (Kırkıcı ve Kırkıcı, 2018).

STEAM eğitimi değişimler meydana getirerek öğrencilerin yeni oluşturduğu öğrenmeler için farklı öğretim yöntemleri ortaya çıkarmaktadır. Tübitak projeleri, Ar-ge çalışmaları STEM/STEAM eğitimini desteklemek için yarışmalar düzenlemektedir. STEAM eğitiminde tasarım ve projelere odaklanmak MEB ve Tubitak tarafından desteklenen BİLSEM’lerde öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı sunmaktadır. 2018 yılında revizee edilen programa bakıldığında 3. sınıftan 8. sınıfa kadar olan fen bilimleri kitaplarında yer alan etkinliklerin STEM temelli etkinliklerle uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca yıl boyunca oluşturulan ürünlerin Yıl Sonu Bilim Şenliğinde sergilenmesi tüm sınıf düzeyindeki kazanımlarda yer almaktadır (Yıldırım, 2019). 2024 yılında değişen öğretim programı olan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli’ nde öğrencilerin bütünsel gelişimi desteklenerek disiplinler arası ilişkilere, bir bağlam temelinde sorgulama yaparak öğrenme kanıtlarını oluşturma yöntemlerini desteklenmektedir. Başlık olarak STEM/STEAM başlıkları yer almasa da beş disiplinin ilişkisiyle, sorgulama, araştırma ve keşif yapmaya dayanan bir öğretim modeli oluşturulmuştur. Öğrenci merkezli bir yaklaşım benimsenerek gerçek dünya problemlerini çözebilecek beceriler sağlar. STEM/STEAM programda yer alan öğrenme yaklaşımlarını ve 21. yy. yaklaşımlarını desteklemektedir. Programda yer alan öğrenme yaşantılarından değerlendirme süreçlerine kadar STEAM yansımaları ile uyumlu olduğu görülmektedir (Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, 2024).

2.2. Mühendislik Tasarım Temelli STEAM Eğitimi

STEAM eğitiminin temelinde öğrencilerin süreçte yaratıcı ve özgün fikirler tasarlayarak farklı bakış açılarını kazandırmaktır. STEAM kullanan öğretmenler derslerini uygulamaya yönelik yaratıcı tasarımlar üzerinden planlamaları önem arz etmektedir. Öğretmenin derste rehber konumunda yaratıcı STEAM etkinliklerini planlayarak yaratıcı süreci desteklemesi gerekmektedir. Öğrenciler böylelikle sürecin tamamında kendilerini ait ve aktif hissederek yaratıcı, yenilikçi ve disiplinlerarası bir öğretimi deneyimleme fırsatı bulacaktır (Henriksen, 2017). STEM eğitim yaklaşımı literatürde mühendislik tasarım süreciyle birlikte ele alınmaktadır (Dym, 1994; Wendell vd., 2010). Tasarım süreci ihtiyaca

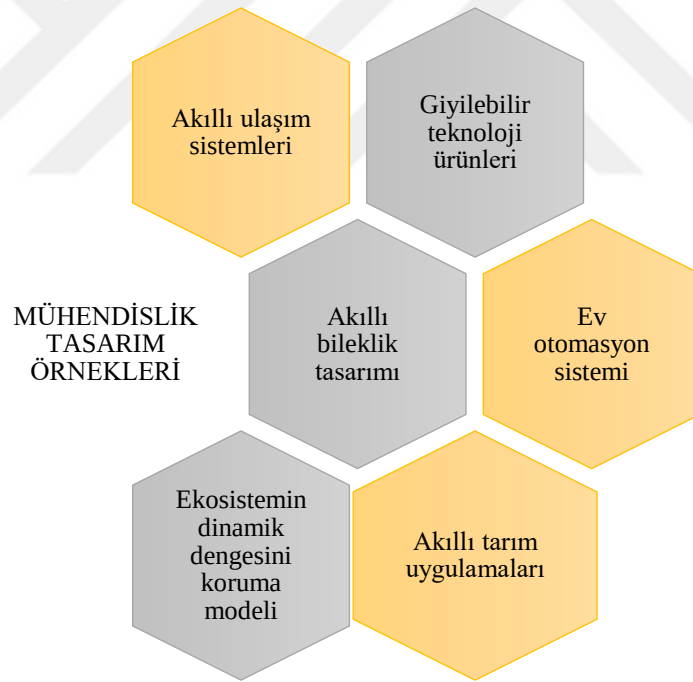
yönelik oluşturulan bir plan ile başlayıp, öğrencilerin bunu hissedip tanımlayarak, tasarım planını oluşturması ile prototip oluşturarak, ortaya çıkan ürün test edilip değerlendirme aşamaları tamamlandığında öğrencilerin bunu sunmasıyla sonlanır (Vossen vd., 2019). Mühendislik tasarımı ve STEAM tasarımı bir takım benzerlikler içermesine rağmen farklılaştığı noktalarda bulunmaktadır. Oluşturulan ürünler STEAM tasarımıyla oluşturulduğundan mühendislikten daha çok göz estetiğine yani sanatsal olarak yaratıcılığı ön plana çıkarmaktadır (Bequette ve Bequette, 2012). STEAM eğitiminde mühendislik tasarım süreciyle birlikte yaratıcı karakter gelişimi öğrencilerin keşif sürecini destekler. Öğrencilere sunulan problem senaryoları ile deneme fırsatı bulurlar. Öğrenciler STEAM eğitim uygulamalarında karşılaştıkları problemleri çözebilmek için yaratıcılığa bağlı olarak verilmesi kavramsallaştırıp anlamalarını sağlar (Herro vd., 2017). Yaratıcılığı ön plana çıkararak desteyen süreç STEAM tasarım süreci olarak görülmektedir (Bequette ve Bequette, 2012). Uygulama süreçlerinde yaratıcılık desteklendiğinde öğrenciler problem bilimsel bilgileri kullanarak farklı çözümler önerir. Öğrenciler edindikleri bilimsel bilgilerle tasarımındaki değişikliklere önem verir bu sayede bilimsel bilgileriyle disiplin alanlarına yönelik eleştirel bakış açısıyla soru sormaları desteklenmektedir (Herro ve Quigley, 2016).

2.2.1. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi

Günlük yaşamda karşımıza çıkan sorunları fen, teknoloji ve matematiği bütünleştiren bir yapısı vardır. Öğrenme ortamlarında disiplinlerarası bağlantı ve ilişki kurulmasında önemli olmaktadır (NRC, 2009). Fen konularında soyut içerikli konu ve kavramlar çok olduğundan bilimsel kavramların öğretiminde, bilimin çalışma prensipleri mühendisliğin fen bilimleri eğitime entegrasyonu önemli olmakla birlikte konuların somut hale getirilmesinde sağlamaktadır (NRC, 2012). Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde STEM/STEAM öğrenme yaklaşımını gerçekleştirmek için tasarlanan öğrenme ortamlarında mühendislik tasarım süreçlerinin sıklıkla kullanıldığı dikkati çekmektedir (NAE ve NRC, 2009; NGSS, 2013; NRC, 2012).

Mühendisliğin birçok tanımı olmakla beraber basite indirgeyerek ifade etmek gerekirse insanların faydasına ya da hayatı kolaylaştıracak ürünler tasarlamaları olarak tanımlanabilir (Nicolai, 1998). Mühendislik ile birlikte öğrencilerin hayalleri, düşünceleri, günlük yaşamda karşılaştığı problemlerle karşı karşıya kaldıklarında bunları uygulama fırsatı verir. Bilimi hayatın içine yerleştirebilmek için farklı, yenilikçi, yaratıcı ve ürettiği

çözümlerden korkmayarak kaliteli bir yaşam için keşifler yapmayı mühendislik uygulamaları ve mühendislik fikirleriyle gerçekleştirebilir (NAE, 2008). Mühendislik aslında bir tanımdan daha fazla şeyleri ifade etmektedir. İnsanın özünde var olan sosyalleşme, etik yönleri, durağan değil sistematik olarak yenilenmeyi hedefleyen, takım çalışmaları yapmayı, başarısızlığı kabullenerek bunu değiştirmeyi, içyapısında yaratıcılık ve iyi olan bir takım özellikleri sergiler (NASEM, 2020). Mühendisliğin kilit noktası tasarım kavramıdır. Tasarım ürünü ve tasarım süreci olarak iki farklı şekilde tasarım olabilmektedir. Tasarımda nihai olarak her zaman bir ürün ortaya çıkamayabilir (NEAP, 2014). Mühendislikte sadece somut bir ürün değil aynı zamanda araştırmacılar bilgiyi üreten faaliyetler olduğunu ifade etmişlerdir (Cunningham ve Kelly, 2017). Tasarım ürünleri farklılık gösterebilir. Ürün olarak bir robotik aletler olabileceği gibi, bir şehrin internet alt yapısının nasıl yapılması gerektiğine, leke çıkarıcı bir mendilin nasıl olabileceğine dair farklı süreçler olabilir. Şekil 1’de mühendislik tasarımına ait örnekler sunulmuştur.



Şekil 2.2. Mühendislik tasarım örnekleri (Genç ve Arslan, 2022, s.213).

Mühendislik tasarım süreci, problem çözme, yenilikçilik, inovasyon ve teknik bilgilerin kapsamlı bir şekilde bir araya getirilmesidir. Bu süreçte öğrenme ortamlarının düzenlenmesi, öğrencilerin becerilerini ve bilgi kazanmalarını desteklemek için kritik bir rol oynar. İyi tasarlanmış, esnek bir öğrenme ortamı, öğretmenlerin mühendislik disiplin alanına

yönelik bakış açısı ve algılarını değiştirip genişletmesi önemli hale gelmektedir. Mühendislik disiplin alanına yönelik öğretmenlerin hizmet öncesinden itibaren eğitim almaları önemli görülmektedir. Fen bilimleri öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmalarda öğrencilerde olan klasik anlayışlar görülebilmektedir. Örneğin mühendislik süresinin bireysel çalışmayı gerektirmesi ve erkeklere daha uygun bir meslek algısının olduğu görülmüştür. Benzer şekilde mühendislik eğitiminde somut bir ürün ortaya koymaları gerektiği düşüncesi de görülmüştür (Kuvaç ve Koç, 2022). Ortaokul öğrencileri ile yapılan çalışmaların bazı sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Ortaokul öğrencilerinin mühendislikle ilgili bazı yaygın anlayışlara sahip olmaları, genellikle mühendislik mesleğiyle ilgili var olan kalıp yargılarından ve sınırlı bilgilerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, mühendisliğin "hayatı iyileştirmek için icatlar yapmak" olarak anlaşılması ve mühendislerin genellikle erkek olduğu düşüncesi, bu mesleğe yönelik dar bir bakış açısını yansıtır. Bu gibi anlayışlar, ülkelerin mühendislik ve diğer STEM/STEAM gibi alanlarda daha geniş bir bakış açısına sahip olmalarını engelleyebilir. Yani öğretmen ve öğrencilere yönelik gerçekleştirilen araştırma sonuçları benzerlik göstererek mühendislik alanları ve mühendislik disiplinine yönelik yeteri kadar bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir (Çakmak vd., 2019; Ercan, 2014).

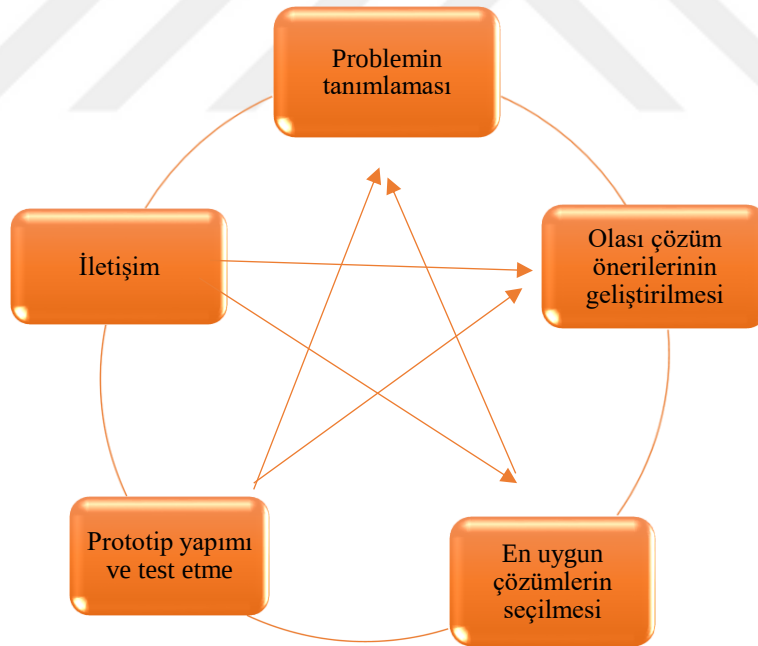
Her meslekte olduğu gibi mühendislik mesleğinde hem kadınların hem erkeklerin yapabileceği bir meslektir. Ancak mühendisliğin kadınlar tarafından icra edilmeyeceği düşüncesiyle birlikte erkeklere uygun bir meslek olarak algılanmaktadır. Toplumsal cinsiyete dayalı olarak yapılan bu ayrım ülkemizde dahil diğer ülkelerinde sahip oldukları yanlış anlayışlardandır (Bastalich vd., 2007; NAE, 2008). Ülkemizin başarılı kadın mühendisi Canan Dağdeviren organların hareketini piezoelektrik ile elektrik enerjisine dönüştüren aletlerin mucididir. Yaptığı çalışmadan dolayı ilk Türk bilim insanı olarak Harvard Üniversitesinin Genç Akademi üyelerinden olmuştur. Buna benzer şekilde genç mühendisler arasında Ayşe Naz Erkan, Selda Günsel, Ece Kamar, Zeliha Aziret gibi isimler Türk genç mühendisler olarak ulusal ve uluslararası alanda çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Fen bilimleri dersi tasarımında mühendislik sürecini ön plana çıkararak kadın mühendislerin çalışmalarına yer vermek öğrencilerin mühendislik algılarını değiştirip yeniden yapılandırabilmesi veya zenginleştirmesinde rol oynamaktadır (Genç ve Arslan, 2022).

Günümüzde fen alanında yapılan birçok araştırmanın STEM/ STEAM yaklaşımıyla birlikte mühendislik tasarım süreçleri ön plana çıkmaktadır. 2009 yılında Amerikada “K- 12 Eğitiminde Mühendislik: Durumunun Anlaşılması ve Beklentilerinin Karşlanması

“raporuyla eğitimde mühendisliğe çerçeve plan hazırlanmıştır. Mühendisliğin fen, teknoloji ve matematik disiplinlerini bütünleştirmesine dikkat çekilmiştir. NGSS (2013) fen eğitiminde en çok kullanılan araştırma-sorgulama yaklaşımının mühendislik tasarım yaklaşımıyla birlikte kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Fen derslerinde devam eden araştırma sorgulama süreci kadar mühendislik tasarım sürecinin önemi, hem teorik bilgilerin hem de bu bilgilerin nasıl uygulanacağını öğretmek, öğrencilerin daha kapsamlı bir öğrenme deneyimi yaşamalarını sağlar. Mühendislik tasarım sürecinde, sorunların çözülmesi, yaratıcı düşünme, işbirliği yapma ve veri analizi gibi yetenekleri geliştirmelerine yardımcı olunması, sorgulama sürecinin bu şekilde devam edebilmesiyle sağlanır. Böylece, hem fen hem de mühendislik alanında güçlü bir altyapı oluşturur ve bu iki alanı birleştirerek daha etkili hale getirir. Yeni Nesil Fen Standartları, fen öğrenme ortamlarında mühendislik tasarım sürecinin işe koyulması öğrencilerin bir mühendis gibi çalışıp probleme çözüm arayışlarında bulunması fen, mühendislik ve teknoloji arasındaki ilişkileri ön plana çıkarmaktadır. Yeni Nesil Fen Eğitim Standartlarında sorgulamaya dayalı fen eğitimine mühendislik tasarım süreçlerinin eklenmesi gerekli görülmüştür (NGSS, 2013). Türkiye’de ise 2018 yılında yenilenen eğitim programında fen bilimler dersinde “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” başlığına yer verilerek fen eğitimi dersinde uygulamalı bilim olan mühendislik tasarım sürecinin ön plana çıktığı görülmektedir. Bunun yanında alana özgü becerilerde “Mühendislik ve Tasarım Becerilerinin” yer alması fen bilimleri öğretmenlerine ipuçları vererek öğrenme ortamlarını hazırlamalarında bu becerilerin gelişimini desteklemeleri gerektiği söylenebilir. Mühendislik tasarım süreçlerinin kullanımına programda yer verilmese de 21. yy. becerileriyle birlikte derslerle bütünleştirilmesinin önemli olduğu söylenebilir (Genç ve Arslan, 2022).

Mühendisliğin nihai amacı gelişmekte olan çağın ihtiyaç ve ilgileri doğrultusunda problemleri çözebilmek olduğu şeklinde ifade edilebilir (Brunsell, 2012). “Mühendisler problemi nasıl çözerler?” sorusu insanın merak ettiği sorular arasında yer almaktadır. Mühendisler bir probleme nasıl yaklaşır, çözüm üretme süreçleri nelerdir şeklinde soruları kapsayan sürece mühendislik tasarım süreci denir. Mühendislerin tasarımlarına başlamadan önce izleyecekleri adımları belirlemeyi ve bu adımları mühendislik alanında bir problemi öğrencilerin tanımlamalarını sağlayıp tüm süreçleri sistematik şekilde analiz edip sunulan çözümleri ihtiyaçları doğrultusunda nasıl sentezlenip yeni fikirler sunulmasını kapsamaktadır (Becattinia vd., 2015; Millard ve Jones, 2009). Mühendislik tasarımının, fen öğretiminde (Mühendislik Tasarım Tabanlı Bilim Öğrenimi) veya fen eğitimine mühendislik

tasarım süreçlerini entegre eden bir yaklaşımdır. Bu kapsamda, bilimsel ürünler mühendislik tasarımları ile birleştirilerek öğrencilere problemlerin çözümü, yaratıcılık ve iş birliği gibi yetenekleri kazandırmayı hedefler. Yani mühendislik tasarım temelli fen öğrenme yaklaşımında mühendislik tasarım süreçlerine dayanmaktadır. Öğrencilere fen bilimleri kazanımlarını edindirmede günlük yaşamda karşılaşılan bir mühendislik problemiyle tanıştırılır. Mühendislik tasarım temelli fen öğretimi bu şekilde başlatılır (Ewalt vd., 2015; Holbrook ve Kolodner, 2000; Karahan vd., 2014). Mühendislik tasarım sürecinin nasıl yapıldığına dair literatürde araştırmacılar tarafından farklı mühendislik tasarım aşamaları bulunmaktadır. Ancak bu tasarım süreçleri birbirinden farklı değildir uygulamaları genellikle aynı sadece uygulamayı açıklayan başlıkları farklılık göstermektedir (Ercan, 2014). Literatürde önerilen farklı tasarım süreçleriyle birlikte ilkökul ve ortaokul öğrencileri için beş aşamalı mühendislik tasarım sürecinin daha fazla kullanıldığı görülmektedir. Lisans düzeyindeki uygulamalar için Hynes vd. (2011) tarafından ele alınan dokuz aşamalı süreç önerilmektedir (NAGB, 2010). Şekil 2.3'te mühendislik tasarım döngüsü gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Mühendislik tasarım döngüsü (Genç ve Arslan, 2022, s.218)

Şekil 2.3'te görüldüğü gibi mühendislik tasarım sürecini birbirini takip eden doğrusal bir süreç değildir. Her bir adım birbiriyle ilişkili ve bağlantılıdır. Yani problemi test etme aşamasında sorunlar çıkınca ilk aşamaya dönülebilir. Mühendislik tasarım süreçleri takip

edilerek tek bir soruna cevap veya tek bir ürün tasarımına ulaşmakta mümkün olmamaktadır. Durum böyle olmuş olsaydı bir kahve makinasının tek bir çeşidi olurdu farklı özellikleri olan kahve makinası olmazdı. Teknolojik aletlerde sürekli üst model ve üst versiyonlarının piyasaya sürülmesi mühendislik tasarım sürecinin bir problemin çözümünde tek bir yöntem ya da doğrunun olmadığını gösterir (Mourtos, 2011). Mühendislik tasarım sürecini problemi tanımlamak için problemin iyi tanımlanması, açık uçlu olması ve sürekli olarak sorgulama süreçlerine sahip olması gerekmektedir (Newstetter ve Khan, 1997). Okullarda öğrencilere sunulan problemlerde öğrencilere birtakım kısıtlamalar getiren, daha önceki öğrendiği bilgileriyle uyumlu olan problemler sunulmaktadır (Marulcu, 2010; Moore vd., 2014). Fen bilimleri dersinde tasarımlarda öğrencilere fen kazanımları edindirilmek amaçlandığından öğrencilerin kazanımları edinmesi için bilgiye ihtiyacı olduklarını hissedecekleri ve öğrencileri araştırma sorgulamaya yönlendirecek bir problem seçilmesi önemli olmaktadır (Leonard, 2004; Lewis, 2006; NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012). Fen eğitiminin amaçlarını gerçekleştirebilmek için bilimin doğasını destekleyen ve gerçek yaşamla ilgili bilimsel sorgulama görevleri öğrencilere verilmelidir. Öğrenciler yaşamdan ve yaşadıkları bölgeye özgü mühendislik tasarım problemleri ile karşı karşıya bırakılması araştırma sorgulama yapabilmesi ve mühendislik tasarım süreciyle fen öğretiminin bütünleştirilerek uygulanmasına olanak tanır (Chinn ve Malhotra, 2002). Öğrencilere fen bilimleri dersinde sunulan mühendislik tasarım problemlerinin belirli kriterler ile sınırlandırılması bir çerçeve sunmaktadır. STEM/STEAM uygulayan fen bilimleri öğretmenlerinin tasarım sürecinde kazanımlar doğrultusunda mühendislik tasarım problemini yazmaları problem ya da senaryo tabanlı öğrenmeye göre daha çok kullanılmaktadır (Bozkut Altan ve Hacıoğlu, 2018). Fen bilimleri dersinde mühendislik tasarım sürecinde fen bilimlerine ait kazanımları içermelidir. Amacına uygun tasarlanmış mühendislik problemi STEM/STEAM disiplinlerini etkili kullanmayı ve entegrasyonlarını bir arada kullanılmasını sağlamaktadır (Cunningham vd., 2007). Öğrencilere sunulan problemi tanımlayabilmeleri öğretim sürecine yön vermekle birlikte bir sonraki aşamada probleme çözümler sunabilmesi için öğrencileri bilimsel içerikli araştırma sorgulamaya yönlendirebilmelidir (Pedaste vd., 2015).

Öğrencilerin olası çözümler geliştirilmesi bilimsel araştırma ve sorgulama süreçlerinde bilimsel bilgilerden yola çıkarak probleme çözüm önerileri sunması, mühendislerin çalışma prensibini benimsemelerini sağlayarak farklı çözüm önerileri yaratmaları beklenir (Brunsell, 2012; NRC, 2012). Olası çözümler geliştirme aşamasında

öğrencilerden olabildiğince yeni çözümler sunmaları beklenir (Bozkut ve Tan, 2021). Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminde öğrencilerin bir mühendis gibi çalışması beklendiğinden süreçte grup çalışması yapmaları istenmektedir (NRC, 2012). En iyi çözümün sunulması aşamasında fen bilimleri dersinde öğrencilerden yaratıcı çözüm önerilerini kazanımları içeren problemin sınırlılıklarını da göz önüne alarak değerlendirme yapması, mühendislik sürecini etkili ve verimli hale getirebilmesi için prototipini tasarlayıp test etmesi için bir tanesini seçmesi beklenir (Hynes vd., 2011). Prototipin yapılması ve test edilmesinde sınıfta öğrencilerin belirlenen problemin ölçütleri doğrultusunda değerlendirme yapmaları, gerekli olduğunda tasarımlarını iyileştirmek için küçük dokunuşlar yapmalarına ortam hazırlanmalıdır (NRC, 2012). Bu aşamada dereceli puanlama anahtarı kullanılarak öğrencilerin çizim ya da modelleri ne kadar yansıtabildikleri değerlendirilebilir (Kelly ve Cunningham, 2019). Mühendislik sürecinin tamamında iletişim olmakla birlikte tüm aşamaları tamamladıktan sonra öğrencilerin bilimsel dili kullanıp konuşabilmeleri, bilimsel araştırma sorgulama sürecinde ve mühendislik tasarım sürecinde önem arz etmektedir (NRC, 2012; Pedaste vd., 2015). Hatta öğrenciler tasarımlarını anlatan sunumlarda WEB 2.0 araçlarını kullanabilmeleri STEAM disiplinin de teknoloji disiplinin de gelişim göstermelerine yardımcı olmaktadır.

Fen derslerinin mühendislik tasarım süreci çerçevesinde tasarlanması literatürde mühendislik tasarım temelli fen olarak yerini almaktadır. Bu ifade aynı zamanda disiplinlerarası bir öğrenme modeli olarak öne çıkan ve mühendislik tasarım sürecinin temel adımlarını öğrenme yöntemlerini fen bilimleri kazanımlarıyla bütünleştirmeyi hedefler. Tasarım temelli fen öğretimiyle öğrenciler fen bilimleri derslerini daha anlamlı, problem çözmeye odaklı ve gerçek dünya ile bağlantılı hale getirebilmektedir. MTTFE hem bilimsel kavramlar hem de mühendislik süreçlerinin ayrıntılarına katkı sağlayan kapsamlı bir yaklaşımdır. Bu yöntemin temel amacı, problemlerin çözümü ve karar verme yeteneklerinin geliştirilmesi, aynı zamanda öğrencilerin geleceğin problemlerini çözen, karar alan bireyler olarak hem mühendislik süreçlerini anlamaları hemde bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeyi sağlamaktadır. Öğrencilerin araştırma sorgulama yapmaları mühendislik tasarım süreciyle birlikte fen bilimlerinin içerik öğretimi yanında analitik düşünme, yenilikçi düşünme, sorun çözümü ve seçim yapma becerileri gibi 21. yy. becerilerinin gelişiminde katkı sağlamaktadır (Bozkurt Altan vd., 2018; Bozkurt Altan ve Tan, 2021; Hacıoğlu ve Gülhan, 2021). Fen bilimleri ve mühendislik tasarımının bütünleştirilmesi, fen eğitiminde yerini belirgin hale getirmektedir. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimiyle otantik

öğrenme ortamları sağlanmaktadır (Strimel ve Grubbs, 2016). MTTFE disiplinlerin bütünleşmesinin doğal bir yolu olarak öğrencilerin bireysel ve grup olarak teknolojik gelişmeleri yakından takip edebilen, probleme çözüm ürettikleri yöntemdir (Gruber-Hine, 2018). MTTFE amaç sadece bilimsel bilgi ve mühendis gibi çalışma becerileri kazandırmak değildir aynı zamanda ilkokul ve ortaokul öğrencilerine mühendislik mesleği ile erken yaşlarda tanışma fırsatı sunarak mühendislik kariyerlerine hazırlamaktır (Porter vd., 2019).

Küreselleşen dünyada öğrencilerin başarılarını göstermeleri için fen ve mühendislik tasarımlarının yanında eğitim ortamlarının yeni yaklaşımlar ve yaratıcılıkla desteklenmesi gerekli görülmektedir (Morocz vd., 2016). Yaşadığımız yüzyılda okullardan mezun olan öğrencilerin tek bir disiplin alanında değil çok disiplinlerde başarılı olması gereken gerçek yaşamdaki sorunlarla karşılaşmaktadır. MTTFE ile öğrencilerin okullarda tanışması önemli hale gelirken mühendislik tasarım uygulamalarının ortaöğretimde değil okul öncesi dönemde olması gerektiği ile ilgili dünya genelinde bu konuya artan bir ilgi gösterilmektedir (Zarske vd., 2017). Dünyada hızlıca meydana gelen değişimler öğrencilerin birtakım beceriler kazanmasının yanında bunları gerçek durumlara uygulayabilen, öğrencilere fen bilimleri dersi kazanımları ile uyumlu olacak şekilde öğrendiği bilgileri kullanabilme fırsatını MTTFE sunduğundan önemli bir öğrenme olmaktadır (King ve English, 2017). Yaşadığımız toplumlar her geçen gün karmaşık bir hale gelerek yaşadığımız sosyal çevrede problemleri çözebilmek adına fen, teknolojik ve mühendislik alanlarında bilgi sahibi olup uzmanlaşmak, bu disiplinlere yeni, farklı, çoklu bakış açıları geliştirmek ve yeni yaklaşımlara ihtiyaç olduğu görülmektedir. Günümüzde iş ortamlarında işverenleri, takım içerisinde uyumlu çalışıp üretken olmak ve iletişim becerileri iyi olan bireylere ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Yani insanların gelişimi iş birlikli çalışmalara bağlı olmaktadır (Gruber-Hine, 2018). Fen eğitiminin tasarım temelli olması, mühendislik ve fen öğretiminin uygulamalarını bütünleştirecek bir içerik sunmaktadır. Tasarım temelli fen öğretimi dersindeki problemler öğrencilerin birçok kritik becerilerinin gelişmesini sağlarken bunun yanında grupta çalışma fırsatı vererek işbirliğini destekleyip işbirliği becerilerinin gelişmesini sağlar (Vaino vd., 2018). Probleme çözüm üretirken teknolojik bir tasarım yapmaktan daha fazlasını ifade eden bir yaklaşım olarak MTTFE görülmektedir. Bu yaklaşımda tasarım süreçleri mühendislik düşünce sisteminin getirdiği fen ve mühendislik tasarım ilkeleriyle güçlenen problem çözme süreci ve uygulamalarını kapsamaktadır (King ve English, 2017). Mühendislik uygulamaları her geçen gün fen eğitimiyle daha çok gündeme gelmektedir. MTTFE uygulamaları eğitim ortamlarında uygulandığında öğretmen ve öğrenciler arasında

önemli hale gelmesine rağmen fen bilimleri dersi ile bütünleştirilmiş mühendisliğin doğasıyla ilgili bilgiler yeterli görülmemektedir (Pleasants ve Olson, 2019).

Genellikle fen eğitiminde STEM yaklaşımıyla mühendislik tasarım süreci bilinmekle birlikte MTTFE STEM disiplinlerindeki ötesinde daha derinlere inerek onlara ulaşmayı sağlayan disiplinlerarası bir uğraşı ifade etmektedir. Yeni nesil fen eğitimi standartlarında da ortaokul öğrencilerine yönelik mühendislik tasarım uygulamalarının önemi ön plana çıkmaktadır. MTTFE fen ve matematik disiplinlerine yönelik mühendislik çalışma becerileri öğrencilere kazandırılarak zihinsel aktiflik ve öğrendiklerini uygulayarak tecrübe elde ederek öğrenme sürecini içermektedir. Mühendislik tasarım uygulamaları fen bilimleri dersinde öğrencilere otantik bir öğrenme ortamı sunarak öğrencilerin açık uçlu sorularla zihinsel olarak mühendislik tasarım uygulamalarını geliştirmek ve ileriye taşınması faaliyetlerini de içerir (Lammi vd., 2018). Ululararası fen standartlarında fen ve mühendislik tasarım uygulamalarının olması fen sınıflarında mühendislik uygulamalarının ön plana çıkmasında etkili olmuştur (Gale vd., 2018; Webb, 2015). Eğitimin iki önemli unsuru olan öğrenci ve öğretmenlerin mühendislik disiplinin yapısını anlayarak fen bilimleri dersi kazanımları ile bütünleştirerek arasındaki bağlantıların nasıl olduğunu anlamaları gerekli görülmektedir. Mühendisliğin yapısını anlayabilmek için tasarım temelli mühendislik uygulamalarının fen bilimleri öğretim müfredatıyla bir araya getirilmesiyle sağlanabilir (Pleasants ve Olson, 2019). Son yıllarda mühendislik ön plana çıkarak fen standartlarında ve programlarda yer alması öğretmenlerinde mühendislik uygulamalarını kullanacak bilgi ve beceriye sahip olmaları gerekmektedir. Fen bilimleri dersinde mühendislik tasarım temelli uygulamalarda öğretmenin uygulamaya dönük mühendislik bilgileri önemli olmaktadır (Pleasants ve Olson, 2018). MTTFE önemli görülmekle birlikte alanyazında yapılan araştırmalarda STEM/STEAM yaklaşımıyla yürütülen araştırmalarda mühendisliğin sağladığı olumlu özellikler belirtilmiştir ancak mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonu ile ilgili uygulamaların yeterli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir (Hacıoğlu vd., 2017). Araştırmalar sonucunda uygulayıcı olan öğretmenler tasarım temelli uygulamalarda etkinlikler ve ders planları oluşturmakta kendilerini hazırlıksız ve yetersiz görmekteler. Bununla birlikte öğretmenler ders kazanımları ile tasarım sürecini bütünleştirmekte zorlandıklarını ifade etmişlerdir (Turner vd., 2016).

2.2.2. Tasarım temelli sorgulama (TTS)

Tasarım temelli sorgulama, öğrenmeyi deneyimsel ve keşif tabanlı bir süreç dönüşürerek güçlü bir örnek sunar. John Dewey'in eğitim felsefesine dayanan bu yaklaşım, çocukların gerçek hayatta karşılaştıkları problemleri çözmeye çalışırken yaratıcı düşünme, problem çözme ve pratik becerilerini geliştirmelerini sağlar (Dewey, 1983). Örneğin çocuklardan en hızlı uçan roketi tasarlamaları istendiğinde çocuklar farkında olmadan aerodinamik bilgilerini, kullanacağı malzemenin özelliğini, bilimsel bilgisini ve Newton'un hareket yasalarını öğrenirken aynı zamanda deneme-yanılma yoluyla yaratıcılıklarını geliştirebilirler. Güçlü bir yel değirmeni yapmaları istendiğinde mekanik enerjiyi, rüzgar kuvveti, tasarım optimizasyonu gibi konuları öğrenip uygulama fırsatı bulur. Bu süreçte çocuklar, matematik ve fen bilgilerini gerçek bir bağlamda uygulama şansı bulurlar. Öğrenmeyi daha anlamlı ve eğlenceli hale getirirken, aynı zamanda çocukların kendi sorularını sormalarını ve bu sorulara yanıt ararken bağımsız düşünme becerilerini geliştirmelerini destekler. "Bu konuda daha fazla bilgi veya örnek ya da etkinlikler hakkında konuşmak ister misiniz?" sorusunu yönelterek bilimsel bir tartışma ortamı tasarlayabilmektedir. Dewey'in vurguladığı gibi, öğrenmenin en etkili yolu, bilginin aktif bir şekilde uygulanabildiği, gerçek yaşamla bağlantılı bağlamlar yaratmaktır. Bu fikir, özellikle 21. yüzyıl sınıflarında hâlâ geçerliliğini koruyor ve giderek daha fazla benimseniyor. Günümüz eğitim dünyasında STEM ve STEAM yaklaşımları, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik bilgilerini gerçek projelerde birleştirmelerine fırsatlar vermektedir. Bu tür yaklaşımlar, öğrencilere yalnızca teorik bilgi değil, aynı zamanda o bilginin uygulanabilirliği ve etkisi konusunda derin bir anlayış kazandırır. 21. yüzyılın karmaşık problemlerini çözmek için gerekli olan yaratıcılık, eleştirel düşünme ve işbirliği becerileri bu yöntemlerle daha etkin bir şekilde geliştirilebilir. Bu perspektif, eğitimciler ve öğrenciler için sadece bir pedagojik araç değil, aynı zamanda bilgiye ve öğrenmeye yönelik bir tutum değişikliğini beraberinde getirir (Chue ve Lee, 2013).

TTS fen eğitiminde hem teorik hem de pratik olarak güçlü özellikler sunar. Sosyokültürel öğrenme teorilerinden etkilenen sosyal etkileşim ve epistemik ürün üretim desteğinin ötesinde, TTS'nin fen eğitiminde benimsenmesinin nedenini üç başlık altında sağladıkları ifade edilebilir. Birinci olarak, TTS öğrencilerin konuyu özgün ve anlamlandırarak öğrenmelerini sağlar. Öğrencilerin diyalektik sürecine girerek problem çözme sürecinin bir parçası olmaları için etkin bir ortam sağlar. Öğrenciler bu ortamda bilgiyi araştırıp keşfederek modelindeki eksiklikleri gidermeye çalışır (Newstetter, 2000).

Uygulama sırasında içerik ve süreç birbiriyle bütünleştirilerek öğrencilerin modeller önermesi, elindeki kanıtları kadar konuşabilmesi, araştırma soru ve verilerini istediği zaman gözden geçirecek özgürlük alanları sunar (Donovan ve Bransford, 2005). TTS tüm süreçleri bir bütün olarak ele aldığından öğrencilerin karmaşık problemlerin ya da sistemlerin anlamasını ve harekete geçme yeteneği sunduğundan faydalı olarak görülmüştür (Hmelo vd., 2000). Örneğin fen bilimleri dersinde solunum sistemi konusunda akciğer tasarımları istendiğinde, öğrenci modeli oluşturmak için bir araştırma sürecine başlar ve sistematik, eleştirel, çoklu düşünme sistemlerini işe koşarak solunum sistemi hakkında çok fazla bilgi elde ederek öğrenebilir (Chue ve Lee, 2013). Sağladığı avantajdan ikincisi olarak TTS öğrencilerin geleneksel öğretimden farklı olarak bilgileri pasif olarak değil sürecin her aşamasına aktif katılım sağlayarak öğrenme sürecinin aktif ve önemli bir parçası olmalarını sağlar. Öğrenciler bu şekilde sürece katılması hem pedagojik hemde epistemik anlamda öğrencilerin öğrenmelerinde etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Öğrencilerin sürecin aktif bir parçası olması, öğrenme sorumluluğunu alarak öğrenmesi, kendi öğrenme yolculuklarını yönetebilir ve öğrendiği bilgiyle daha güçlü bir bağ kurmasını sağlar. Yani prototip ya da modeli öğrenmenin yan ürünü olarak değil doğal olarak süreçte ortaya çıkmasıdır. Aynı zamanda öğrencilerin bilimsel kavramları somutlaştırmalarını sağlar. Öğrenciler, hedeflerine ulaşırken bilimsel kavramları doğal bir şekilde öğrenirler. Bu süreçte, bilimi yalnızca teorik bir bilgi yığını olarak değil, problem çözme, tasarlama ve yaratma süreçlerinin bir aracı olarak deneyimlerler. Bu yaklaşım, öğrencilerin öğrenmeye olan bağlılıklarını artırırken, onların yaratıcı düşünme, eleştirel analiz ve problem çözme becerilerini de güçlendirir. TTS öğrencilere eşit fırsatlar sunarak öğrenmenin bireyselleştirmesini sağlayarak rekabet ortamı oluşturur (Fortus vd., 2004).

Üçüncü bir avantaj olarak TTS işbirliğini sağlayarak öğrencilerin sosyal gelişimlerini de olumlu etkilemektedir. Literatürde TTS ile gerçekleştirilen sınırlı sayıdaki araştırmalarda, Kolodner vd. (2003) tarafından gerçekleştirilen araştırmada öğrencilerin işbirliği ile çalışmalarında sürekli etkileşim halinde olmaları ve süreçte öz değerlendirme yapmaları öğrenme performanslarında sürekli bir artış göstermelerini sağlamıştır. Öğrenciler bilimi keşfederek, eğlenceli, motivasyonlarının sağlandığı ortamlarda öğretmen tarafından değerlendirmelerde sadece estetik kurallara göre değerlendirilmediğinden tasarımlarında yapısal özellikleri ön planda tutup daha uzağı giden bir uçak için çalıştıklarında sadece uçmak gibi özelliklerle sınırlı kalmayıp NASA benzeri tasarım çalışmalarında artışlar olmuştur (Leontjew, 1982; Petrosino, 1998). Anlatılan bu nedenlerden dolayı TTS bilimsel

okuryazarlık ve bilimsel sorgulamanın bilişsel, epistemik ve sosyal kazanımlarıyla uyumu yakalamanın etkili bir yoludur (Duschl, 2008). Öğrencilerin gerçek dünyadaki problemlerle karşılaşmasını sağlayarak öğrendiği konu-içerik bilgisini uygulamaya yansıtmasında çeşitli fırsatlar sunar. TTS yapısı gereği epistemik olarak bilgileri modellemeleri desteklemek için eleştirel düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerini işe koşarak açıklamalarını ve tasarımlarını kanıtları dahilinde ifade eder. Sosyal öğrenme olarak işbirliği içinde çalışan öğrencilerin bilim ve mühendislik kimliğini benimseyerek çalışmalarında kanıtlar toplayıp bilimsel bilgiler ışığında çalışmalarını yaparlar. Tüm bu olumlu özelliklere rağmen bir takım sorunlar görülmektedir. TTS öğrenciler bilgileri keşfederken bazen yanlış ve belirsizlikle tasarım sürecine devam ettiklerinde tasarımlarında başarısızlıklar görülmektedir (Cajas ve Gallagher 2001; Katchi vd., 2009). Bu durumda öğretmenler TTS öğrencilerin tasarımlarını tamamladıklarında dahi bakış açıları bazen bilimsel olmayacak durumların olduğunu farkında olmalıdır (Sherin vd., 2004). Öğretmen sınıflarda öğrencilerle TTS uygulamaları yürüttüğünde öğrencilerin daha önceden bilimsel sorgulama ve disiplinlerarası öğrendikleri bilgileri aktarmayla daha önceden tanışamayabildikleri, önceki bilimsel inanışları olduğundan durumun farkında olarak kötüye gitmemesi için çaba göstermelidir (Schauble vd., 1991). Okullarda öğretmenlerin öğrenim kazanımlarını göz önüne alarak TTS süreçlerinde bağlamı unutmamaları tasarım sırasında görevlerin anlaşılmasını sağlar (Chue ve Lee, 2012).

Öğretmenlerin TTS öğrencilere uygun bağlamlar sağlaması konusundaki deneyimlerinde eksiklikler varsa bir takım zorlukları beraberinde getirmektedir. Çünkü öğrenciler takıldıkları yerde ya da bir sorunu çözemediklerinde öğretmen desteği önemli olmaktadır. Öğretmenlerden yeterli desteği alamayan öğrenciler tasarımlarını bir üst seviyeye çıkaramamaktadır (Petrosino, 1998). TTS konusunda yetersiz olan öğretmenler bilim üzerine düşünme çabalarında ziyade uygulamalı etkinliklerin hevesine kapılıp heyecanla sürece katılım sağladıkları ancak bilişsel olarak hazırlıksız oldukları görülmektedir. Literatürdeki araştırmalar öğrencilerin TTS çok az katılım sağladıkları tespit edilmiş ancak öğretmenlerin uygulamayı başarılı şekilde gerçekleştirmeleri için üstlendiği roller ve sorumluluklar hakkında yeterli bilginin olmadığı tespit edilmiştir (Puntambekar ve Hübscher 2005; Puntambekar ve Kolodner 2005). Mühendislik tasarım sürecinde yaşanan zorluklara ilk önce uygulayıcı olan fen bilimleri öğretmenlerinin TTS hakkında bilgiye ihtiyaçları oldukları ve geri dönütler vererek sürece katılması için okullarda yeteri kadar zaman verilebilmelidir (Hmelo vd., 2000). Çünkü bilim eğitiminde öğrencilerden beklenen becerileri kazanmaları

ve ulaşılmak istenen amaçlar TTS yaklaşımıyla elde edilebilir olmaktadır (Roberts, 2007). Öğrencilerin kendilerini özgür bir ortamda hissedip öğretmen rehberliğinde olan ancak öğretmeninde sahip olması gereken bazı becerilerin olmasına rağmen bilim eğitimin hedeflerine ulaşması için TTS yaklaşımının uygulanması gerekmektedir (Barron ve Darling-Hammond 2008). TTS yaklaşımı bilim öğrenmede iki farklı süreç olduğunu ifade etmiştir. Bunları Vizyon I ve Vizyon II şeklinde tanımlamaktadır. Vizyon I’ de bilim insanının çalışma prensibiyle öğrenmeyi, Vizyon II’de bilimsel bilgileri vatandaşlık görevi olarak öğrenilmesi gerektiğı ifade edilmiştir.

2.3. Bilimsel Sorgulama

Çocuklar konuşmayı öğrendikleri andan itibaren dünyayı anlamlandırmak için doğal bir sorgulama sürecine girerler. Çevresindeki eşyalara birçok defa dokunup, onlar hakkında yetişkinlere sorular sorarak nesne ve olayları anlamaya çalışırlar. Çocuklar öğrenirken bir araştırma süreci içerisinde soru sorma yoluyla bir bilim insanına benzer şekilde hareket eder ve dolaylı bir sorgulama sürecinin aktif bir katılımcısı haline gelir (Uyanık Balat, 2011). Bir başka ifadeyle, çocuklar meraklıdır ve geleceğın potansiyel birer bilim insanıdır (Howitt, Lewis ve Upson, 2011). Kendileri farkında olmadan doğal bir sorgulama sürecinin içinde sorularının yanıtlarını alsalar dahi her seferinde başka bir şeye odaklanıp farklı sorular sentezleyebilmektedir. Çocukların, kendileri gibi doğal meraka sahip olan bir bilim insanı gibi çalışma eğilimleri doğal algılama biçimlerinden etkilenmektedir (Yürümezoğlu ve Karabey, 2020). Çocuklar kendi dünyasını anlamlandırmak amacıyla günlük yaşamdan deneyimler elde eder ve bilim bu deneyimlerin doğal bir parçasıdır (Howitt, Lewis ve Upson, 2011). Dünyayı anlamak için doğal keşif yapma becerilerinden yola çıkarak sorgulama adına etkili bir öğrenme fırsatları yakalarlar (Joyce, Weil ve Calhoun, 2009). Çocukların dikkatini çeken bilimsel etkinlikler yaptırılarak soru sormaları, merak etmeleri ön plana çıkarılarak meraklarını canlı tutmaları ve gözlem yaparak araştırma inceleme süreçlerini işe koymaları desteklenebilir. Yaşadığımız çevrede doğal olarak bulunan her türlü materyal ve nesne, fen bilimleri eğitimi yoluyla bu şekilde bütünleştirilerek küçük yaş gruplarından itibaren öğrencilere bilimsel sorgulama yapabilmeleri adına aracı, rol oynayabilirler. Bu gibi çeşitli etkinlikler yoluyla öğrenciler genel olarak 21. yy. becerilerini, özelde ise bilimsel süreç becerilerinden olan gözlem yapma, sınıflandırma, karşılaştırma, iletişim kurma, sonuç çıkarma, ölçme ve tahmin etme becerilerini işe koyar. 21. yy. becerileri ve bilimsel süreç becerileriyle birlikte öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeleri amaçlanır.

Buradan hareketle, bilimsel etkinlikleri planlama aşamasında her bir öğrencinin bireysel olarak kendi deneyimlerini keşfetmelerine ve kendi yaşadıklarını yapılandırabilecekleri fırsatları sunan eğitim ortamları planlanmalıdır.

Sorgulama temelli öğrenme özgün soruların sorulmasıyla başlayan, bu sorulara ait olası yanıtların gerçek yaşam problemleri üzerinden gözlemlenebildiği sistematik bir öğrenme döngüsüdür (Eggen ve Kauchak, 2006). 1962 yılında Richard Suchman tarafından geliştirilen sorgulama temelli öğrenme, sorgulama yapan öğrencilere olgu ve olayları araştırarak bilimsel açıklamalar üretmelerinin önünü açan köklü bir modeldir (Joyce, Weil ve Calhoun, 2009). Öğrencilerin aklına gelen soruları çekinmeden sormaları, yaratıcı sorular oluşturmalarını ve bu soruları yanıtlayabilmek için bilimsel araştırma sürecini yürütebildikleri sorgulama temelli bir öğrenme ortamını akla getirir (Wolf ve Laferriere, 2009). Bilim insanlarının çalışmaları yoluyla doğal dünyaya ilişkin gözlemler yapmaları ve buna ilişkin bilimsel argümanların kanıtlarla desteklenmesi sorgulamaya bilimsellik katılması sürecinin doğal bir parçasıdır. Bilimsel sorgulama süreci öğrencilerin bilimsel düşüncelere karşı olumlu fikir geliştirmelerini ve argümanlarını bilim insanlarının inşa ettiği gibi oluşturmalarını sağlar (NRC, 1996). İnsanlarda kendiliğinden varolan merak duygusu ile çevrelerinde varolanları gözlemleyerek sorgulama sürecinde sorular birbirini takip eder. Ancak öğrencilerin her soruyla sorgulama sürecini başlatarak bilimsel sorgulama yaklaşımının yapısını anlamaları bu konuda karşılaşılan kavram yanılgılarında biridir. Bilimsel sorgulamayı anlamamanın tek yolu sadece öğrencilerin bilimsel sorgulama yapmaları değildir. Bilimsel sorgulamanın doğasını anlamakta yetersiz kalmaktadır (Leblebicioğlu vd., 2017). Öğrencilerin bilimsel sorgulamayı tam olarak içselleştirip gerçekleştirebilmek için bilimin bilgisini, bilimsel sorgulamanın yapısı ve doğası hakkında yeterli bilgiye sahip olmadan mümkün olmamaktadır (Doğan vd., 2020). Hayat içerisinde bilgiye ulaşma süreçlerinde insana yol gösteren bir tutum sergilemesinin altında yatan neden insanın soru sorma becerilerini ön plana çıkaran sorgulama yaklaşımıdır (Perry ve Richardson, 2001).

Ulusal ve uluslararası alandaki fen eğitimindeki reform girişimleri, fen eğitiminde birinci dereceden önemli unsur olarak sorgulama yaklaşımını benimser. İlerleyen yıllarda yapılan tanımlarla birlikte iyi bir fen bilimleri eğitim ve öğretiminde sorgulamanın kaçınılmaz olduğu hatta bilimsel sorgulamayla artarak devam ettiği belirtilmiştir (Anderson, 2002). DeBoer (2006) da fen bilimleri eğitimi üzerine yıllarca yapılan tanımları incelediğinde tüm bu tanımları ifade eden kapsamlı, basit ve fen bilimlerinin doğasını anlatan anlamlı bir söz grubuyla ifade etmek istediğinde bunun sorgulama yaklaşımı olması

gerektiğini ifade etmiştir. Fen eğitimi için can alıcı nokta öğrencilerin deneyimlerinden meydana gelen sorgulamaya dayalı öğrenme deneyimleri kazandıran yaklaşımlardır (NRC, 1996). Sorgulama yaklaşımı temelinde gerçekleştirilen eğitim ve öğretim etkinliklerinde öğrenciler bilimsel bir sürecin içinde olup bilimsel sorgulamanın doğasını araştırmakla uğraşırlar (Haury, 1993). Sorgulama yaklaşımıyla gerçekleştirilen eğitim ve öğretim farklı eğitimcileri tarafından farklı perspektiflerden değerlendirilip ifade edilmiştir. Birçok araştırmacının ortak görüşlerinden biri de geleneksel eğitim anlayışında farklı olarak kitaba bağımlı kalmadan öğrencileri aktifleştiren, etkin, eğlenceli ve etkileşimli bir yöntem olarak sorgulama yaklaşımı kullanılmaktadır. Tüm bu tanımla birlikte Westbrook (1997) ise sorgulamaya dayalı öğretimin bir yöntemden daha fazla şeyleri ifade ettiğini belirlemiştir. Sorgulama yaklaşımı ona göre neyi, nasıl, neden ve niçin sorularını yanıtlayabilmek için oluşturulan bir süreci kapsamaktadır. Yapılan tanımlardan yola çıkarak sorgulama sözcüğünün iki farklı anlamda kullanıldığı görülmektedir. Birincisi fen bilimleri dersinin öğretimine ilişkin diğeri ise fen bilimlerinin doğası gereki sorgulama gerçekleştirilirken bilimsel becerileri öğrencilere edindirme anlamında kullanılmaktadır. Bu ifadeyle birlikte hem fen bilimleri öğretiminin doğasında hemde bir öğretim yaklaşımı olarak da kullanılmaktadır (Woolfolk, 1998). Sorgulama bir öğretim yaklaşımı olarak ve bir öğrenme aracı olarak Amerika Fen Eğitim Standartlarında tanımlanmıştır. Bir yaklaşım olarak görülmesinde öğrencinin nasıl ve neleri düşüneceğini, kavramları nasıl ilişkilendireceğini kısacası öğrencilere bilimsel bakış açısını kazandırmayı hedefler. Öğrenme aracı olarak ise öğrencilerin bilgiyi zihinsel olarak yapılandırılmasını sağlar. Sorgulama yaklaşımı, öğrencilerin sorgulama becerilerini ve bu becerilere ilişkin sorgulama süreçlerinde inanış ve anlayışlar geliştirmeyi sağlar. Sınıflarda gerçekleştirilen bilimsel sorgulama bağlamında bilimsel olarak bilimin uygulanma süreçleri yatar (Anderson, 2002).

Sorgulamaya dayalı fen öğretimi Amerika Araştırma Konseyi (NRC, 2000) tarafından sınıf içinde beş temel özelliğe sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Bu özellikler:

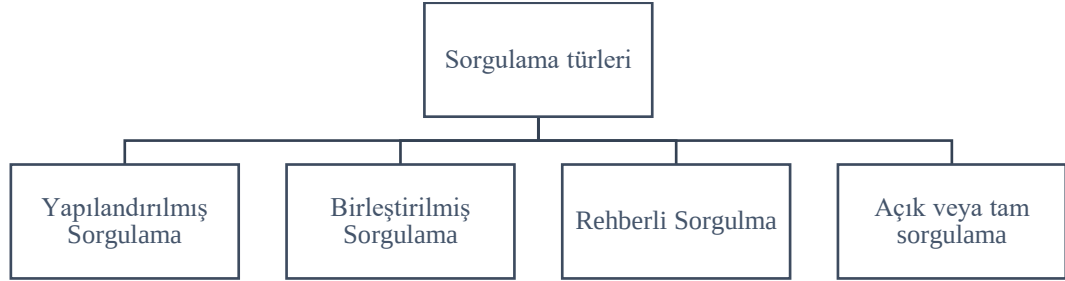
1. Öğrenciler sürece bilimsel sorularla dahil olurlar.
2. Öğrenciler sorgulamaya dayalı öğretimde kanıtlara öncelik verirler.
3. Öğrenciler elde ettikleri bilgilere göre bilimsel sorulara cevap olacak kanıtlarla açıklamalarda bulunurlar.
4. Öğrenciler, bilimsel açıklamalarla kendi tecrübelerini bütünleştirerek değerlendirirler.

5. Öğrenciler yapmış oldukları açıklamaları argümanlarla desteklemeli ve başkalarıyla paylaşırlar.

Fen bilimleri eğitimcileri ve fen bilimleri öğretimi uygulayıcıları, fen bilimleri eğitim ve öğretiminde sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen etkinliklerin sorgulamanın ana hattını oluşturduğunu belirtmiştir (Brown, 2017). Sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen fen öğretiminde öğrenciler kendi öğrendiklerinin farkına vararak öğrencilerin öz düzenleme becerileriyle birlikte üst düzey düşünme becerileri kazanarak bir ürün ortaya koyma veya probleme çözüm önerileri üretmede sorgulama süreçlerinin önemi vurgulanarak, öğrencilerin süreç içerisinde sorgulama becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur (Lim, 2001). Bilimsel sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımında öğrencilerin öğrenmelerinin yanında aynı zamanda uygulayıcı olan öğretmenlerin yeni, farklı, güncel bilgiler öğrenmesine katkı sağlar. Bir başka ifadeyle sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı uygulayıcı olan öğretmenlerin öğrencileriyle birlikte yeni bilgiler öğrenmesini sağlamaktadır (Reiff, 2002). Fen eğitimindeki farklı reform hareketleri sorgulama yaklaşımıyla öğretmenlerinde öğrenciler gibi sorgulama bakış açısı geliştirmede klasik fen kavramlarını ve bilimsel sorgulamada birleştirilen perspektifini ortak bir noktanın üzerinde geliştirmeyi vurgulamaktadır. Yapılan araştırmalar dahilinde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını benimseyen kullanmaya özen gösteren öğretmenlerin ilginç sorular öğrencilere yönelterek öğrencilerin kendi sorularını oluşturup sormaları, sorgulamaya dayalı öğretimin etkili bir şekilde uygulanacağını ortaya koymuştur (Wallace ve Kang, 2004). Öğretim programlarında uygulamaya dayalı gerçekleştirilen sorgulama yaklaşımının eğitim ve öğretim uygulamaları görülmektedir (Akuma ve Challegen, 2018; MEB, 2018; NRC, 2000). Sorgulama yaklaşımı ve sorgulamaya dayalı öğrenme ile yapılan tanımların birbirinden farklı olmasına karşın sınıf içerisinde uygulanma yöntemleri ve uygulanan yöntemlerin yapısı konusunda ortak bir anlayış geliştirerek bütünleşmişlerdir. Sınıflarda sorgulama dayalı öğrenme üç farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Bunlar rehberli sorgulama, yapılandırılmış sorgulama ve açık uçlu sorgulama şeklindedir. Sorgulamaya dayalı öğretim gerçekleştirildiğinde öğrencilerin ilgisini üst düzeyde tutup motivasyonu sağlayarak Fen Eğitim Standartları sorgulamaya dayalı öğrenmeye yeni bir bakış açısı kazandırmıştır (NRC, 2012). Bu yeni bakış açısı sorgulamanın farklı yönlerine değinmek için farklı fen ve mühendislik uygulamalarıyla harmanlayıp öneride bulunmuştur (MEB, 2018; NRC, 2012).

Sorgulamaya yaklaşımına göre gerçekleştirilen fen bilimleri eğitiminin ders içi uygulamalarında öğretmen ve öğrencilerin katılım şekillerine göre sorgulamanın dört farklı

biçimi mevcuttur (DiBiase ve McDonald, 2015; Kartal, 2014; Martin- Hansen, 2002; Sadeh ve Zion, 2009). Şekil 2.4’de sorgulamanın dört çeşidi verilmiştir.



Şekil 2.4. *Sorgulama türleri (Kartal, 2014)*

Sorgulama çeşitleri, sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen fen bilimleri öğretiminde öğretmen ve öğrencilere bir takım roller ve sorumluluklar tanımlamıştır. Açık veya tam sorgulama: Bu çeşitte öğrenciler araştırma sorularını sorgular, araştırma süreçlerini tasarlayarak sonuçlara gider (DiBiase ve McDonald, 2015). Öğretmen burada öğrencilerin işlemini kolaylaştırır. Rehberli sorgulama: Öğretmen tarafından öğrencileri belirli bir seviyeye getirmeyi hedefleyerek öğrencilerin araştırma sürecine girmelerine yol göstererek rehber konumdadır. Bu yaklaşımla birlikte öğretmen öğrencilerine bir araştırma sürecini tasarlamalarına izin vererek sonuçlara ulaşmasını sağlayabilir veya bir öğretim programına uygun gerçekleştirebilir (Martin-Hansen, 2002). Rehberli sorgulama türünde adından anlaşılacağı üzere öğretmen daha çok rehber olur, öğrencilere sürecin tamamı için rehberlik eder (DiBiase ve McDonald, 2015). Birleştirilmiş sorgulama: Açık sorgulama yaklaşımıyla rehberli sorgulamanın arasında gerçekleştirilen bir aşamadır. Öğretmen birleştirilmiş sorgulamayla birlikte öğrencilerin merak ederek oluşturduğu soru havuzundan kendisine bir sorgulama sorusu seçmesi konusunda öğrenciye zaman sunar (Sadeh ve Zion, 2009). Birleştirilmiş sorgulamadaki amaç belirli bir kalitede öğrencilerin kıyas yaparak değerlendirme fırsatı veren daha sonra açık bir sorgulamayla devam ederek öğrencilerin kendi sorularını sormalarını destekler (Martin-Hansen, 2002). Yapılandırılmış sorgulama: uygulayıcı olan öğretmen bir soru seçer ve öğrenciler belirlenen bu soru çevresinde işlemleri inceler. Öğrenci gerçekleştirdiği her aşamada bir yönergeyle devam eder ve sonuçları önceden bilinen sonuca ulaşır. Sonuçlara ulaşmasında yönerge önemlidir (Sadeh ve Zion, 2009). Öğrenci her aşamada yönergedekileri takip ederek sonucu önceden belli olan sonuca ulaşır. Yapılandırılmış sorgulama temel bir sorgulama olarak görülebilir. İlk defa sınıflarda

sorgulamaya dayalı öğretim gerçekleştirildiğinde yapılandırılmış sorgulamadan başlanarak süreç içerisinde öğrencinin gelişim düzeyine göre açık sorgulama yapılabilir (Forbes, 2011). Öğretmenler basit düşünerek belirli kazanımlara ulaşmak için en basit sorgulama modelinden başlayarak zamanla diğer çeşitleri kullanabilmelidir. Tabiki bu uygulayıcı olan öğretmeni yanıltmamalıdır, yapılandırılmış sorgulama modelini kullanan öğretmen öğrencilerinde sorgulamanın tüm özelliklerini kazandıramayabilir (Jarrett, 1997). Sınıflarda gerçekleştirilen öğretimde genellikle öğretmen merkezli, kapalı uçlu, ezber sorular sorulmaktadır (Bar ve Yarden, 2023).

Öğrencilerin araştırma sürecine başlamaları için sorular sormaları ve keşiflere verilen önemi artarak devam edip Sokrates ile başlayan soru sorma süreçlerine kadar uzanıp sonraki yüzyıllarda eğitimde ses getirmiş ve reform hareketlerine neden olmuştur. Sorgulamaya dayalı öğrenme ve üst düzey düşünme becerileri öğrencilere kazandırılması hedeflenen eğitim süreçlerinde yerini alarak yaparak yaşayarak öğrenmenin aktif süreçleri önem kazanmıştır. John Dewey'in eğitim araştırmalarıyla başlayan, bilimi ezber olarak öğrenilmesi gereken bir konu değil, yaparak yaşayarak deneyim kazanılması gereken bir süreç olduğu ve düşünme şekli olarak algılanması gerektiğini ifade etmiştir (NRC, 2000). Araştırma, sorgulama ve keşfetmenin önemini açıklayan Dewey, bilimsel yöntemi ifade ederken öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşacağı problemleri çözebilmek için kullanabilecekleri tek bir araç olduğunu belirtmiştir. Buradan hareketle sorgulamanın fen eğitimdeki yerini Joseph Schwab açıklayarak fen eğitiminde bilimin önemini, çok yönlü bakış açısıyla olabileceğini bunun ise sorgulama temelli öğretimle kazandırabileceğini öne sürmüştür (Schwab, 1960). Bilimsel sorgulamaya dayalı çalışma alanında tanınan Abd-El-Khalick vd. (2004) çalışmalarında, bilimsel sorgulamaya dayalı eğitimin geleneksel ezber yöntemlerinin ötesinde çok fazla şey ifade eden bilimsel sorgulamaya dayalı öğretimi savunan James Rutherford'da bilimsel yöntemi geniş bir bakış açısıyla ele alıp problem çözerken eleştirel bakış açısıyla bilimsel tutumların, bilgiyi keşfetme yöntemlerinin ve en önemlisi etkili bir sorgulama sürecinin öğretilmesini vurgulamıştır (NRC, 2000). Son yıllarda bilim ve teknolojiye meydana gelen hamleler birlikte bilim yapmanın önemi ortaya çıkarak bilimsel sorgulama önemli görülmüştür. Öğrencilerin çağa uyum sağlayabilmeleri için bazı bilgi, beceri ve davranışları kazanmasında bilimsel sorgulama önemli bir yaklaşım olarak görülmektedir (Levy vd., 2013). Bilimsel sorgulama yaklaşımının yapısı gereği bilimsel sorgulama sürecine başlarken bir problemi gözlemlemeyip problemi tespit edip bunu ifade ederek araştırma sürecinde veri toplayıp analiz ederek bunları işlenmemiş kanıt

olarak değil kendi ifadeleriyle yorumlayarak veriyi açıklamaları, elde ettiği sonuçları değerlendirmeyi ve paydaşlarıyla paylaşmayı içine alan çok geniş bir yelpaze olarak ele alınmıştır (NRC, 1996). Haliyle öğrencilerin öğrenme ortamında kendilerini özgürce ifade edebilmeleri ve yaşam boyu öğrenmeyi destekleyen fırsatlar bilimsel sorgulama yaklaşımıyla öğrencilere sunulur. Bilimsel sorgulama becerileriyle birlikte öğrenciler bilimsel bir araştırma sürecinin nasıl yürütüldüğünü öğrenir ve bu süreçte öğrendikleriyle sınıf içinde argümanlarını oluşturabilir ve oluşturduğu argümanları sınıf içerisinde müzakere edebilir (Gillies vd., 2011). Tüm bilimsel sorgulama süreçlerinde öğrenciler olay ve olguları keşif yaparak tanımlamayı ve önceden var olan bilgileri ile yeni öğrendikleri arasında bağ kurarak bilimsel açıklamalar yapar, öğrendiklerini arkadaşlarıyla paylaşma fırsatı bulur (Lu vd., 2007; Şimşek ve Kabapınar, 2010). Bilimsel sorgulamada öğrenci ve öğretmenin özgürce hareket alanları olduğu için bağımsız ve eleştirel düşünme becerileri karşılıklı olarak gelişmektedir (Witt ve Ulmer, 2010). Öğrenciler konuya dair araştırmalar yaparken aynı zamanda konu hakkında detaylı bilgiler öğrenir. Öğrenciler bilimsel sorgulamaya dayalı eğitimle kendi deneyimlerini tecrübe ederek öğrendiklerinde bilimsel bilgiyi elde etme becerilerini doğal olarak kazanmaktadır. Gerçek hayat problemlerinin çözümüne odaklanan bilimsel sorgulama yaklaşımı bu özelliğiyle öğretim sürecinin dışına çıkarak öğrencilerin hayatları boyunca kullanabilecekleri bir yöntem olmaktadır (Lu vd., 2007).

Bilimsel sorgulama dayalı eğitim ve öğretim öğrencilere bir çok beceriyi kazandırmasının yanında bilimsel sorgulama yapılan sınıflarda öğrencilerin doğal merakını ortaya çıkarmalarına fırsat verilerek aynı zamanda meraklarını canlı tutmada etkili bir yaklaşım olarak görülmektedir (Llewellyn, 2002). Öğrencilerin merakını canlı tuttuğundan dolayı olarak öğrencinin tutumlarında olumlu etki meydana getirerek motivasyonlarında artış meydana getirir. Öğrencilerde meydana gelen bu olumlu değişimler bilime dair okuryazarlık, farkındalık, etkili iletişim ve bilimsel muhakeme becerilerini geliştiren dinamik bir süreç olarak görülmektedir (Gillies vd., 2011). Bu da fen bilimleri dersinin öğretiminde uygulayıcılara kolaylık sağlamaktadır. Fen eğitimi iyi bir şekilde gerçekleştirmek öğrencilerin anlamlandırmasını kolaylaştırmak için öğrencilere verilen bilgileri doğrudan kabul etmeyi istemek yerine sorgulayıcı tavrıyla bilimsel kavrama becerisini öğrenmesi önemli görülmektedir. Fen bilimlerinin amaçları arasında odaklanılan yerlerden biri olan bilimsel bilgileri elde edip açıklayabilme kabiliyeti bilimsel sorgulama yaklaşımı kapsamında görülmektedir (NRC, 1996). Öğrencilere bilimsel sorgulama becerilerinin kazandırılması fen bilimleri dersinde bilimsel sorgulamanın önemini

göstermektedir. Böylece bilim ve feni birleştirerek fen bilimleri öğretiminde bilim yapma süreçlerini işe koşar (Llewellyn, 2002; NSF, 2001). Fen bilimleri eğitimi ve öğretiminde bilimsel sorgulamanın kaçılmaz olduğu ve etkileri Avrupa Komisyonu tarafından incelenerek raporlarla belgelenmiştir (Çavaş vd., 2011). Fen bilimlerinin yapısı ve kazandırılmak istenen amaçlara uygun olarak öğrencilere 21. yy. becerilerini edindirme ve gelişimlerinde bilimsel sorgulama yaklaşımı artarak kullanılmaya devam edilmektedir. Öğrenciler bilimsel sorgulamaya dayalı derslerde kendi deneyimlerinden yaparak yaşayarak öğrendikleri için bilimsel sorgulama yaklaşımı bir öğrenme yaklaşımı ve yöntemi olarak kullanılır. Başka bir ifadeyle bilimsel sorgulama yaklaşımı öğrencinin tüm süreçte aktif olduğu problem çözme basamaklarını takip ederek yaptığı keşifler sonucu elde ettiği verileri paylaşabildiği bir öğrenme ortamını ifade eder (Song ve Kong, 2014).

Fen eğitim ve öğretiminde bilimsel sorgulamanın kaçılmaz olduğu Amerika Ulusal Araştırma Konseyi tarafından açıklanarak daha sonra Amerika Ulusal Fen Eğitimi Standartlarında bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen fen bilimleri eğitiminin nasıl olaması gerektiği ve oluşturduğu ana unsurları açıklamıştır (NRC, 1996). Öğrencilerin bu bağlamda bilimsel sorgulamayı fen bilimlerinde gerçekleştirdiğinde öğrencilerin bunu yapabilmesi için bir takım ölçütlere sahip olmaları gerektiği ulusal fen eğitim standartlarında açıklanmıştır. Bu ölçütler sorgulamanın doğası gereği okul öncesinden başlayarak lise bitimine kadar öğrencilerin bilimsel sorgulama yapabilmeleri için gereken ilkeleri sunmuştur. Ortaokul kademesinde bulunan öğrencilerin bilimsel sorgulamaya dayalı eğitimde sahip olması gereken ilkeler ve anlayışlar tablo 2.1’de gösterilmiştir (NRC, 2000).

Tablo 2.1. Ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen bilimsel sorgulama ilkeleri ve anlayışları

Bilimsel Sorgulama İçin Gerekli İlkeler	Bilimsel Sorgulama İçin Gerekli Anlayışlar
• Bilimsel araştırmalar ile cevaplanan sorular sormak • Bilimsel bir araştırmayı tasarlamak ve yürütmek • Verileri analiz etmek için uygun araçlar kullanmak • Eldeki kanıtlarla konuşabilmek • Konuşmaları ile eldeki kanıtlar arasında ilişkiyi kurabilmek için eleştirel düşünmek • Farklı seçeneklerle varsayımları tanımlama ve analiz etmek • Bilimsel işlemleri gerçekleştirmek • Matematiksel işlemleri bilimsel sorgulamanın tamamında kullanmak	• Değişik problemler ile değişik araştırmalar yapılır. • Güncel olan veriler araştırmalara yol gösterir. • Bilimsel sorgulamanın her aşamasında matematik önemli bir yere sahiptir. • Bilimsel çalışmalarda teknolojiye gelişmelerden yararlanılır. • Bilimin ileriye taşınmasında şüphecilik önemlidir. • Yeni bir fikir, olgu, metot ya da farklı teknolojiler bilimsel araştırmalarla gelişim gösterebilir.

Uygulayıcı olan öğretmenlere yukardaki ilke ve anlayışlar yol göstermektedir. Farklı sınıf seviyelerinde ortak noktalar olmasına rağmen ilerleyen sınıflarda ilke ve anlayışların farklı olduğu, basitten karmaşığa doğru gidilgiği görülmüştür. Tabloda listelenen ilke ve anlayışlar klasik olarak bilinen bilimsel sorgulama becerilerinin ilerisine geçerek bilişsel becerileride kazandırmayı hedeflemektedir. Öğrencilerden beklenen davranışlar bilimsel bilgileri kullanmayı öğrenerek bilimsel muhakeme, bilimsel süreç becerileri, eleştirel ve üst düzey düşünme becerileriyle harmanlanmış bir gelişimi vurgular. Bu sayede öğrenciler fen bilimleri dersinin içeriğiyle birlikte bilimsel sorgulama süreçlerini gerçekleştirdiklerinden aradaki bağlantıları da ilişkilendirerek öğrencilerin bilim anlayışları gelişmektedir. Okullarda ise öğrencilerin fen eğitiminin amaç ve kazanımlarından öğrendikleri becerilerin tamamını bilimsel sorgulama yoluyla geliştirmelerine yardımcı olmaktır (Suduc vd., 2015).

Ulusal Fen Eğitim Standartlarında, ülkerin politikalarında ve yapılan araştırmalarda bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen fen öğretiminin önemi vurgulanmasına rağmen farklı ülkelerde bilimsel sorgulamanın sınıf içi öğretiminde sıkıntılar görülmektedir (Lederman vd., 2019). Sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen fen öğretiminde zorluklar sıralanmak istendiğinde sayılabilecek birçok engelle birlikte bu engeller öğretmenden kaynaklı, yöntemsel ve bölgesel engeller olarak gruplandırılmıştır (Dockers, 2010). Sorgulamanın önündeki engelleri araştıran çalışmalar sorgulamanın birinci dereceden uygulamasından sorumlu olan öğretmenlerde sorgulamaya dayalı fen öğretimi hakkında doğru olmayan kavramlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Doğru olmayan kavramlar arasında en belirgin olanı öğretmenlerin günümüz müfredatının özelliğini taşıyan fen sınıflarında sorgulama kültürünü uygulayacak ortamın oluşmadığı görüşü yer almaktadır (DiBiase ve McDonald, 2015). Öğretmenlerin fen bilimleri dersinin ayrılmaz bir parçası olarak sorgulama yaklaşımını görmeliler. Bu yaklaşım sayesinde öğrenciler günlük hayattaki bir problemten yola çıkarak bilimsel süreç becerilerini kullanmalarından daha önemli olan kalıcı öğrenmeler edinmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde öğretmenlerin birçoğunda sorgulamaya dayalı fen öğretimi konusunda endişeli oldukları ve nasıl uygulanması gerektiği konusunda belirsizlikler yaşamaktadırlar. Tabi öğretmenler bu endişelerini dile getirirken sınıfların kalabalık olmasından, zamanın yetersiz olduğundan, sınav kaygısından, müfredatın çerçevesinde olan beklentiler ve idari birimde yer alan kişilerin yardımcı olmaması bulunmaktadır (Anderson, 2002).

Araştırmacılar tarafından bilimsel sorgulamanın ne ifade ettiği ve bileşenlerinde nelerin bulunması gerektiği tartışılan konular arasında yer almıştır. Bilimsel sorgulama yapan bireyde olması gereken özellikler ortaya konulmuştur. Bu özelliklerden sonra (Crawford, 2014; Lederman vd., 2014; Schwartz vd., 2004) tarafından bilimsel sorgulamanın ana hattını oluşturarak değerlendirebilmek için literatürde yapılan çalışmalar bir araya getirilip fen eğitimiyle ilişkili sekiz bileşen açıklanmıştır. Bu unsurlar, uluslararası alandaki literatürde güncel fen eğitimi esaslarında okul öncesi eğitimden başlayarak tüm eğitim kademelerine kadar her biri için hedef ve kazanımlar yer almaktadır (Doğan vd. 2020). Lederman ve diğerleri (2014) referans alınarak sekiz bileşen aşağıda açıklanmıştır.

1. Bileşen: Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez: Bilimsel araştırmalar düşünüldüğü gibi her zaman gözlemle değil bunun tersine ihtiyaçlar ile değil değerli bilimsel sorularla başlamaktadır. Araştırma sürecinde bazı sorular sorulabilir ancak sorulan her soru her zaman bir hipotezi test etmesi gerekmez (Schwartz, Lederman ve Lederman, 2008).

2. Bileşen: Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur: Geçmişten günümüze yapılan bilimsel araştırmalar incelendiğinde araştırmalar gerçekleştirilirken tüm araştırmacılar tarafından izlenilen tek bir yöntemin olmadığı görülmektedir (NRC, 2000). Kullanılan yöntemlerde, araştırma soruları farklı olabileceği gibi bilim insanının kendi kişisel özelliklerinden, seçimlerinden ve kültürel çevresinden de etkilenmektedir (Lederman vd., 2014). Yani araştırmalarda çoklu yöntemler olduğu ve bu yöntemler bilimsel bilginin gelişmesinde etkilidir (Schwartz, Lederman ve Lederman, 2008).

3. Bileşen: Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder: Bilim insanları aynı konu veya sorularla çalışırken farklı süreçleri takip edebilir. Sordukları her soru cevaplanacak kadar değerli veya uygun olmayabilir. Bu nedenler göz önünde alındığında bilim insanları yöntem seçerken kullanmaya karar verdikleri yöntem ile araştırma soruları uyumlu olmalıdır. Yani araştırma sorusu ile yöntem arasında ilişki olmalıdır (Lederman, Antink ve Bartos, 2014). Süreç içerisinde öğrencilerden kendi araştırma sorularını oluşturduklarında yöntem ile bağlantılı olduğu ve soruların bir liman olduğu bilinerek araştırma sorularına göre yöntem belirlemeleri beklenmektedir (Karışan, Bilican ve Şenler, 2017).

4. Bileşen: Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilirler: Bilim insanları aynı veri setini kullanarak birbirinden farklı yorum ve sonuçlara ulaşabilmektedir. Çünkü tek bir yorumlama şeklinin olmadığı farklı formlarda

yorumlanabileceği unutulmamalıdır (Osborne vd., 2003). Yapılan yorumların farlılaşmasının nedeni ise her bilim insanının farklı birer kişi olduğu var olan bilgi birikimleri, edindiği deneyimleri ve bakış açılarının farklı olması yer almaktadır (Lederman vd., 2014).

5. Bileşen: Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder: Bilim tarihine bakıldığında yaşanan gelişmelerde bilim insanlarının süreçte uygulayarak yorumlayıp sonuçlar ürettiği bilgileri etkilemektedir. Bilim inssanlarının çalışma süresince kullandığı yöntem ulaşmak istediği sonucu etkileyecektir. Seçilen sorular kaybolduklarında sığınacakları bir liman olarak sonuçlara etki etmektedir (Lederman vd., 2014).

6. Bileşen: Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır: Araştırma sürecinde elde edilen veriler ulaşmak istenen sonuçlarla uyumlu ve tutarlı olmalıdır. Sonuçların verilerle desteklenmesi önemli olmaktadır. Araştırmacılar bir ifade söylediklerinde onu ne kadar desteklediğini elindeki kanıtlarıyla açıklayabiliyorsa o kadar güçlüdür. Araştırma sürecinin geçerli ve güvenilir olması iddiaların geçerli ve güvenilirliği yöntem ve soruların uyumunu göstermektedir (Lederman vd., 2014).

7. Bileşen: Bilimsel veri ve bilimsel kanıt aynı şey değildir: Bilimsel veri ve delil çoğu kişi tarafından bilinmeyen yada aynı şeyler olduğu kabul edilmektedir. Yalnız ikiside birbirinden farklı kavramlardır. Bilimsel veri araştırmacılar tarafından araştırma sürecinde saf olarak elde ettiği bilgidir, delil ise araştırma süresince elde ettiği verileri yorumlayıp kendi ifadesini katarak açıklamasıdır (Lederman vd., 2014).

8. Bileşen: Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır: Bilimsel gelişmelere hatta çıkarımlara her zaman tek deney yaparak elde edilen sonuçlara ulaşılmayabilir. Bilim insanları araştırma sürecinde var olan bilgileriyle yeni edinmiş olduğu bilgileri bir araya getirip sentezleyerek yeni çıkarım yaparak sonuca ulaşmaya çalışmaktadır. (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002; Schwartz, Lederman ve Lederman, 2008).

2.4. Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitimi

Öğrencilerin eğitim sürecinde sorgulama yapabilmesi ve bilimsel bakış açısıyla öğrendiklerini değerlendirip ifade etmesi fen eğitiminde bilimsel sorgulama kavramıyla ön plana çıkmaktadır. Sorgulama sürecinde öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışması fikri önemli görülmektedir (AAAS, 1993; Bybee, 2015). Aslında öğrencilerden bir problemi çözmeleri istendiğinde öğrenciler araştırma yapmak için farkında olmadan sorgulama

sürecini başlatır ve bu beklenen bir durum olduğu için sorgulamaya dayalı öğrenme bir problem çözme yaklaşımı olarak kabul edilir ve farklı problem çözme becerilerinin uygulamalara yansımaları içerir (Pedaste ve Sarapuu, 2006; Pedaste vd., 2012). Günlük yaşam problemlerine çözüm bulmanın yolu, problem çözmede sorgulama olmadan yapılmayacağını ifade etmektedir. Bu yolla öğrencilerin doğal dünyayı anlamaları, yeni keşifleri çeşitli yöntemlerle geliştirerek test etmeleri beklenir (Keselman, 2003; NRC, 1996). Gerçek yaşamda öğrenciler karşılaştıkları problemi çözebilmek için sahip olduğu tek bir disiplinin bilgi ve becerisiyle çözme ihtimali azalmıştır (Hacıoğlu, 2020). Sorunlara çözüm bulma becerileri, varsayım oluşturma, deneysel süreçleri yürütme, özgün düşünebilme, yenilikçi, bilimsel düşünme sistemi olan bilimsel yaratıcılıkta ihtiyaçtır (Lin vd. 2003). Sorgulama sürecinde geleneksel yöntemden farklı olarak öğretmen bilgiyi aktarmaktan ziyade doğru sorular sorarak ve yönergeler sunarak öğrencinin araştırıp sorgulayarak öğrenmesine ve süreci etkili geçirmesine rehberlik eder (Anderson, 2002). Öğretmen öğrencilerin sınıflarda etkili bir sorgulama yapabilmeleri için uygun ortamı tasarlamalıdır (NRC, 2000). Günümüzde öğrendikleri bilgi ve becerilerini gerçek yaşama uyarlayabilen bireylere ihtiyaç duyulmaktadır (Nargund-Joshi ve Liu, 2013). Yani farklı disiplinlerin entegrasyonu ile bilimsel okuryazarlığın kapsamı genişlemiştir (Hacıoğlu, 2020). Klasik bilimsel okuryazarlığı ötesine geçmek gerekmektedir çünkü 21. yy. becerilerinin ortaya çıkmasında yetersiz kalıyor farklı disiplin entegrasyonu gerekli, yani bilimsel okuryazarlığın tanımları değişiyor, öğrencilerin bir bilim insanı gibi çalışma fikrinin savunulduğu görülmektedir. Sorgulamaya dayalı öğretimin günümüz bireylerinden istenen bilgi ve becerilere sahip olmasında tek başına yeterli olmayabileceğine ilişkin araştırma bulgularına rastlanmıştır (Chinn ve Hmelo-Silver, 2002; Chinn ve Malhotra, 2002). Sorgulamayı basit düşünmemek lazım sadece araştırma yapma süreçlerini değil, araştırma yapmanın yanında bilimsel bilgiye nasıl yol açtığını (Jimenez-Aleixandre ve Erduran, 2007) ve nasıl ulaşıldığı süreçlerinin tamamını anlamayı da kapsamaktadır (Keller, 2001; NRC, 1996). Yani bilimsel bilginin nasıl şekillendiği, değer ve kabul görme süreçlerinin hepsini içermelidir. Fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin fene ilişkin tutumlarını olumlu yönde geliştirmesine yardımcı olmuştur (NRC, 2000).

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplin alanlarının entegrasyonuna dayanan STEM bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2013). STEM eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenme mecburi olarak yer almalıdır (Hacıoğlu, 2020). STEM yaklaşımıyla gerçekleşen eğitim ortamlarında ya da sınıflarda sorgulama yaklaşımıyla kullanımı öğrencilerin yaratıcı

düşünme becerilerini destekler, öğrencilerin gruplarda işbirliği içinde çalışmasını sağlar, öğrencilerin bilgileri ezberlemesini değil araştırıp sorgulayarak öğrenmesine fırsat sunar (Wang vd., 2011). STEM eğitimi uygulamalarında öğrenciler grup içinde çalışma yaparak disiplinlerarası bilgi ve becerileri gerektiren bir problemi çözebilmesi ve olası çözüm yollarını tartışmalarını sağlayan bir sorgulama pedagojisidir (Kelley ve Knowles, 2016). Yani STEM eğitiminin sorgulamaya dayalı gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Sorgulama olmadan yapılan bir STEM eğitimi mühendislik becerisiyle bütünleştirilerek belirli adımları takip eden takip, deneme yanılma ile oluşturulan ve yapboz parçalarını bütünleştirmekten farksızdır bu şekilde uygulanan STEM eğitimi yaklaşımı amacını karşılamamaktadır (Leonard ve Derry, 2011). STEM eğitiminde sorgulama yaklaşımının kaçınılmaz olduğu ifade edilmekle birlikte sanatın STEM eğitimine dâhil edilmesi bu eğitim yaklaşımının sorgulayıcı ve yaratıcılığı arttırdığı, güçlendirdiği söylenebilir (Hallaç, 2019). STEAM öğrencilerden konu içerik alanlarını bütünleştirerek öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaştığı problemleri çözmelerini sağlar (Quigley ve Herro, 2016). STEAM eğitimi alan uzmanlarının gözünde problem temelli öğrenmenin merkezde olduğu, sorgulamaya dayalı öğrenmenin ise problemlerin çözümünde yürütücü bileşen olduğu bir öğrenme süreci olarak algılanmaktadır (Kahya ve Özdilek, 2021).

Bilimsel sorgulama süreçleri ile farklı disiplin uzmanlarının çalışma süreçlerinin bütünleştirildiği STEM eğitimi, öğrencilerin gerçek dünyada karşılaşılabilecekleri problemlerin çözüm yollarını deneyerek, bilgilerini yansıtarak ve öğrencilerin anlamlı öğrenmeleri için yeni fırsatlar sunar (Felix, Bandstra ve Strosnider, 2010). Bunun yanında öğrencilerin STEM disiplinde yer alan kariyer ile tanışmasını ve yönelimlerini olumlu etkiler. Öğrencilerin mesleki ilgilerinin gelişimini destekleyen STEM eğitimi bilimsel sorgulama süreçlerinden bağımsız düşünülemez hatta sanatın eklenmesi öğrencilerin merak ve ilgilerini artırarak eğitim yaklaşımının sınırlarını genişletmektedir. Tümevarım ve tümdengelsel yaklaşımlar bir sorgulama döngüsünde kullanılabilir (Wilhelm ve Beishuizen, 2003). Bir bilimsel araştırma başlarken konunun yapısına göre her zaman deney düzeneği yapma imkânı olmayabilir bu durumda araştırmaya hipotezlerle devam edilir (Klahr ve Dunbar, 1988). Öğrencilerden beklenen sorgulama becerilerinin desteklenmesi için öğrenciler bir bilim insanıymış gibi gözlemler yapmalı, merak duymalı, bilgiye ihtiyacı olduğunu hissedecek sorular sormalı, bilimsel süreç becerilerini, bilimsel yöntemi kullanarak kanıtlar toplamalı, konuyla ilgili daha önceki araştırmaları inceleyerek olası çözüm, açıklamalar yapmalı, süreçte oluşan sorularını araştırarak kanıt toplayarak, elindeki

kanıtlar kadar açıklama yapmalarına, elde ettiği sonuçları müzakare yaparak genişletmelerine ve arkadaşlarıyla paylaşımlarına fırsat verilecek öğrenme ortamı tasarlanmalıdır (NRC, 2000). Sorgulamaya dayalı öğrenmede öğrencilerin bilimsel fen konu ve kavramlarını anlamaları, bilimsel sorgulama yapabilme yetenekleri ve sorgulamaya dair anlamaları bir bütünü oluşturacak şekilde birlikte değerlendirilmelidir (NRC, 1996). Öğrenciler bir STEAM laboratuvarında çalışıyormuş gibi sürece aktif katılmaları, kanıt toplayarak araştırma sürecinde bulunmaları, bilgiye ihtiyaç duyan sorular üretmeleri ve yanıt bulmaları teşvik edilmelidir. Öğrencilerin sadece bilimsel süreci deneyimlerle tecrübe elde etmeleri sorgulamaya dayalı öğretim için yeterli görülmemektedir. Öğrencilerin detaylandırılarak anlamaları için deneyim ve tecrübelerle birlikte farklı bakış açısı, anlayış geliştirmeleri, deneyimle tecrübe edindikleri sürecin özelliklerini de düşüncelerine destek olunmalıdır. Tüm bu süreci kolaylaştırmak için 5E gibi birçok sorgulamaya dayalı öğrenme modeli bulunmaktadır (Carin ve Bass, 2001).

STEM eğitim yaklaşımı gerçek yaşamda olanları ele alarak ve otantik problem çözebilmek için gerçek yaşamdan problem senaryoları sunularak öğrencin karar verme becerilerini geliştirerek ürünün prototip ya da modelinin oluşturulması için disiplinlerarası entegrasyonu sağlayan eğitimidir (English, Hudson ve Dawes, 2013). Disiplin entegrasyonun da hangi disiplinlerin yer alması gerektiği ile birlikte entegrasyonu sağlamanın yolu olarak STEM eğitimi uygulamaları önemli görülmektedir (Karahan, 2019). Fen ve mühendislik disiplinleri birbiriyle etkileşim halinde olmalarına rağmen amaçları farklılaşır. Gerçek dünyayı açıklamaya çalışan disiplin fen bilimleri, insanların sorunlarını çözerek ihtiyaçlarını gidermek mühendislik disiplinin amacıdır (NRC, 2012). Mühendisliğin amacının bilimden farklı olduğu bilinmektedir. Bir minik mühendis gibi mühendislik tasarım sürecini kullanan öğrencilerin teknoloji ve mühendislik entegrasyonu bağlamında yapabildiği (Johnson, 2013). Mühendislik tasarım süreci kullanılarak yapılan etkinlikler öğrencilerin farklı disiplin alanlarındaki bilgileri bir araya getirip uygulama imkânı sağladığı öğrenciler için STEM yaklaşımını oluşturan disiplin alanlarının bütünleştirilmesinde yürütücü bileşen olmaktadır (Riskowski vd. 2009). STEM yaklaşımında bütünleştirme yapabilmek için konu ya da içeriğe yönelik bağlam önerilmektedir ancak bu entegrasyonda mühendislik bağlam entegrasyonu yapılmalı bunlar yapılmadan konu bağlamının sağlanamayacağı belirtilmiştir. STEM/STEAM eğitimlerinde mühendislik bağlam entegrasyonu yapılmadan içerik entegrasyonunda eksiklikler görülebilmektedir (Moore ve Smith, 2014). STEM eğitim uygulamalarında farklı disiplinlerin bütünleştirilmesi için mühendislik disiplini önemli

olmakla birlikte günlük karşılaştığı problemi çözebilmek için bilimsel sorgulama becerileriyle mühendislik tasarım sürecinin getirdiği becerileri birlikte kullanmaları gerekmektedir. Öğrenciler mühendislik süreci ile bilimsel sorgulama süreçlerini bütünleştirdiklerinde aslında uygulamaya dönük aidiyet hissetmektedirler. STEM/STEAM eğitim uygulamalarında genelde öğrenciler bir minik mühendis olarak görülüp mühendislik yaka kartlarını takmaları istenir (NRC, 2012). Tasarım süreçlerini bilimsel süreçlerle birleştirmek adına sorgulamaya dönük hedefli tasarımlar hedeflenerek STEM eğitimine farklı perspektifler kazandırılmaya çalışılmıştır (Sanders, 2019). Kelley ve Knowles (2016) STEM yaklaşımıyla gerçekleştirilen uygulamalarda ürün oluşturulmadan önce öğrencilerin süreçteki bilgi ve performansları ortaya çıkarabilmek için bir takım etkinlikler, deneyler gerçekleştirilerek fen ve matematik disiplin alanlarında öğrencilerin bilimsel sorgulama süreçlerini kullanmaları gerektiği ifade edilmiştir. Öğrencilerden beklenen sorgulama süreçlerini mühendislik tasarım süreciyle aynı anda kullanmalarıdır (Johns ve Mentzer, 2016; Sanders, 2009).

STEM/STEAM eğitimlerinde mühendislik süreçleri ön plana çıkmakla birlikte sorgulama süreçleriyle benzerlik gösterdiğinden deneysel çalışmalarda bu becerilerin yer alması gerektiği ön plana çıkarılmaktadır (Hacıoğlu, 2020). Fen ve matematik disiplinlerinin bütünleştirilip öğretilmesinde etkili bir yöntem olabilmesi için bilimsel sorgulama STEM eğitiminde kullanılarak öğrencilerin mühendislik tasarımlarında matematiksel bilgilerini işe koşup analiz ederek karar verme ve 21. yy becerilerinin gelişiminde sağlanır (Johnson, 2013). Öğrencilerin ifade edilen becerilerini uygulamalara yansıtabilmeleri için mühendislik tasarımlarıyla bütünleştirilmiş bir problem durumu verilmelidir (NRC, 2012). Öğrenciler doğal olarak STEM eğitiminde gerekli olan sorgulama süreçlerini aktif olarak kullanırlar (Bybee, 2015). Fen bilimleri dersinde mühendisliği bütünleştirme çabaları dersin otantik olabilmesi için gerekli duyulanları tamamlama imkânı verir (NRC, 2012). Öğrenciler bir minik mühendis gibi ürünün değerlendirilmesinde eksik yönleri ya da beğenilmeyen tarafları düzeltmede mühendislik ve sorgulama becerileriyle ele alıp eksiklikleri tamamlayabilmektedir (NRC, 2012). Uygulamaya dönük gerçekleştirilen derslerde STEM içine sindirilmiş bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarımı aynı düzeyde görülerek ikiside ön plana çıkmalıdır (Harkema Jadrich ve Bruxvoort, 2009; Lewis, 2006; NGSS, 2013). Öğretmenler uygulama sürecinde hem bilimsel sorgulama hem de mühendislik tasarımlarını ön plana aldıklarında fen bilimleri dersi kapsamındaki konulara entegrasyonu kolay olmaktadır (NRC, 2012). Literatürde yapılan çalışmalarda sorgulama süreci ile tasarım

sürecini birlikte ele alan araştırmalar yer almaktadır (Duran, Höft, Lawson, Medjahed ve Orady, 2014; Kuhn ve McDermott, 2017; Nadelson, Seifert, Moll ve Coats, 2012). Öğrencileri STEM eğitim süreçlerinde etkili hala getirip dersin verimliliğini artırmak için kaliteli bir uygulam süreci yürütebilmek adına STEM disiplin alanlarının bütünleştirilmesinin yanı sıra bilimsel araştırma, sorgulama süreçleri mühendislik tasarım becerilerinde desteklendiği yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Her ne kadar STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmalar çeşitlilik gösterecek şekilde entegrasyon bağlamında yapılan çalışmalarda birtakım kaygıları ortaya çıkararak bu alanda araştırmaların eksik olduğu tespit edilerek bu eksikliklere yönelik çalışmalar yapılmalıdır (English 2016; Marginson vd., 2013). STEM yaklaşımının doğası gereği tasarlanan derslerde bilimsel sorgulama gerçekleştirilen aşamaların birbiriyle ilişkisini sağlayabilir (Kennedy vd., 2014).

STEM/STEAM eğitimi dünya genelinde küresel rekabetten doğduğundan bireylerin disiplinlerde yer alan kariyer alanları ile tanışıp eğitim yaklaşımlarıyla sürdürebilmek ülkelerin gelişimi adına önem arz etmektedir (Stohlmann vd., 2012). STEM eğitiminde gerekli görülen düzenlemelerin yapılabilmesi için insanların çağın gerektirdiği teknolojik ve bilimsel okuryazarlık becerilerini kazanması gerekmektedir (NAE ve NRC 2009; NRC, 2011). Gündeme gelen bağlam entegrasyonları ile birlikte öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen öğretimler bireyin özelliklerine göre özgünleştirilebilmektedir (Kelley ve Knowles, 2016; Moore vd., 2014). Araştırmacılar farklı disiplinlerin entegrasyonu ile yapılan STEM entegrasyonu ile uygulanan STEM eğitimlerinde güçlü bağlantıları güçlendirmek için uygulayıcı olan öğretmenlerin STEM eğitimi kullandıklarının farkında olarak öğrencilere farklı şekillerde öğretmeleri kaçınılmazdır. Yapılan çalışmalarda sağlanan ilişkilerin gerçek dünyadaki yansımaları doğrudan değil dolaylı olduğu görülmekte ve STEM eğitimi geliştirmekte eksik kaldığı görülmektedir (NAE ve NRC, 2009). STEM eğitiminin yanında STEAM bilimsel sorgulama becerilerinin gelişmesine daha çok vurgu yapan, sürdürülebilir üst düzey düşünme becerilerini ve 21. yy. becerilerine gereken önemi ön plana çıkaran disiplinlerin ötesinde bir yaklaşımdır (Rahmawati vd., 2022). STEAM yaklaşımı iş birliği, yaratıcı ve yeni düşünme becerileri ile eğitim alanında sürdürülebilir olmayı sağlamaktadır (Ültay ve Ültay, 2020). STEAM etkinliklerinde sanat boyutunda yer alması bilimsel sorgulama ve üst düzey düşünme becerilerinin gelişimini açık hale getirmektedir (Shen vd., 2021). Burda önemli olan iyi tasarlanmış sorgulamanın yapıldığı öğrenme ortamlarında iyi bir sorgulama sürecinin bilimsel sorgulamayıda geliştirdiği bilinmektedir (Wenn vd., 2020). STEAM eğitiminde beklenen öğretmenlerin bilimsel

araştırmalarla birlikte bir bilim insanı gibi çalışma disiplinin uygulamaya dönük yönlerini öğrenciye kazandırmaktır (Park vd., 2009). Öğrencilerin bilimsel sorgulama becerilerini kazanmaları, öğrencilerin sahip oldukları potansiyelleri geliştirmek için STEAM sahip olduğu beş disiplini bütünleştirerek konu veya içerik bilgisiyle öğrencinin bütüncül gelişimi esas alınarak yenilikçi bir karakter ile çok yönlü bir bakış açısı kazandırarak geleceğimizi inşa eden öğrencilerden yaratıcı mucitler olmalarını destekleyen bir dizi süreci kapsamaktadır. Bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitimi sürdürülebilir bir bilim kültürüyle öğrencilerin çok yönlü gelişimini hedeflemektedir (Yakman ve Lee, 2012).

2.5. Bilimsel Yaratıcılık

Yaratıcılık farklı, yeni, özgün, daha önce var olanlardan farklı durum, olgu ve olayları ifade etmektedir (Andreasan, 2009). Yaratıcılık mevcutta bulunan sorun ve problemlere yenilikçi çözümler üreterek yeni ve benzersiz tasarımlar yapma süreçlerini içermektedir (McWilliams, 2009). Wall (1926) yaratıcı düşünmenin dört aşaması olduğunu belirtmiştir. Bunlar; hazırlık, kuluçka, aydınlanma ve doğrulamadır. Birey hazırlık evresinde problem tanımlayarak çözüm bulmaya çalışır. Kuluçka aşamasında sorunu düşünerek yeni ve farklı fikirler üretir. Soruna çözüm üreterek aydınlanır ve soruna yönelik çözümleri doğrulanır, bunun yanında eksikleri varsa giderilir (Doğan ve Karaman, 2016). Torrance (1974) yaratıcılık, ortaya çıkan sorunlara, gözden geçirilmeyen yerlere, eksik bilgilere, tespit edilemeyen unsurlara, tutarlı olmayanlara hassas olmayı, yaşanan zorlukları tespit etmeyi, öngöründe bulunarak hipotezler kurmak, yeniden revize edebilmek, işe yaramayanları iyileştirebilmek, doğru, uygun çözümü deneyerek bulmak ve sonuçlarını ifade edebilmek şeklinde kapsamlı bir yaratıcılık tanımını ifade etmiştir. Bireylerin yaratıcılıkları sürecin sonunda farklı ve yeni tasarımlar yapabilme yeteneğiyle ifade edilebilmektedir (Doğan, 2011; Öztürk, 2004; Paulus, 2000; Torrance, 1968; Yenilmez ve Yolcu, 2007). Yaratıcılık kapsamında yer alan becerilerin belirli kriterler ve kapsamı belirlenerek bilimsel bir problem ya da bilimsel bir soruna çözüm bulma çabaları ise bilimsel yaratıcılık olarak adlandırılır (Liang, 2002; Lin vd., 2003). Bilimsel yaratıcılık, bilimsel becerileri edinerek bu doğrultuda fen, matematik, teknoloji ya da fen bilimleri disiplinine özgün ve yaratıcı bir üretim sürecinin ifadesi olabilmektedir (Rawat, 2010). Akmaş ve Ergin (2007) ise bilimsel yaratıcılığı, özgün, yeni bir tasarım oluşturken veya tasarımı geliştirmek için izlenmesi gereken problem çözme aşamaları olarak tanımlamıştır. Hu ve Adey (2002) bilimsel

yaratıcılığı, bilimsel bir problem çözerken kullanılan bilimsel süreçleri ön plana çıkarmıştır. Bilimsel yaratıcılığın tanımlarından hareketle sürecin sonunda bilimsel bilgiyle harmanlanmış tasarlanmış bir ürün ya da olgu ortaya konmalıdır (Amabile, 1983; Aslan, 1994; Atasoy, Kadayıfçı vd., 2007; Hu ve Adey, 2002).

Hu ve Adey (2002) tarafından öne sürülen bilimsel yaratıcılık, yaratıcı süreçleri, yaratıcı kişilik ve ürün olmak üzere üç bölümden oluştuğunu belirtmiştir (Hu ve Adey, 2002). Kişilik bölümünde bilimsel yaratıcılık akılcılık, esneklik ve özgün olmayı kapsamaktadır. Ürün bölümünde ise yaratıcılık ve hayal gücü faktörlerini kapsamaktadır. Bilimsel yaratıcılıkta önemli görülen noktalar özgür karar verebilme, kendine güvenme, içsel dürtüleri, düşüncelere karşı açıklık ve esnekliktir (Walsh vd., 2013). Bilimsel yaratıcılık düşünme becerileriyle ilişkili olduğundan farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılması bilimsel yaratıcılığı desteklemektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2022). Yaratıcı düşünme becerileri bireylerin zihinsel aktivitelerini sınırlandırmadan kullanıp yeni, farklı düşünceler, yeni ihtimaller, yeni durumlarla birlikte keşifleri üretebilme yeteneğidir. Bu her zaman elle tutulamayabilir bazen soyut düşüncelerde olabilir (Daud vd., 2012). Yaratıcılık birçok bilimsel süreçte önemli role sahiptir. Yaratıcılık karmaşık bir doğaya sahip olmakla birlikte tanımlanması ve ölçülmesi zor olmaktadır. Öğrencilerin yaratıcılığı, özel olarak geliştirilmiş öğretim uygulamalarıyla geliştirilebilir. Yaratıcı düşünme becerileri okul öncesinden ileri yaş gruplarına doğru her eğitim kademesinde edinilmelidir (Özkan ve Umdü, 2021). Yaratıcılık ve bilimsel yaratıcılık sürdürülebilir kalkınma adına önemli bir bileşen haline gelmiştir (Said-Metwaly vd. 2018).

STEM yaklaşımında mühendislik tasarım süreçlerinde bilimsel yaratıcılık yerini almıştır (Howard vd., 2007). Barry ve Kanematsu (2006) tarafından kimya dersinde STEM etkinlikleri gerçekleştirdikleri çalışmada, öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği aynı zamanda problem çözebilme ve girişimciliklerinin geliştiğini ifade etmiştir. Mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin bilimsel yaratıcı düşünme becerilerini kullanmaları öğrencilerin sürece etkili ve aktif olmalarını sağlamaktadır. Mühendislik tasarım süreciyle entegrasyonu yapılmış bilimsel yaratıcılık öğrencilerin yaratıcı düşünme süreçlerine olumlu yönde etkisi olmaktadır (Hacıoğlu, 2017). STEM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen öğretimlerde, mühendislik tasarım süreçlerinin kullanımı öğrencilerin problem çözme becerilerini ve hayal gücüne katkı sağlayarak bilimsel yaratıcılıklarının gelişimini sağlar (Charyton, 2015; Havice, 2015; Samuels ve Seymour, 2015). Öğrenciler, STEM etkinliklerini gerçekleştirirken yeni ve farklı ürünler tasarladıklarından dolayı

yaratıcıdırlar (Dugger, 2010; Larkin, 2015; Scott, 2009; Stohlmann, Moore ve Roehring, 2012; Tunkham, Donpudsa, ve Dornbundit, 2016; Zhou vd., 2010). STEM etkinliklerinde öğrenciler karşılaştıkları problemlere çözüm üretebilmeleri için 21. yy. becerilerinden olan üst düzey düşünme becerilerini kullanmaları önem arz etmektedir. Üst düzey düşünme becerileri ile yaratıcı, yenilikçi ve özgün çözümler tasarlayabilmektedir (Çakır, Yalçın, ve Yalçın, 2019; Gülhan ve Şahin, 2018; Kim vd., 2014; Lee ve Lee, 2013; Pekbay, 2017; Suescun-Florez vd., 2013). Aslında öğrenciler bilimsel yaratıcılıklarını kullanarak STEM etkinliklerinde yeni ürünler tasarlayabilmektedir (Rowe, 2007; Runco, 1988). Günümüz eğitim sisteminde öğrencilerin gelişmekte olan yeniliklere açık olup uyum sağlamaları gerekmektedir. Bu da öğrencilerin bir bilim insanının perspektifinde bakabileceği bilimsel yaratıcılığı kullanmasıyla etkili olabilmektedir (Kılıç ve Tezel, 2012; Regis vd., 1996). STEM eğitimi sürecinde bulunan öğrencilerin yaratıcılıklarını inceleyen çalışmalar literatürde yer almaktadır (Ceylan, 2014; Cho ve Lee, 2013; Dong-Ju vd., 2016; Knezek vd., 213; Pekbay, 2017; Ryu ve Jae Lee, 2013; Siew vd., 2015; Şentürk, 2017). Bu konuyla ilgili araştırmalar Türkiye’de diğerlerine göre yakın zamanda başlamıştır ve STEM eğitiminin öğrenciler üzerindeki etkilerini farklı örneklerle açıklayabilecek deneysel çalışmaların eksik olduğu ortaya konmuştur. Son yıllarda eğitim hareketlerinde ve çalışmalarda STEAM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılıklarını olumlu yönde etkilediğine yönelik vurgu ön plana çıkmaktadır (Kim ve Kim, 2016). Oh vd. (2013) STEAM eğitim programının 6. sınıf öğrencilerinin yaratıcılığına etkisini incelemiştir. Kim vd. (2014) tarafından STEAM yaklaşımıyla gerçekleştirilen eğitimin 6. sınıfta öğrenim görmekte olan öğrencilerin yenilikçilik ile ilgi alanları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu rapor etmiştir (Özkan ve Umdu, 2021).

Yaratıcılık, tasarım süreçlerinde kilit role sahiptir (Forbes, 2008). STEAM eğitiminin sanat bileşeni sık sık yeni ve özgün biçimde görülür. Ve STEAM eğitiminin yaratıcılığı geliştirdiği vurgulanmaktadır (Kim ve Park 2012; Land, 2013; Sousa ve Pilecki, 2013). STEAM eğitiminin yaratıcılığı açıkça veya dolaylı geliştirdiğine yönelik çok da fazla çalışma mevcut değildir. Öğrencilerin yaratıcılığı ile STEAM tasarım eğitimi süreçleri arasında ciddi bir literatür boşluğu bulunmaktadır (Özkan ve Umdu Topsakal, 2019). Özkan ve Umdu Topsakal (2019), yaptığı çalışmanın bulgularına dayanarak STEAM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılığını geliştirmede etkili bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir. Bu araştırmada STEAM yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinlikler sade ve kolay ulaşılabilir materyaller ile uygulanmıştır. Öğretmenlerin STEAM eğitimi alanında gerekli farkındalığı

bulundurmaları durumunda STEAM etkinliklerini sınıf ortamında rahatlıkla uygulayabilirler. Her öğretmen öğrencilerin yaratıcılıklarını arttıracak etkinlikleri kendi bünyesinde gerçekleştirebilmelidir. Sanat alanını ve bilimi bir araya getirmek, öğrencileri bütün disiplinleri öğrenmeye istekli hale getirir ve öğrencilerin sınıf duvarlarının ötesinde yaşam boyu öğrenme becerilerini ve değişik perspektiflerden bakabilmelerine yardımcı olur (Belardo vd. 2017). Aslında sanat disiplini özgünlüğü, sorun çözebilme becerilerini, zihni, hareket kordinasyonunu ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği için STEM de farklı içsel dürtüleri destekleyerek teşvik eder (Sousa ve Pilecki, 2013). STEAM yaklaşımı öğrencileri heveslendirmeyi ve bireysel öz yeterliliği desteklemesi nedeniyle öğrencilerin yaratıcılığının gelişmesinde olumlu bir etki yapmış olabilir (Runco vd. 2017). Sorun çözme becerileri, varsayım oluşturma, deneysel birtakım işlemleri yürütme, alternatif düşünebilme bilimsel yaratıcılıkta gerekli görülmektedir (Lin vd., 2003). Öğrencilerin gerçek yaşamı ve yaşamları hakkında tanınan özgün görevler öğrencilerin yaratıcılıklarını desteklemektedir (Richardson ve Mishra 2018). STEAM eğitiminde tasarım ve modelleme zamanın tümünde öğrencinin ihtiyaçlarına göre öğrenci odaklı öğretimin yapılması inovatif düşünme kapasitelerine katkıda bulunabilir. Öğrenciyi odağına alan aktiviteler, öğrenme sürecinde aktif olan öğrencilerin içsel öğrenme güdülerini ve dikkati yoğunlaştırıp meraklarını artırma ile yaratıcılığı teşvik eder (Robinson ve Kakela, 2006). Yaratıcı teknikler sıklıkla alıcının aktif rolünü vurgulayarak onun özgüvenini arttırmayı ve farklı fikirler yaratmayı vurgular (Fard vd., 2014). Bir bağlam çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmalar göreve ilişkin bağlamların yaratıcı düşünme yeteneklerini olumlu yönde etkilediğini kanıtlamıştır (örn. Madjar ve Shalley 2008; Shalley 1995). Yaratıcı tasarım, öğrencilere, öğretmenin pratiğe ve sonunda bir ürüne dönüştürülmesinden, kendi kendini yönlendiren sürecin tamamını deneyimleme fırsatları sunar (Park vd. 2016).

21. yüzyılda küreselleşen dünyada öğrenciler için bilimsel yaratıcılığı sahip olmak bir zorunluluk olarak ortaya çıkabilecek fırsatları değerlendirmek için gerekli olmaktadır (Conradty ve Bogner, 2018). Yapılan araştırmalarda bilimsel yaratıcılığın birey, toplum için önemi ve sürdürülebilirliği ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bir çok alanda bilimsel yaratıcılığa değinilmesine rağmen bir disiplinin içinde yer alan, alana özgü beceriler ve yaratıcı düşünmenin bir parçası olduğu kabul edilmiştir (Kaufman ve Baer, 2004; Sternberg, 2010). İçsel ve dışsal motivasyon arasında kurulan etkileşimlerde bilimsel yaratıcılığı etkilemektedir (Xiang vd., 2023). Bununla birlikte bilimsel yaratıcılığı yaratıcı süreç katılımı etkilemektedir. Yaratıcı süreçlerde bulunarak yeni ve farklı ürünler, çıktılar

retmek yaratıcı bilimsel süreçleri aklamaktadır (Kleinmintz vd., 2019; Zhang ve Bartol, 2010). Sanat ve bilimin benzer özellikleri olduğundan dolayı btnleşilmesi öğrencileri öğrenmeye teşvik eder. Öğrenciler hem sınıf içinde hemde sınıf dışındaki yaşamlarında yaratıcı bakış açısına ihtiyaç duymaktadır (Belardo vd., 2017). Sanat ve bilim entegrasyonunda öğrenciler birden fazla alandaki bilgi ve becerilere ihtiyaç duyduklarından zihinsel aktifliğin yanında duyuşsal olarak da aktif hale gelmektedir. Öğretmen ve öğrenciler için sürecin eğlenceli, etkin ve verimli hale getirmek öğrenme süreçlerini iyileştirerek güçlenmesini sağlamaktadır (Steele ve Ashworth, 2018). Yaratıcılığın, bilimsel yaratıcılık, üretebilmek ve zihinsel olarak aktif kalabilmek adına fazla önemli olmaktadır (Conradty ve Bogner, 2018). Yaratıcılığın olumlu özellikleri fen bilimleri dersinde bilim entegrasyonu ile ele alınması STEAM eğitiminde bilimsel yaratıcılığı güçlü hale getirmektedir (Burnard, 2015).

2.6. Tutum

Tutum bireylerin olay, durum ve nesnelere karşı bazen kasıtlı bazen kasıtsız şekilde öğrenmiş oldukları pozitif ya da negatif tepki gösterebilme eğilimleri tutum olarak ele alınır (Demirel, 2001; zgven, 1999; Turgut ve Baykul, 2013). Daha geniş bir perspektiften baktığımızda tutum bilişsel, duyuşsal ve davranışların kapsamında yer almaktadır. Bu zellikleri ile dolaylı olarak gözlenen, süreç içerisinde öğrenmeyle kazanılan fakat değişmeye direnç gösteren, bireylerin hayatlarındaki tercihleri, alacağı kararları, sevmeme durumlarını etkileyerek davranışlarına yansıyor yansıy karar verme süreçlerine etki eden bir eğilimdir (Aşkar, 1986; Eagly ve Chaiken, 2007). ğrenme ortamlarında düşündüğümüzde öğrencinin bir derste başarılı olup olmasına o derse yönelik tutumları etki etmektedir hatta en önemli değişken olarak ele alınabilir (Yıldırım ve Kansız, 2017). Öğrencilerin eğitimsel başarı ve davranışlarındaki yönelimleri arasındaki bağlantıya dair literatürde bulunan çalışmalar ders ile ilgili başarı ve tutum arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğunu göstermektedir (Erkten, 2017; Güden ve Timur, 2016; Gl ve Yeşilyurt, 2010). Bu nedenden dolayı öğrencilerin tutumlarının ölçülmesi, pozitif olan tutumların ğretim programlarındaki entegrasyonu, tutumu olumlu yönde etkileyen yöntem ve yaklaşımların araştırılması eğitimde önemli görülmektedir. Eğitim alanında yapılan bir çok araştırmada öğrencilerin sahip oldukları tutumların bilinmesi istenilen bir durumdur. Derste işlenen bir üniteye yeni başlandığında öğrencinin o üniteye yönelik veya derse yönelik tutumu öğrencinin o üniteyi öğrenmesi, ilgi, merak, algı ve tutumları çerçevesinde

performanslarını gösterebilmektedir (Çaycı, 2007). Fen bilimleri konularına öğrencilerin ilgi göstermesi, fen bilimleri dersine yönelik kazanımları öğrenmek için çaba sarfetmesi derste kullanılan yöntem ve teknikte etkili olmaktadır. Bu doğrultuda son yıllarda disiplinlerarası entegrasyonu sağlayan STEM/STEAM yaklaşımları öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutum ve algılarında etkili olmuştur.

Litertürde öğretmen ve öğrencilerle gerçekleştirilen STEAM çalışmaları incelendiğinde bu çalışmaların eğitimde gerekli olduğu, öğrencilerin derse karşı olumlu tutum, motivasyon ve algılarında değişimler görüldüğünde gerekli oldukları görülmüştür (Özkan ve Umdü, 2019; Herro ve Quigley, 2016; Park vd., 2016; Wang, 2012; Wang vd., 2011). Braund (2015) fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen STEAM eğitiminin öğrencilerin derse karşı tutumlarını arttırdığını ön plana çıkarmıştır. İyi tasarlanmış bir STEAM eğitim programı öğrencileri bilim ve STEAM disiplin alanlarında olumlu tutum ve algı geliştirerek yaratıcı ürünler tasarmalarını sağlamaktadır. Yani STEM/STEAM uygulamaları öğrencilerin fen bilimleri dersine ve diğer disiplin alanlarına yönelik tutumlarında değişime sebep olup olumlu tutum geliştirmelerini sağlayabilen araştırmalar bulunmaktadır (Gülhan ve Şahin, 2016; Gülhan ve Şahin, 2018; Karışan ve Yurdakul, 2017; Özyurt, Kuşdemir Kayıran ve Başaran, 2018).

2.7. Mesleki İlgi

Bireylerin meslek seçimleri hayatlarında aldıkları kritik tercihler arasında yer almaktadır. Son on yılda meydana gelen STEM/STEAM eğitim yaklaşımları yeni bir bakış açısıyla fen eğitiminde ön plana çıkmıştır (Glasnović Gracin vd., 2018). STEM/STEAM yaklaşımları hem ulusal hemde küreselleşen dünyanın bir ihtiyacı olarak bireyleri STEM/STEAM disiplin alanlarında kariyer yapmalarını gerekli görmektedir (Wyss vd., 2012). STEM yaklaşımı öğrencileri sürekli bir kariyer arama sürecine yönlendirmiştir (Masnick vd., 2010). Tüm bunlarla öğrencilerin meslekler hakkındaki bilgi, yetenek ve düşüncelerin bilinmesi önemlidir. Öğrencilerin mesleki yönelimleri ve kariyer tercihleri ortaokul eğitiminde bir şekil alma sürecine girmektedir (Tai vd., 2006). Yani bu dönemde mesleki ilgileri değişim gösterebilir ancak meslekler hakkında ne kadar çok bilgi sahibi olabilirlerse ileride kariyer seçimlerinde doğru karar almaları kolay hale gelebilir. Bireylerin kariyer seçimlerinde farklı faktörler etkili olabilmektedir. Bu faktörlerin en önemlileri kişisel ilgi alanları, ruhsal eğilimleri ve öz-yeterlilik beklentileridir (Lent vd., 1994). Holland (1997), tarafından geliştirilen mesleki seçim teorisi, kişisel ilgi alanlarının bireylerin

kişiliklerini ifade etmenin bir yolu olduğunu, merak sahalarının kendi yetenekleriyle uyumlu olan mesleki kariyeri şekillenirken, kariyer keşfi sürecini zorlaştıracak ya da kolay olabileceği ifade edilmiştir. Alanyazında yer alan çalışmaların bireylerin kişisel özellikleri, mesleki ilgi veya kariyer tercih süreçlerini etkilemektedir (Cantrell ve Ewing-Taylor, 2009).

Öğrencilerin STEM meslek ve kariyer seçimlerinde mesleklere olan ilgileri yer almaktadır (Fouad ve Smith, 1996). Öğrencilerin meslek tercihlerinde algılarının, kimliklerinin etkin rol aldığı tespit edilmiştir (Hazari vd., 2010). Kariyer olduğu önemli bir faktör olarak bireylerin kariyer seçimlerini, tercihlerinin derecesini belirlemektedir (Rojewski, 1994). Bireylerin yaşları ile ilişkili verilen görev ve sorumluluklarla mücadele edebilme kapasiteleri Super'ın (1980) tanımına göre mesleki ya da kariyer yeterliliğidir. Kariyer olgunluğu aynı zamanda cinsiyet, yaş, yetenek ve sosyoekonomik durumla da ilişkilidir (Creed vd., 2004). Alanyazında yer alan çalışmalarda STEM kariyer, meslek tercihlerinde ve başarılarında cinsiyet faktörüne göre değişimler göstermektedir (Knezek vd., 2011). Bu çalışmalarda erkeklerin kadınlara göre akademik başarıları daha fazla çıkmış, bunun sebebi yer alan disiplinlere yönelik genel algıların yer almasıdır. Bu durum geleneksel eğitim anlayışında da olmasına rağmen eğitim kademelerinin tamamında kız öğrenciler erkeklerden daha iyi bir başarı performansı sergilemektedirler (Freeman, 2004). Bunlarla birlikte STEM/ STEAM yaklaşımlarının kariyer ve mesleki ilgi çalışmaları bu eğitim yaklaşımlarını etkili ve verimli hale getirmektedir (Cantrell ve Ewing-Taylor, 2009).

2.8. Önceki Çalışmalar

Eroğlu ve Bektaş (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 9. sınıf öğrencileri ile 5E tabanlı STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerini incelemeyi amaçlamıştır. Etkinlikler deney grubunda 5E tabanlı kontrol grubunda ise geleneksel yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Deney grubundaki etkinlikler 5E öğrenme döngüsüne dayalı STEM öğretim stratejisiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda STEM öğrenme stratejisi öğrencilerin akademik başarılarını, bilimsel yaratıcılıklarını ve bilimin doğası görüşlerini artırmada etkili olmuştur. Deney ve kontrol grubu arasındaki eğitimsel başarı, bilimsel yaratıcılık ile bilimin doğasına ilişkin görüşler yönünden deney grubu puanlarında anlamlı farklar tespit edilmiştir. Çalışmanın bir diğer katkısı STEM etkinliklerinin bilimsel yaratıcılığı ve hayal gücünü artırdığı süreçte bilimsel gelişimin önemini ön plana çıkarmaktadır.

Shahbazloo ve Abdullah Mirzaie (2023) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, güneş enerjisi bağlamında 5E tabanlı STEM eğitiminin 9. sınıftaki kız öğrencilerin yaratıcılığına ve öğrenme performansına etkisi araştırılmıştır. Güneş enerjisi konusu deney grubunda yer alan kız öğrenciler ile uzaktan eğitim şeklinde 5E tabanlı STEM eğitimi ile gerçekleştirilirken kontrol grubunda geleneksel öğretimle eğitim gerçekleştirilmiştir. 5E tabanlı STEM eğitimi uygulanan deney grubundaki öğrencilerin yaratıcılık ve alt ölçeklerindeki son test puanlarının ortalamaları ile yılsonu fen ve matematik sınavı akademik başarılarında anlamlı düzeyde fark bulunmuştur, kontrol grubuna göre yüksek çıkmıştır. Kız öğrencilerin matematik dersindeki öğrenme performansındaki artışın fen bilgisi dersine göre fazla olması dikkat çekicidir.

He vd. (2023) gerçekleştirilen çalışmada, tasarım odaklı düşünme modelinin STEM eğitiminde 5.sınıf öğrencilerinin yaratıcı öz yeterliliği, durumsal ilgisi ve bireysel ilgisi üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Deney süresinde öğrenciler 4-6 kişilik gruplar şeklinde her konu için ödevleri iş birliği içinde gerçekleştirmişler. Çalışmanın sonucunda tasarım odaklı düşünme modelinin 5.sınıf öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik yaratıcı öz yeterlilikleri ve durumsal ilgileri üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Ancak bireysel ilgi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir etki bulunamamıştır.

Ozkizilcik ve Cebesoy (2023) tarafında gerçekleştirilen çalışmada, mühendislik tasarımına dayalı çalışmanın fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM disiplinlerine ilişkin anlayışlarını araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda günlük yaşam problemlerini çözmek için mühendislik tasarım sürecine odaklanan dört STEM etkinliği gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının fen anlayışlarında gelişme olduğunu ortaya çıkardı. Benzer şekilde mühendislik tasarım sürecine ilişkin bir zenginleşme vardı. Ancak matematik anlayışlarında kademeli bir gelişme olmaması katılımcıların etkinlikler boyunca matematikte açık bağlantılar kurmada zorluk yaşadıklarını göstermektedir.

Ha vd., (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ortaokul öğrencilerinin A-5E-STEM ve 5E-STEM modeli kullanılarak geleneksel didaktik yöntemlere göre fen öğretimi arasındaki öğrenme başarısı, öğrenme motivasyonu, öğrenme ilgisi ve üst düzey düşünme becerileri arasındaki farklılıkları incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma ortaokul öğrencilerinin A-5E-STEM, 5E-STEM ve geleneksel didaktik yöntemleri kullanarak fen öğretimi arasındaki öğrenme başarısı, öğrenme motivasyonu, öğrenme ilgisi ve üst düzey düşünme becerileri arasındaki farklılıkları incelemek amacıyla önerilen amaca ulaşmıştır. İstatistiksel

olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. A-5E-STEM modeli geleneksel yöntemlere göre öğrencilerin öğrenme çıktılarını daha da artırmada 5E STEM modelini kullanmaktan daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Ong vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, hizmet öncesi ve hizmet içi fen bilgisi öğretmenlerinden oluşan bir grup katılımcı üzerinden yürütülen mesleki gelişim eğitim programının STEM tabanlı 5E sorgulayıcı öğrenme modeli kullanımına ilişkin etkililiğini belirlemeyi amaçlamıştır. Uygulama elektrik devreleri ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın sonunda hizmet içi ve hizmet sonrası öğretmenler STEM tabanlı sorgulayıcı öğrenme konusundaki pedagojik becerilerinin arttığını ve sınıfta iş birliğini teşvik etme konusundaki sınıf yönetimi becerilerinin arttığı belirlenmiştir. Cinsiyet ve katılımcıların öğretmen statüsü anlamlı fark göstermemiştir. Katılımcıların bilgilerinde belirgin bir artış olduğunu göstermiştir.

Apedoe vd. (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, lise müfredatı olan ısıtma/soğutma sistemini mühendislik tasarımı kullanarak tasarım temelli üniteyi tanımlamak, tasarım temelli öğrenmeyi diğer bilim konularına dahil etmek için yönergeler sağlamak ve zor kimya kavramlarını ve öğretimini öğretmede bazı kanıtlar sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. STEM tabanlı 5E sorgulama modeli tek gruba ön test son test şeklinde uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonunda ısıtma/soğutma ünitesindeki atomik etkileşimler, reaksiyonlar ve enerjiye ilişkin temel kavramları anlama konusunda önemli kazanımlar elde ettiklerini göstermiştir. Öğrencilerin mühendislik kariyerlerine artan ilgisi, lisede mühendislik tasarımı maruz kalmanın öğrencileri mühendisliği geçerli bir kariyer olarak düşünmeye teşvik etmenin etkili bir yolu olduğunu göstermektedir.

Hasançebi vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, argümantasyona dayalı sorgulama yaklaşımı (ABI) ve STEM destekli ABI yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısına, bilimsel yaratıcılığa ve problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine etkisini belirlemek ve öğrencilerin sürece ilişkin görüşlerini tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. İki grup rastgele seçilerek gruplardan birine ABI diğerine STEM destekli ABI öğrenme yaklaşımıyla kuvvet ve enerji konuları işlenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin problem çözme, bilimsel yaratıcılık, akademik başarı, yansıtıcı düşünme becerilerinde STEM'i ABI entegre ederek yapılan uygulama sürecinde gelişim gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Xiang vd. (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yaratıcılık alanındaki Bilişsel Yaratıcılık Modeli' nin ve daha geniş Sosyal Bilişsel Kariyer Teorisinin teorik incelemesine

dayanarak bilimsel motivasyon, yaratıcı süreç katılımı ve bilimsel yaratıcılığın alt boyutları arasındaki temel özellikleri ve ilişkileri araştırmaktadır. Bu çalışmanın sonunda Bileşensel Yaratıcılık Modeli'ni (CMC) ve Sosyal Kariyer teorisini genişletmekte ve bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesi için ampirik kanıtlar sunulmuştur.

Conradty ve Bogner (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bireysel yaratıcılığı ölçen bir anket geliştirilerek, anketin faktörleri daha önce yayımlanmış olanlarla tutarlı mı?, Cinsiyet farklılıkları var mıdır? , Yaratıcılıkta yaşa bağlı farklılıklar var mıdır? sorularına cevap aramak amacıyla gerçekleştirilmiştir. 11-19 yaşındaki öğrenci grupları ile ampirik bir çalışma yapılmıştır. Bu araştırmanın sonunda cinsiyet farklılığının olmadığını ve yaşı küçük olan öğrencilerin yaratıcılık puanlarının yaşı daha büyük olan öğrencilere göre daha yüksek olduğunu gösterdi.

Wu vd. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ortaokul öğrencilerinin tasarım tabanlı bir STEM projesinde küçük gruplarda problem çözme süreçlerine nasıl dahil olduklarını ve süreçlerinin yüksek, orta ve düşük performans gösteren gruplar arasında nasıl farklılık gösterdiğini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiş. Tasarım temelli STEM etkinlikleri 5 hafta boyunca uygulanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda yüksek, orta ve düşük performanslı gruplar arasında farklılık gösteren ve bulguların çıkarımlarını ve farklı söylem kalıpları ortaya koymuştur. STEM eğitiminde proje tabanlı öğrenmeyi teşvik ederken, öğrencilere sorunun ve çözümün derinlemesine araştırılmasını teşvik etmek için sorgulamayı ve yanıt vermeyi teşvik ederek üretken problem çözme süreçlerine nasıl dahil olacakları konusunda rehberlik edilebileceğini ayrıca öğrencilerin proje sırasında görev düzenlemesi yerine görev planlaması yapılması gerektiğine ulaşılmıştır.

Lidya vd. (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, tasarım temelli STEM öğreniminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini güneş enerjisi bağlamında araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma 10. sınıf öğrencileri ile yarı deneysel şekilde yürütülmüştür. Araştırma sonuçları deney grubunun ortalama bilimsel yaratıcılık puanının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu gösterdi. Ayrıca alt boyut analizi deney grubunun esnekliğinin ve özgünlüğünün bilimsel yaratıcılıklarını önemli ölçüde etkilediğini ortaya çıkarmıştır. Çalışma, tasarım temelli STEM öğreniminin, düşük bir kategoriye de olsa, güneş enerjisi bağlamında öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Büyükdede ve Tanel (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisini ve STEM etkinliklerine

ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamaktadır (iş-enerji konusu- 5E modeli). Fizik I dersi alan altmış 2. sınıf öğrencileri ile ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel modelde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda akademik başarıda anlamlı farklar gözlenmiştir ve STEM görüşleri tespit edilmiştir.

Doğan ve Kahraman (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen uygulamaların ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılığı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, yarı deneysel bir tasarımda ön-son test kontrol grubuyla gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın gerçekleştirildiği deney grubunda STEM aktivitelerini kapsayan uygulamalar ile öğretim uygulanırken, kontrol altına alınan gruba fen bilimleri dersi öğretim programının içeriği uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda deney grubunun bilimsel yaratıcılık test sonuçlarında kontrol grubuna göre anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiş olup, bu sonuçlara göre çalışmadaki STEM etkinlik uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği görülmüştür. Bununla birlikte deney ve kontrol gruplarının bilimsel yaratıcılık test akıcılığı, esneklik ve özgünlük alt puanları değerlendirildiğinde sonuçların deney grubu lehine anlamlı fark yarattığı söylenebilir.

Sarı vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, simülasyon tabanlı sorgulamalı öğrenme ortamı sağlanarak STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve STEM farkındalığına etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonunda, öğrencilerin SBIL ortamında gerçekleştirilen eğitimin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde ve STEM farkındalığında pozitif bir etki göstermiştir. Bunun yanında öğrenciler STEM hakkında görüşlerini ifade ettiklerinde derse karşı tutum ve motivasyonlarının arttığını belirtmiştir.

Vennix vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, öğrencileri STEM'de bir kariyer için bilgilendirmek ve motive etmek amacıyla iş bağlamını okul-bilimle ilişkilendiren dışa dönük faaliyetleri araştırılmak istenerek öğrencilerin dışa dönük öğrenme ortamına ilişkin algılarını, algılanan ihtiyaç karşılamalarını, kendi bildirdikleri motivasyonlarını ve STEM'e yönelik tutumlarını araştırmayı amaçlamıştır. Yapılandırmacı sınıf ortamında bu sınıfta neler oluyor şeklinde sorulara yanıt arandı. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin dışarıya yönelik öğrenme ortamları öğrencilerin STEM'deki motivasyonunu ve STEM'e yönelik tutumunu artırmak için fırsatlar yarattı, ancak etki, faaliyetlerin belirli özelliklerine göre değiştiği belirtildi.

King ve English (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, öğrencilerin mühendislik tasarım modeli kullanarak bir optik mühendislik çalışmasını tamamladığında gerçekleşen öğrenme modelini araştırmayı amaçladı. Çalışma bir olay çalışması şeklinde

tasarlanmıştır. Çalışmanın tüm süreci izlenerek bulguları üç başlık altında ifade edildi. İlki tasarım taslağının işbirlikçi süreci, öğrencilerin temel bilim, matematik ve teknoloji kavramlarını model yapımına uygulamalarını sağladı; ikincisi, yapım aşamasında öğrenciler merceklerin, aynaların ve tüplerin konumlandırılması için deneyler kullandılar ve bu da tasarım taslağında başlangıçta planlanandan daha basit bir "çalışan" modelle sonuçlandı ve üçüncüsü, yeniden tasarım süreci öğrencilerin tasarımlarına, ağırlığını, taşınabilirliğini ve görünürlüğünü iyileştiren yapısal değişiklikler uygulamasını sağladı. Mühendislik tasarım modeli, tasarım, inşa ve yeniden tasarım aşamalarını yapılandırmak için fayda sağladı; ancak, gelecekte STEM kavramlarının gelişmiş uygulamaları için daha esnek bir çalışma önerildi.

Özkan ve Umdü Topsakal (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEAM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet enerji konularındaki kavram anlayışlarını geliştirmedeki etkililiğini araştırmayı amaçlamaktadır. Deney grubunda 11 hafta boyunca 9 STEAM etkinliği gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda STEAM eğitiminin öğrencilerin kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediğini, kavram yanlışlarının sayısını azalttığını ve değiştirdiğini göstermektedir. Çalışma grubunun deneme sonrası kavramsal anlama puanlar kontrol grubuna kıyasla anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Sonuç şeklinde kabul edilen, hem görsel hem de sözel yaratıcılık yönünden deney grubu lehine anlamlı fark olduğu görülmüştür.

Özkan ve Umdü Topsakal (2021) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin sözel ve şekilsel yaratıcılıklarını geliştirmeye yönelik STEAM programı geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu araştırmanın sonunda hem sözel hem de şekilsel yaratıcılıkta çalışma grubu lehine anlamlı farklılıklar gözlenmiştir.

Erduran ve Cheung (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, aile benzerlik yaklaşımını kullanarak STEAM'in temelini oluşturan disiplinler arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koyarak bu tartışmaya katkıda bulunmaktadır. FRA kullanarak bilim ve sanat arasında bağlantılar kurarak STEAM'in sınırlı olduğu kabul edilen bazı yönlerinin nasıl karakterize edilebileceğine dair örnek sunmaktır (bazı makaleler incelenmiş, örnekler alınmış). Öğrencileri sanat ve bilim arasındaki farkları tartışmaya dahil etmek gibi diğer pedagojik stratejiler potansiyel olarak öğrencilerin STEAM' in doğasına ilişkin anlayışlarını geliştirebilir. Aile benzerliği yaklaşımının kullanımının okul etkinliklerinde bilimin doğası ile sanat karşıtlığını ifade etmiştir.

Gu vd. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, üniversite öğrencilerinin yaratıcılığını geliştirmek için entegre STEAM etkinlikleri içeren bir yaratıcılık eğitimi kursunun etkililiğini incelemek amacıyla gerçekleştirildi. Ön test-son test deneysel kontrol ve deney gruplu tasarım uygulandı. Bu araştırmanın sonucunda dersin üniversite öğrencilerinin yaratıcı yeteneklerini birçok açıdan olumlu yönde etkilediğini ve yaratıcı-öz yeterliliklerinde artış olduğunu gösterdi.

Gómez ve Suárez¹ (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sorgulamaya dayalı öğretime ile okul iklimi arasında nasıl bir ilişki olduğunu, 2015 PISA sonuçları verileriyle açıklamaya çalışmayı amaçlamaktadır. Kolombiyalı öğrencilerin akademik testindeki sonuçlar kullanılmıştır. Sorgulamaya dayalı öğretim ile öğrencileri aktif hale getirerek olumlu bir okul iklimi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu yöntem öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini ve öğrenmeyi öğrenme becerilerinde sıklıkla tercih edilen yöntemlerdendir. Araştırmanın sonucunda iki aşamalı birbiriyle ilişkili doğrusal modelleme kullanılarak sonuçlar sorgulamaya dayalı öğrenme medeliyle öğrencilerin testteki bilimsel performansı arasında olumsuz bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Diğer sonuçlarda öğrencilerin eleştirel düşünme becerisi ile sorgulamaya dayalı öğrenme arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Tüm sonuçlara birlikte ele alındığında okulda oluşan iklimin öğrencilerin öğrenme süreçlerinde pozitif bir etki yaptığını ulaşılmıştır. Öğrencilerin PISA'da fen bilimleri başarısında sınıfı, cinsiyeti ve sosyoekonomik gibi özellikler de göz ardı edilmemelidir. Sorgulamaya dayalı öğrenme modelinin öğrencilerin bilimsel bilgileri edinmesinin yanında algıları ve motivasyonlarını etkilediği söylenebilir. Kısaca öğrencilerin akademik başarısında sosyoekonomik özellikler etkili olduğu kadar öğretim yaklaşım ve uygulamalarının da akademik başarıyı arttırdığını göstermektedir.

Uştu (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, STEAM eğitimi gerçekleştirerek öğretimsel uygulamalara yönelik bir takım öneriler sunmayı amaçlamıştır. Uygulama sürecinde öğrenenlerin uygulamaya yönelik STEM/STEAM eğitiminde yaşanan zorluklar belirlenmiştir. Uygulama süresince etkinliklerde klasik bir plandan farklı olarak STEAM disiplinlerini mühendislik ve teknoloji boyutlarıyla birlikte bir bütün olarak nasıl ilişkilendirilebileceğini, ilkökul düzeyinde nasıl gerçekleştirileceği, uygulayıcı olan öğretmenlerin zorlandığı yerleri belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya STEAM etkinlik planı oluşturularak başlanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğretmenlerin STEM/STEAM yaklaşımı konusunda bilgileri artmış ancak STEM merkezli profesyonel bir

okul ortamına ihtiyaç duydukları, öğrenmelerin uygulama süresince ihtiyaç duydukları noktalar tespit edilmiştir.

Helvacı (2019) tarafından gerçekleştirilen bir başka araştırmada, STEAM yaklaşımıyla gerçekleştirilen uygulamaya yönelik öğrencilerin STEAM disiplinlerine yönelik tutumlarına ve bu yaklaşıma ilişkin görüşleri belirlemeyi amaçlamıştır. 6. Sınıf öğrencileri deney grubu öğrencileri ile STEAM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda deney grubunun STEAM'e yönelik tutumları kontrol grubunda pozitif yönde farklılaşmıştır. STEAM eğitimi alan öğrencilerin olumlu tutum geliştirdikleri gözlemlenmiştir. Uygulama yapılan deney grubundaki öğrencileri STEAM yaklaşımına yönelik olumlu görüşlerde bulunmuştur.

Bozkurt (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, STEAM eğitimi yaklaşımıyla gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin matematikteki eğitimsel başarısı ile tutumlarına yönelik yansımaları incelemeyi amaçlamıştır. Deney grubuna uygulayının belirlediği beş farklı zamanda STEAM etkinliği uygulanmıştır. Gerçekleştirilen inceleme neticesinde, STEAM yaklaşımına uygun hazırlanan aktivitelerin öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarını pozitif etkilediği ve öğrencilerin cinsiyete göre matematik başarılarının farklılaşmadığı tespit edilmiştir.

Erdönmez (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, STEAM uygulamalarını coğrafya dersi kapsamında üstün yetenekli öğrenciler ile yürüterek uygulama sürecince yönlendirilmiş beyin fırtınası ve STEAM uygulamaları ile gerçekleştirmiştir. Uygulamada öğrencilere yedi farklı etkinlik uygulanmıştır. Uygulamada bilim merkezinde destekleyici eğitim alan özel yetenekli öğrencilerin SCAMPER tekniği ile STEAM eğitim yaklaşımı uygulamalarını gerçekleştirmesinin olumlu değişimler meydana getirdiği tespit edilmiştir. Öğrenciler uygulama esnasında eğlendiklerini, etkinlikleri eğlenceli bulduklarını, yönlendirilmiş beyin fırtınası sayesinde tüm basamaklara aktif bir şekilde katıldıklarını ifade etmişlerdir. Yani STEAM uygulamalarını başarı bir şekilde gerçekleştirerek disiplinlerarası bilgi ve becerileri etkin bir şekilde kullandıklarına ulaşılmıştır.

Azkın (2019) tarafından 'STEAM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Sanat-Matematik) Uygulamalarının Öğrencilerin Sanata Yönelik Tutumlarına, STEAM Anlayışlarına ve Mesleki İlgilerine Etkisinin İncelenmesi' adlı tez çalışmasını gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında STEAM eğitimi yaklaşımının, öğrencilerin sanata disiplinine dair tutumlarına, STEM mesleki ilgilerine, STEAM düşünce tarzlarını ve bakış açılarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki katılımcılar seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden

olan uygun örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. İçerik analizi ve betimsel analiz nitel kısımda kullanılmıştır, bazı yerlerde katılımcıların verdikleri cevaplar değiştirilmeden kullanılmıştır. Araştırmanın neticesinde, öğrencilerin STEAM uygulamalarında yer almaları STEM mesleki yönelimleri ile sanata dair tutumlarının olumlu geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlarla birlikte, STEAM eğitiminde öğrenciler kendilerine hem sanat hem de akademik/egitimsel yönden destek verdiği tespit edilmiştir.

Okulu (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, astronomi konu alanı kapsamında STEM felsefesiyle ekinliklerin oluşturulup ve incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında öğretmen adayları ile özel yetenekli öğrencilerden veriler toplanmıştır.

Verilerin analizi sonucunda öğretmen adayları ile özel yetenekli öğrencilerin gerçekleştirilen konu bilgilerinin, STEM tutumları ve derse karşı olan motivasyonlarının gelişim gösterdiği kanısı elde edilmiştir. Bu sonuçlarında beraberinde gerçekleştirilen eğitim yaklaşımının öğrencilerin konuya dair bilgisini, motivasyonunu, ilgilerine ne kadar etki ettiğinin sonuçlarında kalıcılığada olumlu sonuçları ortaya konmuştur.

Soysal (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEM uygulamalarını fen bilimleri konu kapsamında deprem konusuyla ilgili yedinci sınıf öğrencileriyle oluşturulan etkinliklerle yürütülmüştür. STEM eğitimi etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarılarına, fen öğrenimine yönelik motivasyonlarına ve STEM'e karşı tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada öğrencilere farklı etkinlikler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, STEM etkinlikleri ile uygulama yapılan gruptaki öğrencilerin, akademik başarı, fen öğrenimine yönelik motivasyon ve STEM tutum puanlarının gelişim gösterdiği ortaya konmuştur. Bu sonuçlarla birlikte sadece nicel değil nitel verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin gerçekleştirilen uygulamaya yönelik olumlu görüş ve inanışlarda bulunmuşlardır. Konuyu çok iyi kavrayıp anladıkları ortaya konmuştur.

Kolsuz (2018) tarafında gerçekleştirilen ‘Sosyo-bilimsel Konuların İşlenmesinde STEAM Uygulamaları’ adlı çalışmayı gerçekleştirmiştir. Çalışma grubunu ilkokul öğrencileri oluşturarak fene yönelik tutumlarına, temel beceri düzeylerine ve bilim insanı algılarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. İç içe karma modeli kullanılarak üçüncü sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. STEM yaklaşımı sosyo-bilimsel küresel ısınma konusunda 7 haftalık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde öğrencilerin uygulama sonrasında STEAM’e yönelik tutumlarının ve bilimsel süreç becerilerinin ve bilim insanı algılarının gelişip değiştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca

öğrencilerin STEAM uygulamalarında öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarının arttığı, STEAM uygulamalarını eğlenceli buldukları ve derse karşı güdülenmelerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Karcı (2018) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, STEM etkinlikleri ile güçlendirilmiş senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına, STEM mesleklerine ilgilerine ve motivasyonlarını araştırmayı amaçlamıştır. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerle akıllı tahta kullanılarak öğretim yapılmıştır. Deney grubunda STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda, deney grubunun akademik başarı puanları farklılık göstermiştir. Bununla birlikte öğrencilerin mesleklere olan ilgileri ve motivasyonları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Hallaç (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEAM uygulamalarını fizik dersi kapsamında dokuzuncu sınıf öğrencileri ile yürüterek uygulam süresince hazırladığı STEAM programıyla uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Uygulamada öğrencilere her hafta farklı etkinlikler uygulanmıştır. Uygulamada STEAM fizik kavramlarını öğrenmelerine, bilime karşı tutumlarına, STEAM tutumlarına ve kariyer kararlarına etkisini incelemeyi araştırmıştır. Araştırmanın elde edilen bulgulara göre STEAM eğitiminin, öğrencilerin fizik dersindeki kavramları anlayarak öğrenmelerine, bilime karşı tutumlarına, STEAM tutumlarına ve kariyer seçimlerine pozitif yönde etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Akçin (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Bilsemelerde çalışan öğretmenlerin ve devam eden öğrencilerinin görüşleri alınarak STEAM eğitim yaklaşımına ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. İki farklı Bilsemde gönüllü öğretmen ve öğrencilerden anket yoluyla veriler toplanmıştır. Çalışmanın sonucunda Steam eğitimi birçok beceriyi geliştirmekle birlikte yaratıcı düşüncenin sanatla öğrenmeyi zenginleştirip çeşitliliği arttırdığı tespit edilmiştir. Steam eğitimiyle, öğrencilerde yeni düşünce becerileri ve motivasyon sağlayarak yeni projelerde gerçek hayat problemlerine çözümler bulmaya başladıkları da gözlenmiştir.

Asiltürk (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Avrupa Birliği Yeşil Mutabakat (ABYM) hedeflerine uygun geliştirilen STEAM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin yaratıcı problem çözme özellikleri, iklim okuryazarlıkları ve çevre farkındalıkları üzerine etkileri incelenmeyi amaçlamıştır. AYM hedeflerine yönelik STEAM eğitiminin, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çevre eğitimi kavramları farkındalıkları son test puanları arasında anlamlı farklar bulunmuştur. Araştırmanın sonucunda STEAM etkinliklerinin,

öğrencilerin problem çözme becerilerini desteklediği, öğrencilerde çevre ve iklim konularına yönelik birçok becerilerinin kazandırılmasında etkili ve verimli olduğu tespit edilmiştir.

Kahya (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 2018 – 2019 eğitim/öğretim yılında, STEAM eğitimi ile ilgili alan uzmanlarının (öğretim üyeleri, yüksek lisans ve doktora öğrencileri) görüşlerini almak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma nitel desende gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, uzmanların STEAM eğitimi yaklaşımına yönelik görüşleri literatürle kıyasla değerlendirmeler yapıp, Türkiye’de gerçekleştirilen uygulamalı olan veya olmayan çalışmalara öneride bulunmuştur.

Batı, Çalışkan ve Yetişir (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEM/STEAM yaklaşımına yapılan fikirlerden değişik ülkelerde gerçekleştirilen çalışmaların perspektifleri incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda fen bilimleri öğretmenlerinin STEAM yaklaşımıyla ortak beceri ve hedeflere ulaşmanın, sanat ve mühendislik alanları ile fen alanını bütünleştirmenin zorluluğunu belirtilmiştir. Araştırmacılar, STEAM modelinin Türkiye’deki farklı öğretim programlarına entegrasyon çalışmalarının nasıl olacağına ilişkin araştırmalar yapılabileceğini ve STEAM modeline uygun pedagojik formasyon ve alan eğitimi ders planlarının nasıl hazırlanacağına ilişkin ders içeriklerinin oluşturulabileceğini önermiştir.

Atabaş (2020) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, STEM yaklaşımı fen bilimleri dersinde gerçekleştirilerek öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşüncelerini ve STEM’e ilişkin görüşlerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada dördüncü sınıf deney grubu öğrencilerine STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin bilimsel yaratıcılık puanlarının geliştiği ve deney grubunun son testlerindeki puanlarda anlamlı fark görülmüştür. Yansıtıcı düşünme becerilerinde deney ve kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamda bir fark tespit edilmemiştir. STEM eğitimi ile gerçekleştirilen derslere yönelik öğrencilerin görüşlerinin olumlu yönde olduğu belirtilmiştir.

İzgi (2020) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, fen bilimleri dersinde 5E modeliyle hazırlanan STEM eğitim yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarısına ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. 5E modeliyle hazırlanan STEM etkinliklerinin uygulama sonunda öğrencilerin akademik başarılarının artmasında ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Gülhan (2016) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, 5. sınıf fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik algıları, tutumları, fen alanındaki kavramsal anlamaları ve bilimsel yaratıcılığa etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresinde farklı konu alanlarına uygun STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda STEM yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik algıları ve tutumları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu, mühendislik mesleğine dair öğrenci algılarının değişip geliştiği belirlenmiştir. Öğrencilerin STEM alanlarında bulunan meslekleri seçtiklerinde, fen bilimleri dersinde kavramsal anlama düzeylerinin pozitif yönde geliştiği, bilimsel yaratıcılıklarına bakıldığında bu gelişimin bireysel olarak sınırlı olduğu ve yansıtıcı düşünme katmanının gelişiminin daha etkili olduğu bulguları ortaya konmuştur.

Gülhan ve Şahin (2018) tarafından yapılan çalışmada, STEM+ Sanat etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi 2018 yılında sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Araştırma yöntemi olarak gömülü karma deneysel yöntem kullanılmıştır. Deney grubundaki öğrencilerle “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması” ünitesine yönelik 5E modeli kullanılarak iki araştırmacının geliştirdiği STEAM etkinlikleri beş hafta boyunca uygulanmıştır. Ünite anlatırken “STEAM dehası-Leonardo Vinci” teması işlenmiştir. Araştırmanın sonucunda deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre STEAM tutumları ve akademik başarılarının anlamlı olarak geliştiği belirlenmiştir. Ayrıca etkinliklerin gerçekleştirildiği deney grubunda bulunan öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin süreç boyunca geliştiği sonucuna varılmıştır.

Madenci ve Yılmaz (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin yaratıcı düşünme, iş birliği, tasarım becerilerini ve sanat becerilerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu doğrultuda 11-12 yaş grubundaki öğrenciler ile STEAM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda STEAM öğretim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin iş birliği ve tasarım düşünme becerileri gelişmiştir. Yaratıcı düşünme becerisi gelişmiştir ancak iş birliği ve tasarım düşünme becerisi daha fazla gelişim göstermiştir. Bu duruma STEAM etkinliklerine sanat boyutunun daha çok dahil edilmesiyle çözüm getireleceği belirtilmiştir.

Eroğlu (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, özgün tasarlanan eğitsel robotiklerin ortaokul 7. sınıfta öğrenim gören öğrencilerde kuvvet ve enerji ünitesinde başarı ve bilimsel yaratıcılığa yansımalarını ortaya çıkarmak için yapılmıştır. Araştırma yarı deneysel desende tasarlanmıştır. Fen bilimleri dersi kapsamında 7. sınıf konusu olan kuvvet

ve enerji ünitesine uygun şekilde özgün olarak eğitsel robotik etkinlikler tasarlanmıştır. Araştırmaya başlandığında deney ve kontrol gruplarına uygulanan ön test puan ortalamalarında gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığı yani grupların denk olduğu görülmüştür. Uygulama sonrasında öğrencilerin başarı ve bilimsel yaratıcılık puan ortalamaları arasında deney grubu lehinde anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Araştırma bittikten sonra kalıcılık testi 5 hafta sonra uygulayıp sonuçlar analiz edildiğinde deney grubunda kontrol grubuna göre anlamlı fark görülmüştür.

Çelik (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEM eğitimi uygulamaları gerçekleştirilerek problem çözme ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemek amacıyla fen bilimleri öğretmen adaylarından veriler toplanarak gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının STEM eğitime dair görüşleride ortaya konmuştur. Araştırmada yakınsayan paralel desen kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda STEM eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarında anlamlı fark görülmemiştir. Ancak nitel verilerin analizinden elde edilenlere göre öğretmen adaylarının görüşlerinde olumlu ifadeler kullanarak olumlu yönde gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Toprak vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEM yaklaşımıyla uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmadaki amaç 7. sınıfta öğrenim görmekte olan öğrencilerin fen bilimleri dersi ışık ünitesi kapsamında gerçekleştirilen etkinliklerin tutumlarına, motivasyonlarına, sorgulamaya yönelik öğrenme becerilerine etkisini incelemektir. Deney grubu ile 5. hafta boyunca entegre STEM etkinlikleri ile ders işlenmiştir. Araştırmanın sonunda STEM uygulamalarının fen bilimleri dersi ile entegrasyonu sağlandığında deney grubu öğrencilerinin akademik başarı, bilimsel süreç beceri, fen bilimleri dersine yönelik tutum, STEM alanlarına yönelik tutum ve fen öğrenimine yönelik motivasyon puanlarında kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılık meydana geldiği, fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algı puanları arasında deney grubu ile kontrol grubu kıyaslandığında anlamlı farklar oluşmamıştır. Ayrıca öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerde birçok becerilerinin geliştiğini, etkinlikleri zevkli ve eğlenceli buldukları tespit edilmiştir.

Bahadır (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEM etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları, problem çözme becerileri, sorgulayıcı öğrenme becerileri, STEM eğitimi ile ilgili algıları ve tutumları ile STEM mesleklerine yönelik ilgilerine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda 5E öğrenme

döngüsü ile STEM etkinlikleri tasarlanmıştır. Araştırmanın sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını, problem çözme becerilerini, STEM'e yönelik algılarını ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerini geliştirdiği görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin STEM tutumlarına ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Kırıcı (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, FeTeMM Destekli Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı' nın, 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıkları üzerindeki etkisini incelemek hedefiyle gerçekleştirilmiştir.. Araştırmanın deseninde yarı deneysel desene göre diyazn edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, kontrol gruplu ön test ve son test puanlarından elde edilen verilerin analizinden FeTeMM destekli Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ile gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin yani deney grubunun, kavramları anlamalarında ve bilimsel yaratıcılık becerilerini geliştirdiği gözlemlenmiştir.

Toprak (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, STEM eğitiminin ilkökul dördüncü sınıf öğrencileri ile fen bilimleri dersinde gerçekleştirerek öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına, girişimcilik, 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerine etkisini incelemek bunun yanında öğrencilerin STEM eğitime yönelik görüşlerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma yakınsayan paralel desende tasarlanmıştır. Kontrol ve deney grubundan uygulama öncesinde ve sonrasında ön test son test şeklinde veriler toplanmıştır. Araştırmada elde edilen veriler ışığında STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını pozitif yönde geliştirdiği tespit edilmiştir. Etki büyüklüğü hesaplanarak orta büyüklükte bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Aynı şekilde öğrencilerin 21. yy. öğrenme ve yenilenme becerilerini de olumlu yönde geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Gök (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, mühendislik tasarım sürecine dayalı bilimsel oyuncak tasarım etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin mühendislik becerileri algıları, bilimsel yaratıcılıklarına etkisini ve bilimsel oyuncak tasarım etkinlikleri uygulamalarına yönelik görüşlerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Tek grup ön test-son test deneysel desende gerçekleştirilerek bağımlı değişken üzerindeki değişim gözlemlenmiştir. Uygulama 7. sınıf öğrencileri ile 9 hafta devam etmiştir. Araştırmanın neticesinde, mühendislik tasarım süreci temelinde gerçekleştirilen bilimsel oyuncak tasarımı etkinlikleriyle öğrencilerinin mühendislik becerileri algılarının ve bilimsel yaratıcılıklarında anlamlı farklar görülmüştür.

FeTeMM etkinlikleriyle öğrenim gerçekleştirilen Çalışıcı (2018) araştırma kapsamında 8. sınıf öğrencilerinin çevresel tutumları, bilimsel yaratıcılıkları, problem çözme becerileri ve fen başarıları üzerine etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrasında FeTeMM'e dair görüşlerde belirlenmiştir. Araştırma ön test son test kontrol gruplu deneysel desen tasarlanmıştır. FeTeMM uygulamaları deney grubunda yer alan öğrenciler ile yürütülmüştür. Çalışmanın sonunda FeTeMM eğitiminin öğrencilerinin çevresel tutumları, problem çözme becerileri ve fen başarılarını pozitif yönde etkilediği gözlenmiştir. Öğrenci görüşlerinden FeTeMM eğitim uygulamaları öğrencilerin akademik başarısını artırdığından öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik pozitif tutum sergilemelerini de sağlamıştır. Derste kullanılan deney ve etkinlikler öğrencilerin ilgisini çok çektiği belirtilmiştir.

Karakuyu (2021) tarafından yapılan araştırmada “Ortaokul 6. Sınıf Yoğunluk Konusunun Öğretiminde STEAM Yaklaşımının Etkinliğinin İncelenmesi” adlı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada STEAM eğitim yaklaşımıyla yapılan etkinlik ve çalışmaların öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı tutumlarına, akademik başarılarına ve STEAM alanlarına yönelik algılarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada karma araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırmada nitel ve nicel veriler elde edilip ayrı analiz edilmiştir. Nicel veriler elde edilirken fen bilimleri tutum ölçeği, başarı testi ve algı ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucuna bakıldığında STEAM etkinliklerinin kullanıldığı deney grubunda öğrenciler uygulama sonucunda akademik başarılarının kontrol grubuna göre anlamlı olarak farklı çıkmıştır. Ancak deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin fene karşı tutumları arasında fark oluşmamıştır.

Yıldırım (2021) tarafından “7. sınıf Karışımlar ve Karışımların Ayrılması Konularının Öğretiminde Etkinliği” adlı çalışma yapılmıştır. Araştırmacı STEAM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına, fene karşı tutumlarında ve STEAM alanlarına yönelik algılarına etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma uygulamalı olarak 3 haftalık süre boyunca gerçekleştirilmiştir. Yarı deneysel araştırma modeline dayalı ön test-son test modeli kullanılmıştır. Uygulama bittikten sonra çalışılan öğrencilere görüşme formu kullanılarak nitel veriler elde edilmiştir. Araştırma sonucunda çalışılan değişkenlerin deney grubundaki öğrencilerde anlamlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Liu vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Tartış-Yap (D-DO) sorgulama modeli ve Yap-Tartış (DO-D) sorgulama modelleri kullanılarak fen öğreniminde iki farklı sorgulama modelinin bireysel ve durumsal ilgi ve öğrenme yoluyla kavram başarısı

üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirildi. Beşinci sınıf öğrencilerden oluşan iki grup öğrenciyle çalışıldı. Araştırma sonucunda iki grup arasında durumsal ilgi ve kavram başarıları arasında anlamlı farklar görülmüştür. Gruplar arasında bireysel ilgi yönünden farklılık görülmemiş. Elde edilen bulgular sonucunda Yap-Tartış sorgulama modelinin kullanılması öğrencilerin durumsal ilgi ve kavram başarısında daha uygun olduğu belirtilmiştir.

Karışan vd. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Lederman vd. (2014) tarafından geliştirilen Bilimsel Sorgulamaya İlişkin Görüş Ölçeğinin Türkçe'ye adaptasyonunun yapılması ve öğretmen adaylarının bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının genel olarak bilgili ve karmaşık düzeyde görüş sahibi oldukları, az bir kısmının ise yetersiz düzeyde oldukları tespit edilmiştir.

Doğan (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye'de öğrenim gören öğrencilerin PISA sonuçlarını göz önüne alarak temel bilimsel kavramların bilinmesindeki yetersizlik, bilimsel süreç becerilerindeki yetersizliği ele almıştır. Bu kapsamda fen öğretmeni adaylarının yenilikçi yaklaşımlara göre bilimsel sorgulama süreçleri hakkındaki görüşlerin değişip değişmeyeceğini belirlemek amacıyla araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, 'toplanan verilerle sonuçların tutarlı olması' bileşeni hariç diğer bileşenlerde pozitif geliştiği gözlemlenmiştir.

Doğan vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen bir başka araştırmada ise, ortaokul öğrencilerinin sosyo ekonomik düzeyi farklı beş okulda gerçekleştirdikleri çalışma ile ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulama görüşlerini demografik özellikleriyle incelemek için gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak (VASI) Bilimsel Sorgulamaya Yönelik Görüş Anketi'nin kullanıldığı çalışma 599 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçları göz önüne alınarak Türkiye'deki ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya naif veya kısmen bilinçli düzeyde olduğu, bilinçli düzeyde görüşlere sahip olan ortaokul öğrencilerinin büyük bir bölümü ise üst ve orta sosyo-ekonomik düzeydeki okulların 6.sınıf da öğrenim görmekte olan öğrencilerin oluşturduğuna ulaşılmıştır.

Doğan vd. (2020) tarafından geliştirilen çalışmada, sosyo ekonomik düzeyleri farklı beş okulda öğrenim gören toplam 5, 6 ve 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulama hakkındaki görüşlerini betimsel olarak ortaya çıkarmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulamanın tüm bileşenleri hakkında görüşlerinin yeterli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Ne bildiğini bilen öğrencilerin yani

bilincinde olan öğrencilerin üst-orta sosyoekonomik düzey okulların 6. sınıflarında öğrenim gören öğrenciler olduğu tespit edilmiştir.

Coşkun (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sorgulamaya dayalı olarak işlenen bilim tarihi örnekleri ile desteklenmiş hücre konusu öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya yönelik görüşlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Eylem araştırması yöntemi ile tasarlanmıştır. Deney grubunda bilimsel sorgulamaya dayalı dersler yürütülürken kontrol grubunda mevcut öğretim programıyla fen bilimleri dersi yürütülmüştür. Araştırma sonucunda deney grubu öğrencileri ve kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeğine verdikleri cevaplarda anlamlı farklılıklar görülmüştür. Uygulama yapılan deney grubunda öğrencilerin bilimsel sorgulamaya yönelik görüşlerinin geliştiği kontrol grubunda ise herhangi bir artış meydana gelmediği tespit edilmiştir.

Sarışan Tungaç vd. (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, VOSI-E anketi kullanarak, 130 ortaokul öğrencisinden veri toplayarak öğrencilerin bilimsel araştırma konusunda yaratıcı drama ve geleneksel eğitim alan öğrencilerin görüşlerini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonunda, yaratıcı drama etkinliklerinin geleneksel etkinliklere göre bilimsel sorgulama konusunda öğrencilerin olumlu görüşler geliştirmesini sağladığı tespit edilmiştir.

Schellinger vd. (2017) tarafından geliştirilen çalışmada, bilim eğitimi verilen öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunu dördüncü ve beşinci sınıf ilköğretim öğrencileri oluşturmaktadır. Üç haftalık bilim eğitimi çalışması 125 öğrenci ile yürütülmüştür. Uygulama bittiğinde bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşler Bilimsel Sorgulama- İlkokul Versiyonu (VOSI-E) anketi ile incelenmişlerdir. Çalışmanın sonunda sorgulamayı bilim etkinliği ve teknolojiyle entegre edilen uygulamaların öğrencilerin bilimsel sorgulama görüşlerini geliştirmede kolaylık sağladığı tespit edilmiştir.

Ayyılmaz Çelik (2019) tarafından geliştirilen çalışmada, ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının bilimin doğası ve bilimsel sorgulama hakkındaki bilgi ve görüşlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının “deney ve gözleme dayalılık” ve “teori ve yasa farklı kavramlardır” alt boyutlarında yetersiz; “Bilimsel bilginin değişebilirliği” ve “bilimin 31 öznelliği” alt boyutlarında ise bilgili oldukları görülmüştür. “Veriler sonuçlarla tutarlı olmalı” alt boyutunda yetersiz, “veri ve kanıt farklı kavramlardır” ve “sorgulama sonuca etki

eder” alt boyutlarında karmaşık bilgiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Fen bilimleri öğretmenin “teori ve yasa farklı kavramlardır” alt boyutunda yetersiz olduğu; “bilimsel bilginin değişebilirliği” ve “bilimin öznelliği” alt boyutunda ise bilgili olduğu, “veriler sonuçlarla tutarlı olmalı” alt boyutunda yetersiz oldukları, “veri ve kanıt farklı kavramlardır” ve “sorgulama sonuca etki eder” boyutunda ise bilgili düzeyde oldukları tespit edilmiştir.

Lederman vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bilimsel sorgulama süreci hakkında görüşler anketini (VASİ-Q) geliştirmiş ve yenilenmiştir. Tasarlanan proje 6 kıtada uygulanmaya geçirilmiştir. Bu kıtalarda bulunan ülkeler; Türkiye, Avustralya, Şili, Mısır, İngiltere, Finlandiya, Fransa, Almanya, İsrail, Çin, Yeni Zelanda, Nijerya, ABD, Güney Afrika, İspanya, İsveç, Tayvan, Brezilya şeklindedir. Tasarlanan araştırmada ortaokul 7. sınıfta öğrenime başlayacak olan öğrenciler seçilmiştir. Araştırmanın sonucunda, 6 yıl eğitim gören öğrencilerin bilimsel sorgulama süreçleri hakkında çok az anlayışa sahip olduğu görülmüştür. Altı yıllık bir eğitimden sonra bu istenilen bir durum olarak karşılanmamaktadır.

Türkiye’de gerçekleştirilen VASI çalışmasının için İstanbul ve Ankara’da şehrimizdeki ortaokullar çalışmaya dahil edilen örnekler arasında yerini almıştır. Bu şehirlerin seçiminde esas alınan kriter tüm nüfusu en iyi şekilde temsil eden öğrenci gruplarına sahip olmasıdır. Katılımcılar, 12-13 yaşlarında 4 farklı devlet okulunda öğrenim gören 7. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin bilimsel sorgulama süreçleri hakkında zayıf olduğu tespit edilerek Ankara ve İstanbul arasında bölgesel bir farklılık görülmemiştir.

Leblebicioğlu vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, farklı liselerdeki öğrenciler ile çalışarak öğrencilerin bilimsel sorgulamaya yönelik görüşlerini tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bilimsel sorgulamaya yönelik görüş ölçeği kullanılarak uygulanan çalışmada Fen lisesi öğrencilerinin üç, diğer iki lisenin öğrencilerine göre daha bilgili görüşler sergilediğini görülmüştür. Veriler analiz edildiğinde ‘araştırma sonuçları toplanan veri ile uyumlu olmalıdır’ bileşeni bütün okullardaki öğrencilerin çoğunun bilgili görüşler sergilediği bileşen olarak öne çıkmıştır. Araştırmanın sonuçları doğrultusunda daha fazla fen dersi işlemenin bilimsel sorgulamanın doğası hakkında bilgili görüşlerin gelişmesine olanak sağladığı tespit edilmiştir. Fen lisesindeki öğrencilerin diğer liselere göre bilimsel sorgulamaya yönelik görüşleri daha bilgili çıktığı gözlemlenmiştir.

Bostan Sarioğlu ve Bayırlı (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sorgulamaya dayalı öğretimin ortaokul 6.sınıf fen bilimleri dersinde “Ay’ın Evreleri” konusunda

öğrencilerin başarısına etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma ön test-son test tek gruplu 24 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonunda elde edilen veriler analiz edildiğinde sorgulamaya dayalı öğretim modelinin Ay'ın evreleri kavramı ile ilgili öğrencilerin bilimsel cevap vermelerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yıldırım ve Altan (2017) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, fen bilimleri dersi kapsamında vücudumuzu tanıyalım ünitesinde araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun yapılan etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki gelişimi incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada deney grubu 4. sınıf öğrencileri ile sorgulamaya dayalı etkinlikler gerçekleştirilmiş, kontrol grubunda MEB'in öğretim programı uygulanmaya devam edilmiştir. Öntest-Sontest kontrol gruplu deneysel desende 6 hafta süren araştırmada deney grubuna 5E modeline göre tasarlanmış etkinlikler uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin kontrol grubuna göre anlamlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir.

Kar ve Çil (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, araştırma-sorgulama temelli fen öğretiminin 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri üzerine etkileri incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma tek grup öntest-sontest deneysel desen gerçekleştirilmiştir. Araştırmada 12 tane araştırma-sorgulama ve görsel sanat temelli etkinlik tasarlanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında görsel sanat destekli fen öğretiminin gözlem, çıkarım yapma, değişkenleri belirleme ve deney tasarlama becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı, karşılaştırma-sınıflandırma, tahmin, kestirme, ölçme, bilgi ve veri toplama, veri işleme ve model oluşturma, yorumlama ve sonuç çıkarma becerilerinin gelişmesine sınırlı katkı sağladığı, deney malzemelerini ve araç-gereçlerini tanıma ve kullanma, verileri kaydetme ve sunma becerilerinin gelişmesine katkı sağlamadığı tespit edilmiştir.

Sağdıç (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile fen bilimleri dersinde kuvvet ve enerji ünitesinde rehberli sorgulamaya modeliyle gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisi incelenmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma yarı deneysel yöntemle göre tasarlanmıştır. Uygulamalar dört hafta devam etmiştir. Araştırmada deney grubu öğrencilerine Rehberli sorgulama modeli ile sorgulama temelli etkinlikler yapılmış, kontrol grubuna ise 5E öğretim modeline göre etkinlikler tasarlanıp uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda, 5E öğretim modeline göre rehberli sorgulama öğretim modeline dayalı fen öğretiminin, 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde anlamlı bir farklılık ortaya çıkarak daha etkili olduğuna ulaşılmıştır.

İnel Ekici (2017) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulama becerileri algılarını etkileyen faktörlerin belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla cinsiyetlerine, sınıflarına, yaşlarına, fen dersi başarı notlarına, anne ve baba eğitim düzeylerine, evlerinde bilgisayar kullanma, televizyondaki bilim çocuk programlarını izleme ve herhangi bir bilimsel dergiyi takip etme durumlarına göre ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulama becerileri algıları değerlendirilmiştir. Tarama modeliyle gerçekleştirilmiş. Araştırmanın sonunda, bilimsel sorgulama becerileri cinsiyete, sınıflara, yaşlara, fen dersi notlarına, anne baba eğitim düzeyine göre anlamlı derecede farklılıklar bulunmuştur. Bunun yanında öğrencilerin evde bilgisayar kullanım alışkanlığı, televizyonda yer alan bilim çocuk programlarını izleme sıklığı ve bilimsel dergi takibi gibi faktörler bireylerin bilgi düzeylerinin ilgisi üzerinde bilimsel sorgulama becerileri algılarında pozitif değişiklikler olduğu tespit edilmiştir.

Tüccaroğlu ve Şimşekli (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, argümantasyon tabanlı bilimsel sorgulama yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma 6. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada iki sınıf deney grubu seçilmiştir. Deney gruplarına Argüman Temelli Bilimsel Sorgulama Etkinlikleri uygulanırken kontrol grubuna hiçbir müdahalede yapılmamıştır. Çalışma 5 hafta sürmüştür. Araştırma karma yöntemle desenlenmiştir. Araştırmanın sonunda deney grubu öğrencilerinin öğretmenlerle iletişimi fazla iken, kontrol grubunda ise az olduğu gözlenmiştir. Akademik başarı testi puan ortalamaları deney ve kontrol grubuna göre değişiklik göstermemiştir. Fakat deney grubu öğrencileri öntest ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucu gözlemlenmiştir.

Bolu (2017) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, 6.sınıf öğrencileriyle fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin bilimsel sorgulama ve elektrik ünitesindeki başarılarına, tutumlarına ve yaratıcılıklarına olan etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda modellemeye dayalı fen öğretiminin, öğrencilerin akademik başarı, fene yönelik tutum ve bilimsel sorgulama ile ilgili görüşlerini olumlu yönde etkilediğini, yaratıcı düşünme becerilerine ise değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.

Çırak (2024) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, probleme dayalı öğrenme yaklaşımı ile ortaokul öğrencilerinin bilimin ve bilimsel sorgulamanın doğası görüşlerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma nitel araştırma olarak yürütülmüştür. 7. Sınıf fen bilimleri dersinde ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde kapsamında bilimin ve bilimsel

sorgulamanın doğası etkinliklerinin kazanımları probleme dayalı öğrenme yaklaşımıyla hazırlanan ders planları ile dersler gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda probleme dayalı öğrenme ile hazırlanan öğretimin öğrencilerin bilimin ve bilimsel sorgulamanın doğası görüşlerini geliştirdiğini; ayrıntılı olarak incelendiğinde, bilimin doğası ve bilimsel sorgulamanın doğası boyutlarının her birinde farklı düzeylerde olduğu tespit edilmiştir.

Saraçoğlu ve Kahyaoğlu (2018) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı tutum, merak ve motivasyonlarının bilimsel sorgulama beceri algılarının oluşumuna etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada merak, motivasyon, tutum ve sorgulama becerisi algısıyla ilgili ayrı ayrı ölçekler kullanılarak veriler elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda merak, tutum ve motivasyonun bilimsel sorgulama becerisiyle ilgili algı oluşumunda önemli olduğu tespit edilmiştir.

Gündüz (2020) tarafından yapılan çalışmada, farklı okullarda okuyan öğrencilerin bilimsel sorgulama anlayışlarının belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya İstanbul'daki beş farklı okul çeşidinden öğrenim görmekte olan 12. sınıf öğrencileri katılmıştır. Çalışmada VASI Ölçeği kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin bilimsel sorgulama anlayışlarının yeterli olmadığı ve okul türleri arasında bilimsel sorgulama anlayışına dair anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Tezcan (2021) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulama anlayışlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada beetimleyici tarama yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırmanın verileri, Bilimsel Sorgulamaya İlişkin Görüşler Anketi'nin (VASI) Türkçe 'ye uyarlanmış hali ile toplanmıştır. Veriler farklı lise çeşitlerinde okuyan öğrencilerden elde edilmiştir. Veriler analiz edildiğinde ortaokul temel seviyesini henüz tamamlamamış öğrencilerin bilimsel sorgulama anlayışlarının naif düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Fen lisesinde okuyan öğrencilerin bilimsel sorgulama görüşleri diğer okullara göre daha iyi durumdayken, mesleki ve teknik anadolu lisesi ise son sırada yer almıştır. Cinsiyet yönünden incelendiğinde, kız öğrencilerin özellikle sorgulama becerisi yönünden erkek öğrencilere göre daha başarılı oldukları tespit edilmiştir.

Hamed, Rivero ve Jiménez (2017) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulamayı anlamaları amacıyla gerçekleştirilen çalışmanın İspanya ve İsveç örneklerinde, öğrencilerin soruya vermiş olduğu yanıtlar sonucunda, öğrencilerin bilimsel sorgulamayı bazı yönleri ile kavramsallaştırdıkları görülmüş. Bununla birlikte kavramsallaştırılan kavramları gerçek durumlarda tanımlayamadıkları tespit

edilmiştir. Lederman ve arkadaşlarının 18 ülkeden 7. sınıfta öğrenim gören 2634 öğrenci ile yapmış olduğu araştırmada örnek gösterilebilir (Lederman, Lederman, Bartels ve Jimenez, 2019).

Baykara (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye ve Tayvan'daki öğretmen adaylarının bilimsel araştırmaya ve dünyayı algılamaya yönelik görüşlerinin incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma tarama modeliyle tasarlanmıştır. Elde edilen verilere nitel veri analizi yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda bilimsel araştırmaların yapılışı ve deney gözlemin bilimsel araştırmadaki yeri Tayvan'daki fen öğretmen adayları lehine anlamlı bir fark ortaya çıktığı görülmüştür.

Oba (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 5.6.7. sınıflarda okutulan MEB yayınları fen bilimleri ders kitapları ve 8. sınıflar da okutulan MEB tarafından onaylı özel yayınevi fen bilimleri ders kitapları incelenerek kitapta bulunan deney ve etkinlik bölümlerinin bilimsel sorgulamaya uygunluğu nedir? sorusuna cevap aranmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan kitaplar 2020-2021 eğitim öğretim yılı sınırlıdır. Araştırma sonucunda incelenerek analiz edilen kitapların deney ve etkinlik bölümlerinin bilimsel sorgulamaya uyumunun düşük seviyede kaldığı tespit edilmiştir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın materyal ve yöntem bölümünde, araştırmanın modeli, çalışma grubu, araştırmacının rolü, nicel ve nitel veri toplama araçları, araştırmanın uygulama süreci ve elde edilen verilerin analizine ilişkin elde edilen bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışma, ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısına, meslek tercihlerine, STEAM tutumlarına ve meslek tercihlerine etkisini araştırmak için nicel ve nitel araştırma yöntemlerini bir arada kullanan karma yöntem araştırması kullanılmıştır. Karma yöntem araştırması, araştırmacının veri topladığı ve analiz edip, bulguları içine alan tek bir çalışma veya araştırma programında nicel ve nitel yaklaşım yöntemlerini kullanarak çıkarımda bulunduğu bir araştırmadır (Tashakkori ve Teddlie, 2007). Bu yöntemle yürütülen çalışmalarda nicel ve nitel veri toplama ve analiz süreçleri birlikte ya da sıralı olarak süreçte kullanılır (Tashakkori ve Teddlie, 2003). Çalışmanın bir bölümünde nitel araştırma paradigması diğer bölümünde nicel paradigmanın kullanıldığı araştırma olarak tanımlanmaktadır (Johson ve Christensen, 2007).

Araştırmalarda kullanılan karma yöntem araştırma probleminin daha çok anlaşılır ve açık olmasını sağlamaktadır. Araştırmacı elde ettiği veri setinin sınırlarını genişletmek için daha çok veri gerektiğinde karma yöntemi kullanabilmektedir. Diğer bir ifadeyle, nitel veya nicel verilerin daha etkili hale getirilmesi karma yöntemle olabilmektedir (Creswell, 2003). Bir proje ya da çalışmada karma yöntem kullanılarak nitel ve nicel elde edilen veriler bir araya getirilerek ifade edilmektedir (Leavy, 2017).

Greene, Caracelli ve Graham (1989) ise karma yöntem araştırmalarının gerekçelerini üçgenleme, tamamlayıcılık, gelişim, başlangıç ve genişletme olmak üzere beş amaçsal sınıflamaya ayırmıştır. Karma yöntem araştırmaları bu amaçsal sınıflandırmanın bir veya bir kaçına sahip olmalıdır. Dört önemli özellik karma yöntem seçimini etkilemektedir. Bu özellikler; nitel ve nicel verilerin sırasını, zamanlamasını, nerede ve nasıl bütünleştirmesini ve adımlar arasındaki bağlantı önceliğidir (Creswell ve Plano Clark, 2018). Araştırmacı karma yöntemde bu özellikleri düşünerek çalışmasını planlaması gerekir. Literatürde Greene ve diğerlerinin (1989) değerlendirme, Morse'un (1991) hemşirelik, Steckler, McLeroy, Goodman, Bird ve McCormick'in (1992) halk sağlığı ve Creswell'in (2003) eğitim alanında

yapmış olduğu çalışmalardan yola çıkarak birçok yazar araştırmacılara çalışmalarını tasarlarken yararlı bir çerçeve sunacak desenler oluşturmuşlardır (Katıtaş, 2019).

Tablo 3.1. Dört kriter açısından desen tipleri (Creswell, Clark, Gutmann ve Hanson, 2003, s.179)

Desen Tipi	Uygulama	Öncelik	Karma Aşaması	Teorik Bakış Açısı
Sıralı Açıklayıcı	Nitel ardından nitel	Genellikle öncelik nitel çalışmada olup nitel öncelikli ya da eşit öncelikte de olabilir	Yorumlama Aşaması	Mevcut olabilir.
Sıralı Keşfedici	Nitel ardından nitel	Genellikle öncelik nitel çalışmada olup nitel öncelikli ya da eşit öncelikte olabilir	Yorumlama Aşaması	Mevcut olabilir.
Sıralı Dönüştürücü	Nitel ardından nitel veya nitel ardından nitel	Nitel öncelikli, nitel öncelikli ya da eşit öncelikte	Yorumlama Aşaması	Açıkça belirgindir (Kavramsal Çerçeve, Savunuculuk, Güçlendiricilik /Destekleyicilik)
Eşzamanlı Triangülasyon (Nirengileme/Üçgenleme / Veri Çeşitlemesi)	Nitel ve nitel veriler eşzamanlı olarak toplanır.	Tercihen eş zamanlı, nitel öncelikli veya nitel öncelikli de olabilir.	Yorumlama Aşaması veya Analiz Aşaması	Mevcut olabilir.
Eşzamanlı İç İç	Nitel verilerle nitel veriler eşzamanlı olarak toplanır.	Nitel öncelikli veya nitel öncelikli olabilir.	Analiz Aşaması	Mevcut olabilir.
Eşzamanlı Dönüştürücü	Nitel verilerle nitel veriler eşzamanlı toplanır.	Nitel öncelikli, nitel öncelikli veya eşit öncelikte olabilir.	Genellikle analiz aşamasında; yorum aşamasında da olabilir	Açıkça belirgindir (Kavramsal Çerçeve, Savunuculuk, Güçlendiricilik / Destekleyicilik)

Creswell ve Plano Clark (2018) karma yöntemi kullanacak araştırmacılara kolaylık sağlayabilecek üçü eş zamanlı üçü sıralı olarak altı desen sunmuştur. Bu desenler; açıklayıcı sıralı desen, keşfedici sıralı desen, sıralı dönüşümsel desen, eş zamanlı üçgenleme deseni, eş zamanlı iç içe geçmiş desen ve çok aşamalı desenlerdir (Creswell ve Plano Clark, 2018). Bu desenlere ilişkin bilgiler tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Bu araştırmada karma yöntem türlerinden biri olan i içe geçmiş desen (gömülü) kullanılmıştır. Araştırma soruları sadece nitel ya da nicel veri türüyle elde edilemeyip hem nicel hem de nitel iki farklı verinin elde edilmesi gerektiğinde kullanılır. İ içe gömülü desende iki farklı veri seti olan nitel ya da nicel yöntemden birisi merkezdedir (Edmonds ve Kennedy, 2017). İ içe gömülü karma desende nicel ve nitel veriler belli bir sırayı takip edebilir ya da aynı anda kullanılabilir. Bu desenin temel mantığı nicel ya da nitel veriden hangisi daha baskın ise birini diğeri için içine gömülmüş bir şekilde vererek veriyi daha anlaşılır daha güçlü hale getirmektir (Creswell, 2018). Bu araştırmada nicel veriler merkeze alınarak nitel veriler desenin içine gömülmüştür. Nicel veriler merkeze alındığından destekleyici olan nitel verinin toplanması ve analizi çalışma başlamadan önce, çalışma sırasında ve tüm çalışma süresinin sonunda elde edilebilir. Bu desenin kullanım amacı tek veri setinin araştırma sorularına yanıt vermede yetersiz olması, farklı sorulara yanıt verebilmek için farklı veri setinin gerekli olduğu görülmektedir (Creswell ve Plano Clark, 2018).

Araştırmacı tarafından i içe gömülü karma desende öncelikle olarak nicel ölçümler uygulama öncesinde toplanmıştır. Uygulama devam ederken uygulamanın etkili olup olmadığını ölçmek için uygulama öncesinde, sırasında ve sonrasında nitel veriler elde edilmiştir. Uygulama bittikten sonra nicel lme araçları yeniden uygulanarak veriler toplanmıştır. Uygulama bittikten sonra nicel lme araçlarından elde edilen verileri detaylandırmak, güçlendirmek ve daha iyi açıklayabilmek için nitel lme araçları kullanılmış ve yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Niceliksel veri toplama sürecini tamalamak adına uygulama öncesinde, sırasında ve sonrasında nitel ölçümlerle elde edilen verilerin birleştirilip yorumlanması yapılmıştır. Karma yöntemin bu deseninde birinci veri seti olan nicel yönteme ikinci veri seti olan nitel yöntem gömülmüştür (Rogers vd., 2003).

Araştırmanın nicel bölümünü deneysel modellerden olan n test-son test deney-kontrol gruplu yarı deneysel desen oluşturmaktadır. Yarı deneysel desende tarafsız seçim yapılamaz ve çalışma grubunu temsil eden örneklem amacı gerçekleştirecek şekilde seçilir (Sönmez ve Alacapınar, 2011). Seçilen yarı deneysel desende mevcut oluşturan gruplardan iki tanesi belirlenen değişkenler üzerinden eşleştirilir. İşlem gerçekleştirilecek gruba atama yapabilmek için mevcutla eşleştirilen gruplar tarafsız atama yapılarak belirlenir (Büyüköztürk, akmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014). Eğitim ortamı olan okullarda seçkisiz atama yapıp tam bir deneysel desende çalışma imkanı olmadığından yarı deneysel desen bu ortamlar için uygun görülmektedir. Çalışma grubu oluşturulurken seçkisiz atama

yapma imkanı olmadığında desen seçiminde yarı deneysel desen önemli bir tercih olabilmektedir (Akday, 2019; Büyüköztürk vd., 2018).

Bu çalışma Gaziantep ilinin Mili Eğitim Bakanlığına bağlı bir devlet okulunda 7. Sınıfta öğrenim görmekte olan iki şube ile gerçekleştirilmiştir. Milli eğitim öğretim yönetmeliği gereğince okulda çalışma için yeni gruplar oluşturulamadığından mevcutta bulunan 7. sınıflar arasından deney ve kontrol grubu seçkisiz atama ile oluşturulmuştur.

Bu çalışma iki farklı grup olan deney ve kontrol grubuyla gerçekleştirildi. Deney grubunda Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM etkinlikleri uygulandı, kontrol grubunda ise aynı ünite Milli Eğitim Bakanlığının yayınlamış olduğu konu ve kazanımlara uygun şekilde gerçekleştirildi. Bu araştırma kapsamında 7. Sınıf öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesinin bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitimi ile öğrencilerin akademik başarısına, meslek tercihlerine, STEAM tutumlarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin nasıl değiştiğini ortaya çıkarmak için gerçekleştirilmiştir. Bu yönde araştırmanın bağımsız değişkenini bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitimi oluştururken, bağımlı değişkenini akademik başarı, meslek tercihleri, STEAM tutumları ve bilimsel yaratıcılık oluşturmaktadır

Araştırmanın nicel bölümünde, kontrol ve deney gruplarında Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi, STEAM Tutum Ölçeği ve STEAM Algı Ölçeği ile uygulama öncesinde ve sonrasında veri toplanmıştır.

Araştırmanın nitel bölümünde, Bilimsel Sorgulama Ölçeği Hakkındaki Görüşler, Mesleki İlgi Envanteri ve STEAM Görüşme Soruları ile veriler toplanmıştır.

Karma yöntem araştırmalarında iki farklı yöntem olan nicel ve nitel yöntemlerle toplanan verilerin birbiriyle nasıl entegre edildiği kritik noktayı oluşturmaktadır. Creswell (2017), elde edilen verilerin birleştirilmesinde dört farklı yol olduğunu şu şekilde açıklamıştır: kıyas yoluyla bir araya getirme, veri setini açıklama zamanında birleştirme, verinin daha çok bilgiyi açıklamasını sağlamak için geliştirilmesinde birleştirme ve verinin içine yerleştirilmesinde yani gömülü olarak bir araya getirerek birleştirmektir. Bu yarı deneysel araştırmada, nitel yöntemlerle elde edilen veriler nicel veri setini desteklemek amacıyla gömülüp tartışma kısmında bir araya getirilmiştir. Araştırmanın deneysel tasarımı tablo 3.2' de verilmiştir.

Tablo 3.2. Araştırmanın deneysel tasarımı

Grup	Ön Test	İşlem	Son Test
Deney grubu	O _{1.1}	Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitimi	O _{1.2}
	O _{2.1}		O _{2.2}
	O _{3.1}		O _{3.2}
Kontrol grubu	O _{1.1}	Mevcut Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programı	O _{1.2}
	O _{2.1}		O _{2.2}
	O _{3.1}		O _{3.2}

O₁: Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi

O₂: STEAM Tutum Ölçeği

O₃: STEAM Algı Ölçeği

O_{1.1}, O_{2.1}, O_{3.1}: Ön testler

O_{1.2}, O_{2.2}, O_{3.2}: Son testler

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu 2023-2024 eğitim-öğretim yılı Gaziantep İlinin Yavuzeli İlçe Merkezinde bulunan bir devlet ortaokulunun 7. sınıf düzeyinde öğrenim gören 42 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın gerçekleştirildiği devlet okulunda 7/A ve 7/B olmak üzere 2 tane 7. sınıf şubesi bulunmaktadır. Bu öğrencilerden 20'si deney grubu 22'si kontrol grubu olmak üzere, hangi grubun deney hangi grubun kontrol grubu olarak atanacağı tarafsız olarak belirlenmiştir. Okul idarecileri ve öğretmenleri ile yapılan görüşmeler sonrasında şubelerin oluşturulması esnasında belirlenen bir kriterin göz önüne alınmadığı, şubelerdeki öğrencilerin akademik başarıları ve sosyo-ekonomik seviyelerinin benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın 7. sınıf öğrencileri ile yürütülmesinin nedeni olarak; alanyazında yapılan konu ve sınıf düzeyi çalışmalarının 2013 MEB Fen Bilimleri müfredatına uygun olarak gerçekleştirilip 2018 MEB Fen Bilimleri müfredatına uygun olarak yapılan araştırmanın olmamasıdır. Araştırmacının çalıştığı kurumda araştırmacı sadece 5., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin dersine girmektedir. Araştırmacı daha önceden 7. sınıf öğrencilerinin dersine girdiğinden öğrencilerin çalışmaya gönüllü olarak katılacağı

düşünüldüğünden çalışma grubu olarak 7. sınıf öğrencileri ile yürütülmesinin uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bu araştırmada amaçsal örnekleme yöntemlerinden olan durum örneklemesi kullanılmıştır. Araştırmacı çalışmayı görev yeri olan ortaokulda gerçekleştirdiğinden çalışma grubuna karar verilirken kolay ulaşılabilir durum örneklemesi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminin seçilmesinin nedeni kolay ulaşılabilir durum örneklemesi araştırmacının çalışma yapacağı gruba çalışma zamanında ulaşılabilirliğin kolay ve yakın olduğunda seçilen ekonomik ve kullanışlı örnekleme yöntemi olmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Araştırmanın deney ve kontrol grubuna katılan öğrencilerin cinsiyete göre dağılımları tablo 3.3' te verilmiştir.

Tablo 3.3. Öğrencilerin gruplara ve cinsiyete göre dağılımları

Grup	Kız öğrenci sayısı (f)	Erkek öğrenci sayısı (f)	Toplam öğrenci sayısı (f)
Kontrol grubu	11	11	22
Deney grubu	10	10	20

3.3. Araştırmacı Rolü

Bu araştırmada araştırmacı çalışmayı kendi görev yaptığı okulda gerçekleştirdiğinden uygulama sürecinde ve ders dışı süreçlerde rehber ve gözlemci rolündedir. Disiplinler üstü fen öğretimi yaklaşımını göz önünde bulundurduğundan rehber ve yol gösterici olarak öğrencilerin bilgiyi keşfetmelerine yardımcı olarak tasarımlarını ortaya koyabilecekleri imkanlar sunar. Araştırmacının ilkokul ve ortaokul seviyelerinde özel ders, ücretli öğretmenlik ve dene-yap atölyelerinde öğretmenlik deneyimleri vardır. Özel bir kolejde fen bilimleri uzman kadrosu ile laboratuvar derslerini hazırlama ve uygulamasında görev almıştır. MEB tarafından açılan STEM hizmet içi eğitimlerine katılmıştır.

Tüm uygulama sürecinde laboratuvar malzemelerin temin edilmesi, bilim uygulamaları ve beden eğitimi derslerinde öğrencilerin çalışacağı laboratuvarı açık bulundurma, etkinlik kağıtlarının hazırlanması, kullanılacak malzeme, kaynakların hazır durumda bulunması ve değerlendirmelerden sorumlu olmuştur. Öğrencilere süreç boyunca rahat çalışabilecekleri STEAM laboratuvarı, kullanabilecekleri tablet, telefon, bilgisayar

sağlama ve düşünlerini serbest ifade edip tartışabilecekleri sınıf ortamı olmasına özen göstermiştir. Araştırmada uygulamanın veri toplama ve analizi süreçlerinde araştırmacı olarak görev ve sorumluluklarına yönelik rolünü üstlenmiştir.

3.4. Veri Toplama Araçları

Bu bölümde, araştırmada karma yöntem araştırma deseni kullanıldığından nitel ve nicel veri toplama araçlarına yer verilmiştir.

Veri toplama araçları, nitel ve nicel veri toplama araçları olarak iki grupta ele alınmıştır. Bu araçlara ait özellikler anlatılmıştır.

3.4.1. Nicel veri toplama araçları

Araştırmanın nicel verilerini elde etmek için STEAM Algı Ölçeği, STEAM Tutum Ölçeği, Işığın Madde ile Etkileşimi akademik başarı Testi ve Bilimsel Yaratıcılık Rubriği ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.4.1.1. STEAM algı ölçeği

Araştırmada kullanılan algı testi, Knezek ve Christensen(1998) tarafından geliştirilen STEM algı ölçeği, Gülhan (2016) ve Kızılay (2017) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Sanat alanının da eklenmesiyle STEAM uyarlanarak düzenlenmiş ve STEAM alanlarına yönelik algıları ölçmede kullanılmıştır (EK 8). STEAM algı ölçeği fen, teknoloji, mühendislik, sanat, matematik ve kariyer alanları olmak üzere altı alandan oluşmuştur. Ölçekte yer alan her alan için beş madde bulunmakta ve her algı zıt anlamlı kelimeleri ifade edecek şekilde verilmiştir. Zıt anlamlı kelimeler 1-7 arasında dercelendirilerek öğrenciye 7 seçenek sunularak kendi düşünceleri doğrultusunda işaretlemeleri istenir. STEAM algı ölçeğinde olumlu ifadeler için en düşük puan 1, en yüksek puan 7'dir. Olumsuz ifadelerde tersten puanlama yapılmıştır.

3.4.1.2. STEAM tutum ölçeği

Çalışmada kullanılan STEAM tutum ölçeği, iki farklı testin Gülhan ve Şahin (2018)'nin yaptığı bir araştırma çalışmasında bir araya getirilerek oluşturulmuştur. İki farklı ölçme aracı olan STEM tutum testi ve sanata karşı tutum ölçeği birleştirilmiştir. Friday Institute (2012), tarafından STEM tutum testi geliştirilmiş ve Türkçeye adaptasyonları

Gülhan ve Şahin (2016) tarafından yapılmıştır. Araştırmacıların Türkçeye adapte ettikleri testin güvenirliğinin 0.92 olarak belirlemişlerdir.

Sanata karşı tutum ölçeği Dede (2016) tarafından geliştirilmiştir. 21 maddeden oluşan bu ölçeğin araştırmacı tarafından güvenirliği 0.89 olduğu belirtilmiştir. Bu iki farklı test birleştirilerek STEAM tutum ölçeği haline getirilmiştir. Yapılan birleştirmeler sonucunda 58 maddelik STEAM tutum ölçeği oluşturulmuştur (EK 9). Beşli likert bir ölçektir. Yapılan güvenirlik analizinde testin güvenirliği 0.941 olarak belirtilmiştir.

STEAM tutum ölçeği deney- kontrol gruplarına iki ders saati süresi verilerek ön test-son test olarak uygulanmıştır. Testin değerlendirmesinde olumlu ifadelerde kesinlikle katılmıyorum 1 puan, kesinlikle katılıyorum 5 puan olarak puanlanmıştır. Ters maddelerde puanlama tersine çevrilerek alınmıştır.

3.4.1.3. Işığın madde ile etkileşimi akademik başarı testi

Araştırmada kullanılan akademik başarı testi yedinci sınıf “Işığın madde ile Etkileşimi” ünitesini kapsayacak şekilde Demirel (2021) tarafından 2018 Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri öğretim programına uygun olarak geliştirilmiştir (EK 4). Işığın madde ile etkileşimi ünitesindeki 12 kazanımı kapsayacak şekilde 25 maddeden oluşmaktadır. Soruların hazırlık aşamasında kazanım testleri, merkezi sınavlar, bursluluk sınavı, okullarda sıklıkla kullanılan internet siteleri (fenokulu.com, mebvitamin.com, morpakampüs.com) incelenerek dört seçenekli çoktan seçmeli sorular hazırlanmıştır.

Demirel tarafından testin faktör analizi ve yapı geçerliliği hesaplanmıştır. Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testinin ortalama güçlük indeksi 0.622, ortama ayırt edicilik indeksi 0.505 ve testin KR- 20 güvenirlik katsayısı 0.74 olarak hesaplanmıştır. Testin ayırt edici ve güvenilir bir test olduğu belirtilmiştir (Demirel, 2021).

Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi deney-kontrol gruplarına bir ders saati süresi verilerek ön test-son test olarak uygulanmıştır. Testin değerlendirilmesinde istatistiksel analiz yapılarak en düşük puan sıfır, en yüksek puan 25 olarak toplanmış gerekli hesaplamalar yapılarak karşılaştırılmıştır.

3.4.2. Nitel veri toplama araçları

3.4.2.1. Bilimsel yaratıcılık rubriği

Çalışmada öğrencilerin bilimsel yaratıcı düşüncelerini ölçmek için bilimsel yaratıcılık rubriği kullanılmıştır. Bu rubrik Barak ve Doppelt (2000) tarafından yaratıcı düşünme

basamaklarını kapsayacak şekilde geliştirilmiştir. Gülhan (2016) tarafından yapılan çalışmada rubriğin Türkçe çevrisi yapılarak STEM uyarlanarak kullanılmıştır. Daha sonra Gülhan (2018) tarafından başka bir araştırmada STEAM'e uyarlanmıştır. STEAM soruları gözlem basamağına eklenerek kullanılmıştır (EK 10).

Yaratıcı düşünme becerisi basamakları rubrikte farkındalık, gözlem, strateji ve yansıtma olmak üzere dört basamaktan oluşmaktadır (De Bono, 1996'dan aktaran Barak ve Doppelt, 2000). Öğrencilerden yaptıkları tasarımın çizimi ve bileşenleri farkındalık basamağında istenmiştir. Öğrencilerin STEAM bileşenlerini fark etmesi ve bunu bilinçli olarak ifade etmesi gözlem basamağında ele alınmıştır. Tasarımlarında minimum maliyet yüksek kalite beklentisi doğrultusunda malzeme seçimini ifade etmesi ve tasarımını test ederek diğer gruptakilerle kıyas yapması strateji basamağını içermektedir. Yapılan tasarımlar sonrasında öğrencilerin hayal ettiklerine ulaşip ulaşmadığı, süreç içerisindeki olumlu ve olumsuz deneyimlerini, yeniden tasarımı yaptıklarında hangi önerilerde bulunmaları yansıtma basamağında yer almaktadır.

Yansıtıcı düşünme becerileri basamakları olan farkındalık, gözlem, strateji ve yansıtma katmanına ait sorulara yönelik puanlar yer almaktadır. Farkındalık katmanında bulunan sorular 10 puan, gözlem katmanındaki sorular 10 puan, strateji katmanına yönelik sorular 30 puan, yansıtma katmanına yönelik sorular 40 puan olacak şekilde rubriğin geneli 100 puan üzerinden hesaplanarak değerlendirme yapılmıştır (Gülhan, 2016). Bilimsel yaratıcılık rubriği kontrol grubuna değil sadece deney grubuna uygulanmıştır. Yapılan tasarımların ardından her etkinliğin bitiminde öğrencilerin cevaplamaları istenmiştir. Her etkinlik sonrasında kullanıldığından dolayı öğrencilerin uygulama sürecince gelişimleri izlenmiştir.

3.4.2.2. Mesleki ilgi envanteri

Holland tarafından geliştirilen ve psikoloji alanında sık kullanılan Mesleki Seçim Teorisi'ne dayanan bu envanter, bireylerin mesleki eğilimlerini anlamak için etkili bir araçtır. Teori, bireylerin kişilik özellikleriyle mesleklerin sosyal çevrelerinin uyumlu olduğu durumlarda daha mutlu ve başarılı olabileceğini öne sürer. Bu envanter, bireylerin kendilerini daha iyi tanımalarına, ilgi alanlarını ve becerilerini anlamalarına ve bu doğrultuda kariyer planlamalarını daha bilinçli bir şekilde yapmalarına yardımcı olur. Altı mesleki kategori, kişilik ve mesleklerin nasıl eşleştiğini açıklamaktadır. Standart bir mesleki ilgi envanteri değildir. RIASEC olarak baş harfleri kısaltılmış kategorilerde meslekler yer

almaktadır (EK 13). Bu envanterde öğrencilerin uygulamaya dayalı olarak etkinlikler sırasındaki yönelimleri ve ilgileri üzerinden meslek kategorilerini seçmeleriyle mesleki ilgileri tespit edilmiştir (Duruk, 2020).

3.4.2.3. Bilimsel sorgulama hakkındaki görüşler ölçeği

Bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşleri ölçmek amacıyla kullanılan Views on Scientific Inquiry (VASI) anketi, Lederman vd. (2014) tarafından geliştirilmiş olup, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulama hakkındaki anlayışlarını ve bakış açılarını değerlendirmek için kullanılan önemli bir ölçme aracıdır. Türkçe'ye uyarlanmış hali olan Bilimsel Sorgulamaya İlişkin Görüş Ölçeği, öğrencilerin bilimsel sorgulama süreçleriyle ilgili bilgi, tutum ve becerilerini değerlendirmek için kullanılmaktadır (EK 6). Fen bilimleri ders süresinde öğrencilere iki ders saati olan 40+40 dakika zaman verilerek ölçeği cevaplamışlardır. Ölçekteki sorulara hiç müdahale edilmeden öğrencilerin cevaplandırılması sağlanmıştır.

Ortaokul öğrencilerinin ankete verdikleri cevaplar elde edildikten sonra bilgili, karmaşık, yetersiz ve net olmayan/boş düzey olarak gruplandırılmıştır. Yapılan sınıflandırmada bilgili düzey için, bilimsel sorgulama anketinde cevapların doğru bir şekilde cevaplayıp bunu uygun örneklerle açıklayabildiği durumları; karmaşık düzey için, anketlerde verilen cevapların yetersiz olduğunu ve örneklerle açıklayamadığı durumları; yetersiz düzey için, verilen cevapların düzgün ve mantıklı olmadığı yani karmaşık durumları; net olmayan / boş düzey için ise verilen cevapların yanlış olduğu ya da soruya cevap verilmediği boş bıraktığı durumu ifade etmektedir. Bilimsel sorgulamanın bileşenleri ve onları hedefleyen anket soruları Tablo 3.4'te verilmiştir (Lederman vd., 2014).

Tablo 3.4. *Bilimsel sorgulama bileşenlerini hedefleyen anket soruları (Lederman vd., 2014).*

Bilimsel Sorgulama Bileşenleri	Anket Soruları
1-Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez.	1a, 1b, 2
2-Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur.	1b, 1c
3-Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.	5
4-Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşmayabilirler	3a
5-Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.	3b
6-Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır	6
7-Bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir.	4
8-Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır.	7

3.4.2.4. Etkinliklerle ilgili yarı yapılandırılmış görüşme soruları

Deney grubuna uygulanan “bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitimi” etkinlikleri ile ilgili hazırlanmış olan “STEAM görüşme soruları” deney grubunda yer alan 20 öğrenciye uygulanmıştır. Bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM etkinliklerini kapsayan görüşme soruları uygulama bittikten sonra sadece deney grubunda bulunan öğrencilere son test olarak uygulanmıştır (EK 14).

3.5. Araştırmanın Uygulama Süreci

Bu araştırma 2023- 2024 eğitim öğretim yılının II. Döneminde Gaziantep Yavuzeli ilçe merkezinde bulunan İmam Hatip Ortaokuluna devam eden 7. sınıf öğrencileri ile 9 hafta yürütülmüştür. Uygulamaya başlamadan önce şubelerde çok fazla devamsızlık yapan öğrenciler ve sürekli devamsız öğrenciler tespit edilerek deney ve kontrol grubunda yer alan öğrenciler belirlendi. Bu öğrencilerden 20’si deney grubu 22’si kontrol grubu olmak üzere, hangi grubun deney hangi grubun kontrol grubu olarak atanacağı tarafsız olarak belirlenerek, uygulama haftada dört ders saati olan Fen Bilimleri dersinde yürütülmüştür. Deney grubu dört kişilik beş gruba ayrılmıştır. Gruplar belirlenirken seçkisiz atama yapılmıştır. Ancak okul taşınalı okul olduğundan öğrenciler farklı köylerden ve kasaban geldiklerinden okul dışı ekip arkadaşlarıyla çalışma durumlarına göre öğrencilerin istekleri dikkate alınarak bazı küçük düzenlemeler yapılmıştır. Öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte takımını en iyi temsil eden, onların düşüncelerini yansıtan grup adlarını belirlemişlerdir. Araştırmacı öğrencilerin farklı derslerine girmiş olduğundan ek ders yapma fırsatı bulmuştur. Uygulamaya geçmeden önce derse devameden öğrencilerden veli onam formu alınmıştır. Deney ve kontrol grubuna ön testler uygulanmıştır. Asıl uygulama süreci başlamadan öğrenciler ile iki hafta oryantasyon çalışması yapılmıştır. Oryantasyon sürecinde bilimsel sorgulamanın ne demek olduğu daha sonra STEAM eğitiminin ne anlam ifade ettiği, bileşenlerinin neler olduğu, öğrencilere mandaldan sandalye tasarımı etkinliği yapılarak bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitimi uygulamalı olarak gerçekleştirip süreç başlatılmıştır. Öğrenciler ile oryantasyon çalışması gerçekleştirilirken aynı zamanda öğrenci velilerinin başarıya yönelik kaygılarını azaltmak için veli toplantıları düzenlenip, velilerin bu konuda bilgilencmeleri sağlanarak öğrencileri desteklemeleri ile öğretmen-veli iş birliği sağlanmıştır.

Öğrencilerin normal öğretim programından farklı olarak gerçekleştirilen fen bilimleri dersine motive olabilmeleri ve bunu fark edebilmeleri için fen bilimleri laboratuvarı STEAM

laboratuvarına dönüştürülerek dersler diğer şubelerin derslerini aksatmayacak şekilde burada gerçekleştirilmiştir. Bu dönüşümde öğrencilerin oryantasyonda öğrendikleri ile yaptığı etkinlikler ile değişim gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler mühendislik tasarımına dayalı etkinlikler gerçekleştirdiğinden bir mühendis gibi ekip çalışması yapacağı masalar, kolay ulaşabilecek araç ve gereçlerin bulunduğu ortam düzenlemesi önemli olmaktadır. Okulda bilgisayar laboratuvarı olmadığından öğrencilerin araştırma-soruşturma sürecini sağlıklı gerçekleştirmelerine yardımcı olmak için bilgisayar ve kullanabilecekleri internet araştırmacı tarafından sağlanmıştır. Öğrenciler kırsal bölgede yaşadıklarından dolayı çoğunda bilgisayar ve internet bulunmamaktadır. Bu sayede öğrenciler teneffüsde dahil olmak üzere okul saatleri içerisinde istedikleri zaman araştırma yapma imkanı bulmaktadır. Tüm bu ön hazırlıklara rağmen öğrenciler ilk haftalarda yapmak istemediklerini belirleterek, grup arkadaşlarıyla iletişimde olmama ve bilimsel sorgulama sürecine aktif katılım sağlayamamışlardır. Direnç göstermelerinin nedeni kendilerine farklı gelen bir uygulamanın olduğu, klasik defter, test kitapları kullanmadan üniteye konu ve kavramları öğrenemeyeceklerini ifade edip merkezi sınavlarda başarısız olacaklarını düşündüklerinden kaynaklanmaktadır. Öğrencilerin bu düşüncelerini olumlu yönde değiştirmek için uygulama sürecine MEB tarafından yapılan sınavlarda çıkan sorular eklenerek uygulamaya devam edilmiştir. İlerleyen haftalarda öğrencilerin derse daha aktif bir şekilde katılım gösterdikleri ve uygulamanın ilk haftalarındaki düşüncelerinde değişim meydana gelmiştir. STEAM eğitimini sevdikleri ve bilimsel sorgulama süreçlerine aktif katılım gösterip farklı derslerde ve teneffüslerde STEAM laboratuvarında aktif olarak çalıştıkları görülmüştür.

Tablo 3.5. Araştırmada takip edilen işlemler

Grup	Ön testler	İşlem	Son testler
Deney grubu	STEAM algı ölçeği	Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitimi	STEAM algı ölçeği
	STEAM tutum ölçeği		STEAM tutum ölçeği
	Akademik başarı testi		Akademik başarı testi
	Bilimsel sorgulama ölçeği		Bilimsel sorgulama ölçeği
			Mesleki ilgi envanteri
			STEAM görüşme soruları
Kontrol grubu	STEAM algı ölçeği	Mevcut öğretim programı eğitimi	STEAM algı ölçeği
	STEAM tutum ölçeği		STEAM tutum ölçeği
	Akademik başarı testi		Akademik başarı testi
	Bilimsel sorgulama ölçeği		Bilimsel sorgulama ölçeği

Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde dikkate alınan kazanımlar bu doğrultuda önerilen ders saati ile birlikte araştırmada takip edilen işlemler Tablo 3.5’ te sunulmuştur (MEB, 2018). Uygulamanın gerçekleştirildiği deney grubu ve kontrol grubuna uygulama öncesinde aynı ön testler uygulanmıştır. Süreçte deney grubuna bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitimi ile ışığın madde ile etkileşimi ünitesi tasarlanmıştır. Kontrol grubunda ise mevcut fen öğretim programıyla ünite tasarlanmıştır. Uygulama süreci sonunda iki grubunda aynı son testler uygulanmıştır. İki grup arasında öğretim yönteminin farklılıkları karşılaştırılmıştır. Deney grubuna kontrol grubundan farklı olarak nitel veri toplama araçları olan mesleki ilgi envanteri ve STEAM görüşme soruları kullanılmıştır. Öğrencilerin mesleki yönelimlerinin nasıl olduğu belirlenmiştir. STEAM görüşme sorularıyla öğrencilerin uygulamayı ve etkinlikleri sevdikleri yönleri veya olumsuz yönleri kısacası uygulamaya dönük bir çok fikirleri alınmıştır.

Işığın madde ile etkileşimi ünitesindeki kazanımları kapsayacak şekilde hafta hafta ders planları modülleri oluşturulmuştur. Bu kazanımlar Tablo 3.6’da verilmiştir. Ders planları oluşturulurken öncelikle STEAM konularıyla gerçekleştirilen araştırmalar ve etkinlikler incelenmiştir. Etkinlikler araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve danışman tarafından incelenerek düzenlenmiştir. Etkinlikler 7. sınıf ışığın madde ile etkileşimi ünitesi temelinde matematik, mühendislik, sanat, teknoloji ve tasarım kazanımlarıyla ilişkilendirilmiştir. Hazırlanan ders planı modülleri son halleri ile ekte sunulmuştur (EK 15).

Tablo 3.6. Işığın madde ile etkileşimi kazanımları

Kazanımlar	Önerilen Süre
1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.	26 ders saati
2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.	
3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansımaları ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.	
4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.	
5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.	
6. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.	
7. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.	
8. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebinin ortam değişikliği ile ilişkilendirir.	
9. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneylerle gözlemler.	
10. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneylerle belirler.	
11. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiye kullanım alanlarına örnekler verir.	
12. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.	

3.5.1. Deney grubuna ait uygulama

Araştırmanın başlangıcında veri toplama araçları deney grubu öğrencilerine ön test olarak uygulanmıştır. Deney grubunda, mevcut fen bilimleri öğretim programında yer alan kazanımlar doğrultusunda bilimsel sorgulamaya Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik-Sanat entegrasyonu (STEAM) odaklı etkinlikler uygulanmıştır. Uygulama sürecinde hem nicel hem de nitel verilerin elde edildiği veri toplama araçları kullanılmıştır. Uygulamanın sonunda ise başlangıçta uygulanan aynı veri toplama araçları gerçekleştirilen uygulama sonrasında tekrar deney grubu öğrencilerine son test olarak uygulanmıştır. Bunun dışında sadece son test olarak mesleki ilgi envanteri ve STEAM görüşme soruları deney grubunda bulunan öğrencilere son test olarak uygulanmıştır.

Bu bölümde bilimsel sorgulamaya dayalı olarak gerçekleştirilen STEAM etkinlik modüllerine yer verilmiştir.

3.5.1.1. Birinci hafta modülü uygulama süreci

Etkinliklerin uygulanmasında Hacıoğlu (2020) tarafından sorgulamaya dayalı öğretim ile gerçekleştirilen STEM ders programı Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM ders planına dönüştürülerek kullanılmıştır. Etkinlikler STEAM disiplin alanlarına ve bilimsel

sorgulamaya uyacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sürecinin başlangıcında araştırmacı, çözülmesi gereken ana problemi belirler ve bu problemi anlamak ve incelemek için ilgili koşullar ve senaryoları öğrencilere sunar. Bu tür bir yaklaşım izlenmesinde araştırmanın kapsamını netleştirir, aynı zamanda araştırma sürecinin izlenecek yolunu da ortaya koyar. Etkinlikler bu temel problem etrafında şekillenir, böylece araştırma süreci bir bağlam ve hedef etrafında düzenlenmiş olur. Bir sonraki aşamada öğrenciler grup olarak tasarım kâğıtlarını doldurduktan sonra grup çalışması yaparak ortak bir "grup fikri" oluşturdukları anlatılmaktadır. Bu süreç, öğrencilerin önce kendi fikirlerini geliştirmelerine ve sonra bu fikirleri grup içinde müzakere edip paylaşarak daha kapsamlı ve ortak bir çözüm üzerinde uzlaşmalarına olanak tanır. Öğrenciler planları ve elde ettikleri bilgiler doğrultusunda mühendislik tasarım becerileriyle ve bilimsel sorgulama becerilerininide kullanarak olası çözüm yolları geliştirip bunlar arasında en uygun olanı belirlerler. Minimum maliyet, yüksek kalite beklentisi doğrultusunda maliyet-malzeme tablosu hazırlayarak STEAM laboratuvarında ürünün model çizimi yapıldıktan sonra tasarım aşamasına geçmişlerdir. Öğrenciler hem bireysel hemde bulundukları gruplarda bilimsel sorgulama becerilerini geliştirerek, farklı bakış açıları ele almayı sürecin sonunda ortak yaratıcı çözümler geliştirmeyi kazanmışlardır. Bu şekilde minik Güneş mühendisi yaka kartlarını takarak bir mühendis olarak diğer disiplin alanındaki bilgi ve beceri kullanarak tasarımlarını gerçekleştirmeye koyuldular. İlk tasarımı yapmak istemediklerinden ve sınav kaygısı yaşadıklarından 4 ders saatinde olan tasarım 8 ders saatinin sonunda tamamlanmıştır. Uygulamanın ilk haftasında öğrencilerin kaygılarından dolayı velilerde okulu ziyaret etmişlerdir.

“Güneş Fırını Tasarlıyorum” etkinliği ile başlanılarak öğrencilerin fen bilimleri dersi kazanımları doğrultusunda ışığın soğurulmasını, güneş enerjisinin yenilikçi uygulamalarına ve gelecek nesiller için ürettiği fikirleri sunması adına etkinlik gerçekleştirilmiştir. Etkinlik matematik, fen bilimleri, görsel sanatlar ve teknoloji ve tasarım kazanımları doğrultusunda bütünleşik bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Fen disiplninde siyah renkli cisimlerin ışığı emmesi ve siyah cisimlerin daha sıcak olmasının özelliklerini kazandırmak ve günlük yaşamdaki uygulamalarına örnekler verebilmek, teknoloji disiplinin alanında animasyon izleme ve termal kamera uygulaması ile teknolojik gelişmelerden yararlanarak tasarımlarındaki eksiklikleri tespit etme, mühendislik disiplninde bilimsel bilgiyi kullanarak Güneş enerjisiyle yemekleri pişirebilecek bir ocak tasarımı ortaya koyma, matematik alanında tasarım prototipini gerçekleştirmek için orantısal temel matematiksel

hesaplamalar yaparak tasarımın küçük formlarını oluşturma, termometre ile sıcaklık ölçümü yapması ve zamana göre kaydederek grafik çizimi yapabilmesi sağlanmıştır. Gruplar tasarımlarını tamaladıklarında tasarımlarını deneme yanılma yoluyla geliştirmeye çalıştı, öğretmen tarafından test edebilecekleri ortam hazırlandı. Sanat boyutunda “Masterchef Yavuzeli All Star” yarışması düzenlenerek kolay eriyen, pişen, çikolata vb. malzemelerle kendi tasarım tabaklarını yaparak eğlenmiş ve resim sanatıyla ilişkilendirerek çizimlerini gerçekleştirmişlerdir. STEAM meslekleri tanıtılmıştır. Enerji Mühendisliği, Güneş Enerjisi Mühendisliği ve Şehir Mühendisliği gibi mesleklerin öne çıkarıldığı vurgulanmaktadır. Bu tür tanıtımlar, öğrencilere çeşitli mühendislik ve teknoloji alanlarındaki mesleklerin ne işe yaradığını, bu alanların nasıl çalıştığını ve bu mesleklerde nasıl bir kariyer yolunun izlenebileceğini gösterir. Bu yaklaşım, öğrencilere gelecekteki kariyerleri hakkında bilgi verirken aynı zamanda STEAM alanlarında ilgi uyandırmak için önemli bir fırsat sunar. Ayrıca, bu mesleklerin özellikle çevre ve sürdürülebilirlik gibi konularda nasıl önemli bir rol oynadığı da vurgulanmış olabilir. Ders modülü bitiminde amaçlar için modül kontrol listesi uygulanmıştır.

Tablo 3.7. Kontrol listesi

Amaçlar	Evet	Hayır	Belli olmayan
1. Gerçekleştirilen ders modülü kazanımlara ulaştı.	X		
2. Öğrenciler bu modülde Sanat’ı disiplinini etkili şekilde kullandı.	X		
3. Öğrenciler bir model geliştirebildi.	X		
4. Öğrenciler bir ürün ortaya çıkardı.	X		
5. Öğrencilerin planlama sürecinde bir B planları vardı.			X
6. Öğrenciler sürecin planmasında meydana gelebilecek sorunları ön görerek alternatif bir plan oluşturmuşlardır.			X
7. Öğrenciler değerlendirme sürecinde günlük hayatta kullanacaklarını anlattı.	X		
8. Öğrenciler tüm süreçte bilimsel sorgulama becerisine uygun hareket ettiler.	X		

“Güneş Fırını Tasarlıyorum” etkinliği molüne göre amaçlara ulaşp ulaşmadığını belirlemek için kontrol listesi doldurulmuştur. Bu modülde gerçekleştirilen tasarım öğrencilerin ilk tasarımı olduğundan ve normalde işledikleri fen bilimleri dersi içeriğinden farklı olarak defter, kitap gibi materyalleri kullanmadığından uygulama iki hafta sürmüştür. Öğrenciler ürün üzerinde süreçten daha fazla zaman geçirmişlerdir. Öğrencilerin uygulamaya dönük kaygılarını azaltmak adına ders bitiminde eve ödev soruları verildi ve

motive olmaları için törende okul müdürü tarafından tüm aşamaları başarıyla uygulayan gruba başarı belgesi verildi.

3.5.1.2. İkinci hafta modülü uygulama süreci

“Spektroskop Tasarlıyorum” etkinlik modeline uygun olarak bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen ders planıyla ışığın soğrulmasından beyaz ışığın renklerine geçiş yapıldı. Öğretmen derse sabun köpüğünden baloncuklar oluşturarak giriş yapar ve öğrencilerde eğlenerek balonları yakalamaya çalışır. Öğrencilere baloncukta farklı renkleri neden görmekteyiz sorusu yöneltilir (Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez) ve tartışma ortamı başlatılır. Işığın kırılmasına yönelik kullanılan animasyon ve fotoğraflardan sonra gökkuşağını gördükleri anı hayal etmeleri ve çizimleri istenir. Daha sonra öğrencilerin araştırmalarına rehber olmak adına Theodoric’in gökkuşağını anlama çalışma kartları öğrencilere dağıtılır. Bununla öğrencilere sorular yöneltilerek bilimsel sorgulama bişenlerinde gelişmeleri sağlanır. Gökkuşağını merak edip sadece gözlemlemek bilim yapmak mıdır? (Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez) Gökkuşağının oluşumu ile ilgili bilimsel bilgi nasıl elde edilmiştir? (Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur. Bilimsel bilgiler deneysel çıkarımlar içerir. Ancak her zaman gerçek deney nesnesi üzerinde çalışmak mümkün değildir). Aynı konu üzerinde çalışan bilim insanları farklı sonuçlar elde eder mi? (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir). Öğretmen öğrencileri bu aşamadan vereceği görev için hazırlar. **“Gaziantep Dene-Yap Atölyesinde Yapmak ve Farkına Varmak: Gerçek Renkler”** adlı projesi Theodoric’in gökkuşağını anlama çabalarına yardımcı olabilmek için tasarım konusunda yetenekli minik mühendisler aramaktadır. Siz ve grup arkadaşlarınız minik mühendislerden oluşan ekiplerden biri olmaya hak kazandıklarını belirterek öğrencilerin tasarım sürecini başlatır. Öğrencilerin çözüm önerilerine yardımcı olmasında süreçte öğretmen rehberliğinde html ve Phed uygulaması ile animasyon deneyleri yaptırılır. STEAM laboratuvarı okul saatlerinde açık tutulduğundan öğrenciler istedikleri saatlerde çalışma imkânı sunulmuştur. Öğrencilere tasarım aracının tanıtımı yapılır ve tanıtıma yardımcı olması için öğrencilerin internetten araştırma yapmalarına zaman verilir (spektroskop öğrenciler tarafından bilinmemektedir.) Yaptıkları araştırmaların tasarımlarına hizmet etmesi gerektiği öğrencilere sürekli hatırlatılır. Öğrencilere planlama kriterleri verilerek elde ettiği bilgilerle malzemelerin maliyet tablosu çıkarılır ve tasarımın temel bileşenlerini ifade ederler. Modül sonunda STEAM meslekleri

öğrencilere tanıtılır ve mühendislik kimlik kartlarına hangi mühendisliği yazdıkları incelenir.

Öğrenciler ürünü tamamlayıp arkadaşlarına sunum yapıp bilimsel yaratıcılık rubriği tüm öğrenciler tarafından puanlanmasına rağmen tasarımda görselliği ön planda tutup küçük dokunuşlar yapmışlardır. Sorgulama sürecinde öğrenciler tartışırken çoğu zaman ders süreleri yetmemiştir. Bazen boş derslerde ve öğle aralarında da çalışmalar devam etmiştir. Öğrencilerin sonunda başarı belgeleri olduğunu bilmeleri ve tüm okulun önünde törende verilmesi onları fazlasıyla motive etmiştir. Ancak sınav kaygıları hale devam etmekte olup bazı öğrencilerden katılmak istemediklerini ve zaman kaybı gibi ifadelerine yer verildiği görülmektedir.

Tablo 3.8. Kontrol listesi

Amaçlar	Evet	Hayır	Belli olmayan
1. Gerçekleştirilen ders modülü kazanımlara ulaştı.	X		
2. Öğrenciler bu modülde Sanat'ı disiplinini etkili şekilde kullandı.	X		
3. Öğrenciler bir model geliştirebildi.	X		
4. Öğrenciler bir ürün ortaya çıkardı.	X		
5. Öğrencilerin planlama sürecinde bir B planları vardı.			X
6. Öğrenciler sürecin planmasında meydana gelebilecek sorunları ön görerek alternatif bir plan oluşturmuşlardır.			X
7. Öğrenciler değerlendirme sürecinde günlük hayatta kullanacaklarını anlattı.			X
8. Öğrenciler tüm süreçte bilimsel sorgulama becerisine uygun hareket ettiler.	X		

3.5.1.3. Üçüncü hafta modülü uygulama süreci

Öğrenci bu haftada “ışığın renkli dünyası” adıyla kendi ışık gösterisi aracını tasarlamıştır. Öğrenciler bu modülde fen disiplin alanında cisimlerin renkli görünmesi ve farklı renk filtreler arasında ışığı soğurma- yansıtma özelliğini kazanarak günlük yaşamda bundan yararlanarak teknolojik gelişmedeki uygulamalarına örnek verebilmeleri, renkli görme ve görme olayında göz, beyin ve ışık arasındaki ilişkiyi öğrenerek göz sağlığına dikkat etmeleri gerektiği kazandırılır. Teknoloji alanında animasyon izleyerek ve HTML5 simülasyonları iPad'ler ile yaptığı deneylerden öğrendikleriyle ürünler tasarlayacak. Mühendislik disiplini ise öğrendiği bilimsel bilgilerden yararlanarak, ışığın renkli dünyasını öğrenerek ışık gösterisi aracı tasarımını yapabilmelerini amaçlamıştır. Matematik

disiplininde ışık renklerinin birleşiminden oluşan venn şemalarını çizerek kesişim ve birleşimi öğrenerek istediği ışık rengini elde edebilecektir, tasarımın modelini oluştururken temel matematiksel hesaplamalar yapabilmeleri beklenir. Ancak bu modülde ağırlıklı olarak sanat disiplinin ön plana çıktığı görülmektedir. Renk bileşimi renk şemasını ve pigmentin renklerini çizerek farklı olduğunu öğrenerek ve ışık gösterisine şarkı besteleyerek tasarımını tamamlayabilecektir. Işığın resim, müzik ve diğer sanat dallarındaki önemini ifade edebilecektir. Tasarımın içindeki resimleri çizebilecek.

Öğrenciler bu modülde ışık gösterileri araçlarına STEAM laboratuvarında hafta boyunca klipler çekmiş ve çok eğlenmişlerdir. Bu modülde sanat bileşenin önemini ve öğrencilerin ifadelerinde aslında zevkli, eğlenceli söz kalıplarını kullanması direçlerini kırmada etkili olmuştur. Sınıfta hiç konuşmayan, sessiz kalan öğrenciler sürece aktif katılmışlardır. Bazılarının ses yetenekleri keşfedilmiştir.

Tablo 3.9. Kontrol listesi

Amaçlar	Evet	Hayır	Belli olmayan
1. Gerçekleştirilen ders modülü kazanımlara ulaştı.	X		
2. Öğrenciler bu modülde sanat disiplini etkili şekilde kullandı.	X		
3. Öğrenciler bir model geliştirebildi	X		
4. Öğrenciler bir ürün ortaya çıkardı.	X		
5. Öğrencilerin planlama sürecinde bir B planları vardı.	X		
6. Öğrenciler sürecin planmasında meydana gelebilecek sorunları ön görerek alternatif bir plan oluşturmuşlardır.	X		
7. Öğrenciler değerlendirme sürecinde günlük hayatta kullanacaklarını anlattı.	X		
8. Öğrenciler tüm süreçte bilimsel sorgulama becerisine uygun hareket ettiler.	X		

Tablo 3.9’da modül kontrol listesine göre öğrenciler başarılı bir performans sergilemiştir.

3.5.1.4. Dördüncü hafta modülü uygulama süreci

Dersin bu modülünde fen bilimleri dersinin kazanımları doğrultusunda çevresinde gördüğü ayna çeşitlerini gözlemleyerek aynalardaki görüntü özelliklerini kazandırmak ve günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnekler verebilmelerini sağlamaktır. Konu aynalar olduğundan öğretmen öğrencilerin en çok sorduğunuz “öğretmenim en sevdiğiniz öğrenci kim?” sorusunun cevabını vereceğini söyler ve öğrencilerin merak edeceği etkinlikle başlar. Öğretmen öğrencileri bu aşamada vereceği görev için hazırlar. “Bulunduğumuz şehirde yer

alan Gaziantep Büyük Şehir Belediyesi “Kaleydoskopumu (Çiçek Dürbünümü) Tasarlıyorum” adında proje geliştirerek Gaziantep Oyuncak Müzesinde çalışacak minik mühendisler aranmaktadır broşürünü gruplara dağıtır. Broşürde kaleydoskop Behçet Necatigil’in şiiriyle çocuklara tanıtılmıştır. Öğretmen bu yarışmaları okul ve bölgeye özgün tasarladığından öğrenciler bunun gerçek bir yarışma olduğunu bilerek katılım göstermektedir. Başarı belgesi almak için gruplar arasındaki rekabet her geçen gün aratarak grupların STEAM laboratuvarında daha çok çalışmışlardır. Teknoloji disipliniyle aynalar ile ilgili animasyon izletilerek ve çizgi film izleyerek etkileşimli tahtayı kullanabilme ve yapacağı tasarım hakkında bilgi sahibi olabilecekleri, mühendislik disipliniyle bilimsel bilgiyi kullanarak bir çiçek dürbünü tasarımı ortaya koyabilme, sanat alanında doğadaki veya çevresindeki yansıma resimlerini fark edip çizebilmesi, matematik disiplin alanında ise tasarım modelini gerçekleştirmek için orantısal temel matematiksel hesaplamalar yaparak tasarımın küçük formlarını oluşturabilecek. Öğrencilere ışık mühendisleri ve ışık enerjisi meraklıları olarak seçtikleri malzeme ve materyallerle tasarımlarını üç boyutlu hale getirmeleri, sınıfta sunmaları ve bilimsel sorgulama ile müzakere yapmaları istenir. Değerlendirme sürecine yardımcı olabilmek adına her tasarımda sonra tüm öğrenciler ve öğretmen bilimsel yaratıcılık rubriği ile değerlendirme yapar. Bu tarz bir değerlendirme ile her öğrenci hem kendi grup tasarımını hemde diğer grupların tasarımını değerlendirme imkânı bulur. Bununla birlikte Tablo 3.10’ da kontrol listesine göre değerlendirmeler yapıldı.

Tablo 3.10. Kontrol listesi

Amaçlar	Evet	Hayır	Belli olmayan
1. Gerçekleştirilen ders modülü kazanımlara ulaştı.	X		
2. Öğrenciler bu modülde Sanat’ı disiplinini etkili şekilde kullandı.	X		
3. Öğrenciler bir model geliştirebildi.	X		
4. Öğrenciler bir ürün ortaya çıkardı.	X		
5. Öğrencilerin planlama sürecinde bir B planları vardı.			X
6. Öğrenciler sürecin planmasında meydana gelebilecek sorunları ön görerek alternatif bir plan oluşturmuşlardır.	X		
7. Öğrenciler değerlendirme sürecinde günlük hayatta kullanacaklarını anlattı.	X		
8. Öğrenciler tüm süreçte bilimsel sorgulama becerisine uygun hareket ettiler.	X		

Kaleydoskopumu tasarlıyorum ders modülünde öğrenciler kaleydoskopun yapısı ve renkli görüntüler üzerinde durarak kaleydoskoplarının birbirinden farklı daha kompleks görüntüler üzerinde durdular. Modül sonunda birbirinden farklı güzel görüntüler elde ettiler. Öğrenciler yaptıkları tasarımdan memnun kalıp tasarımlarını eve götürmek istediler. Öğrenciler her modül de olduğu gibi genellikle bu modülde de her ihtimale alternatif bir planı düşünememişlerdir.

3.5.1.5. Beşinci hafta modülü uygulama süreci

Dersin bu modülün de fen bilimleri dersinin kazanımları doğrultusunda ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile açıklayabilmek ve günlük yaşamdaki uygulamalarına örnekler verebilecek. Öğretmen öğrencileri bu aşamada vereceği görev için hazırlar. Okulumuzda “7. Sınıflar İçin Deneyimi Tasarlıyorum Yarışması Başlıyor” ve yarışmaya katılacak ekipler kurulmuştur. Siz ve takım arkadaşlarınız minik mühendisler olarak yarışmaya katılmaya hak kazandınız. Yarışmaya katılan tüm gruplardan ışığın ortam değiştirirken kırıldığını gösteren bir deney tasarımı istenmektedir. Yapacağınız tasarım deneyinde araştırmalar yapıp kriterlere uygun çözüm önerileri geliştirerek bir hipotez belirleyerek ona uygun deney tasarlamanız beklenmektedir. Ön tanıtımı geçen ekipler deneyinin modelini oluşturarak ve posterini hazırlayarak yarışmaya katılacaktır. Uygulama aşamasında soyut olan ışığın kırılmasını göstermek için phet ve javalab uygulamalarından öğrenciler istediği zaman kırılma deneylerini yapmışlardır. Bu aşamada öğrencilere yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimini engelleyebileceği için tasarımı gerçekleştirmeye yönelik yönerge verilmemeli, öğrencilerin kendi tasarımlarını oluşturmalarına fırsat tanınmalıdır. Ancak değerlendirmenin bilimsel bilgi ışığında ve tasarım özellikleri doğrultusunda yapılacağı hatırlatılmalıdır. **(STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği)** Modül sonunda bu modül ile ilgili STEAM mesleklerinin tanıtımları yapıldı. Özellikle mühendislik kartlarına yazmış oldukları sorgulamacı ve araştırmacı meslekler üzerinde duruldu. Tasarımlar bitince Tablo 3.11’ deki modül kontrol listesi uygulandı.

Tablo 3.11. Kontrol listesi

Amaçlar	Evet	Hayır	Belli olmayan
1. Gerçekleştirilen ders modülü kazanımlara ulaştı.	X		
2. Öğrenciler bu modülde Sanat disiplini etkili şekilde kullandı.	X		
3. Öğrenciler bir model geliştirebildi.	X		
4. Öğrenciler bir ürün ortaya çıkardı.	X		
5. Öğrencilerin planlama sürecinde bir B planları vardı.	X		
6. Öğrenciler sürecin planmasında meydana gelebilecek sorunları ön görerek alternatif bir plan oluşturmuşlardır.	X		
7. Öğrenciler değerlendirme sürecinde günlük hayatta kullanacaklarını anlattı.	X		
8. Öğrenciler tüm süreçte bilimsel sorgulama becerisine uygun hareket ettiler.	X		

Diğer ders tasarımlarda olmayan bu tasarımda olan alternatif bir planın olmasının nedeni tasarım aşamasını STEAM laboratuvarında gerçekleştiren öğrencilerin son hali bitine kadar grupların birbirinden etkilenmesini önlemek aynı deney tasarımını yapmamak için gerçekleştirmişlerdir. Hatta öğrencilerden bazıları farklı grupların tasarımına bakarak yaptıkları için iyi bir tasarım yapmak isteyen z-kuşağı mucitleri tasarımı laboratuvarında değil kütüphanede gerçekleştirmiştir. Kendi aralarında whatsapp grupları kurup daima etkileşim içinde olmuşlardır. Bundaki en büyük etki tüm kriterleri başarılı olarak en iyi şekilde sunan takım okul müdürü tarafından ödüllendirilecek ve tasarladığı deneyi ilçedeki diğer okullara sunma imkânı verilecektir. Motivasyonlarının daima canlı tutulmasında önemli rol oynamıştır.

3.5.1.6. Altıncı hafta modülü uygulama süreci

Fen bilimleri dersinin bu haftaki kazanımları doğrultusunda ışığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler Galileoskop tasarımıyla verilmiştir. Her grup bilimsel bilgiyi kullanarak kendi Galileoskopunu tasarlayabilecek. Öğretmen öğrencileri bu aşamada vereceği görev için hazırlar. “Bulunduğumuz şehirde yer alan Gaziantep Büyükşehir Belediyesi “Gözlemevi ve Bilim Merkezi ile ‘Gökyüzü Gözlem Gecesi’ etkinliği düzenleyerek öğrencileri gökyüzü ve gök cisimlerini tanıma fırsatı verecektir. Bu etkinliğe katılabilmek için her grup “Kendi teleskobumu tasarlıyorum adıyla Galileoskop tasarımı yapacaktır. Siz ve takım arkadaşlarınızda optik mühendisleri olarak Galileoskop tasarlamanız gerekmektedir. Yapacağınız tasarımlarda için ilk önce ön çalışmalar yapıp kriterlere bakarak çözüm önerileri geliştireceksiniz. En iyi çözüm önerisi geliştirdikten sonra belirlenen sorulara yanıtlar verip çalışmanızın ön tanıtımını gerçekleştireceksiniz. Ön tanıtımı

oluşturan ekipler projenin üç boyutlu modelini oluşturacaktır. Modelin tamamlanmasının ardından tüm aşamalarda başarılı olan ekipler Galileoskopları ile birlikte gökyüzü gözlem gecesine katılmaya hak kazanacaktır. Öğrencilerin bilgiyi keşfetmelerine rehber olabilmek adına öğretmen Bilim ve Teknik Dergisindeki ‘Gökyüzü’ bölümü öğrencilere verilerek bilgileri keşfetme süreci işe koyulur. Phet, javalab, html uygulamalarındaki deneyler ve etkinlikleri her öğrenci süreçte bireysel ve grupla yapma fırsatı verildiğinden öğrenciler soyut olan konuları somut hale getirmişlerdir. Tasarımlar bitince öğrencilerden grup olarak tasarımlarını sunmaları istenir. Sunarken tasarlama sürecini hangi bilgileri kullandıklarını ifade etmeleri istenir. Her grup üyesinin görüşünün alınmasına dikkat edilir. Çünkü son haftalara doğru yaklaşıldığında öğrenciler arasında rekabet çok artmıştır. Özellikle kız ve erkek öğrenciler arasında ara ara başarı belgesi alabilmek adına sıkıntılar yaşanmıştır.

Öğrenciler haftalar geçtikçe bir mühendisin çalışma disipliniyle çalışabildikleri ve bir takım beceri edindiklerinden tasarımlarında, sınıf içi değerlendirme, müzakere süreçlerinde ilk haftaya göre olumlu gelişmeler görülmüştür. İlk haftalarda görülmeyen B planları görülmüştür. Bunun en önemli nedeni yaratıcı tasarımlar yapmak istemelerinden kaynaklanmaktadır. Yapılan deneme sınavlarında konuya ait soruları doğru cevaplayabildiklerinden sınav kaygısı azalmıştır. Hatta öğrenciler STEAM laboratuvarını benimseyip boş derslerinde ve beden eğitimi derslerinde çalışmalarına devam etmişlerdir. Mühendislik yaka kartlarını okul içinde boyunlarından çıkarmamışlardır. Tasarımlar bitince Tablo 3.12’deki modül kontrol listesi uygulandı.

Tablo 3.12. Kontrol listesi

Amaçlar	Evet	Hayır	Belli olmayan
1. Gerçekleştirilen ders modülü kazanımlara ulaştı.	X		
2. Öğrenciler bu modülde Sanat’ı disiplinini etkili şekilde kullandı.	X		
3. Öğrenciler bir model geliştirebildi.	X		
4. Öğrenciler bir ürün ortaya çıkardı.	X		
5. Öğrencilerin planlama sürecinde bir B planları vardı.	X		
6. Öğrenciler sürecin planmasında meydana gelebilecek sorunları ön görerek alternatif bir plan oluşturmuşlardır.	X		
7. Öğrenciler değerlendirme sürecinde günlük hayatta kullanacaklarını anlattı.	X		
8. Öğrenciler tüm süreçte bilimsel sorgulama becerisine uygun hareket ettiler.	X		

3.5.1.7. Yedinci hafta modülü uygulama süreci

Modülün son haftasında kazanımları kazandırmak için çerçöskop tasarımı yapılmıştır. Öğretmen öğrencileri bu aşamada vereceği görev için hazırlar. Anton van Leeuwenhoek ile ilgili bilgi kartlarını dağıtır ve hayatından bahseder. (Mikroskobun tarihsel gelişim sürecinden bahsedilerek “bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur ve bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir” sorgulama bileşenlerinden bahsedilir.) Öğrencilerden okulumuzda “çerçöskop tasarlayalım” adıyla atıklardan Leeuwenhoek’ un yaptığına benzer olacak şekilde bir mikroskop tasarımları istenir. Sınıf arkadaşlarınızın ve hakem kurulunun seçtiği en iyi tasarım Yıl Sonu Bilim Şenliğinde sergileneceği belirtilir. Siz ve takım arkadaşlarınız mühendisler olarak yapacağınız tasarımda ön araştırmalar yapıp kriterlere uygun çözüm önerisi geliştireceksiniz. En iyi çözüm önerisi geliştirdikten sonra belirlenen sorulara yanıtlar verip çalışmanızın ön tanıtımını geçen ekipler projenin üç boyutlu modelini oluşturacaklar. Modelin tamamlanmasının ardından tüm kriterlerde başarılı olarak raporunu sunan takım okul tarafından ödüllendirileceği belirtilmiştir. Öğrenciler son hafta olduğu için bası gruplar tasarımları erken tamamlamış iki grupta uzaması adına tasarımını verilen sürede tamamlamamıştır. Öğrenciler fen disiplininde günlük hayatta ayna ve merceklerin kullanım alanlarını ifade ederek örnek verebilecek, teknolojiye animasyon izlemeyip buradaki bilgilerden yararlanarak tasarımlarındaki eksiklikleri tespit edebilecekler, mühendislik disiplininde bilimsel bilgiyi kullanarak taşınabilir bir mikroskop tasarımı ortaya koyabilecekler. Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM yaklaşımının tüm disiplinlerini içeren etkinlikler yapılmıştır. Öğrenciler derse tam uyum sağlamışlardır. Modülün son tasarımı elinden geldikçe uzatmışlardır, daha önceden yapılan ders içeriğine dönmek istememişlerdir. Sürecin eğlenceli ve öğretici olduğunu fark etmişlerdir. Tasarımının üç boyutlu resmini çizebilmesi. Resim sanatıyla ilişkilendirerek mikroskopta görmeyi hayal ettiği organizma veya hücrelerin görüntüsünü müzik sanatı eşliğinde çizebilmişlerdir. Öğrencilerden grup olarak tasarımlarını sunmaları istenir. Sunarken tasarlama sürecini hangi bilgileri kullandıklarını ifade etmeleri istenir. Her grup üyesinin görüşünün alınmasına dikkat edilir. Sınıf içi müzakere süreçlerinden sonra Tablo 3.13’teki kontrol listesi ve bilimsel yaratıcılık rubriği doldurulur.

Tablo 3.13. Kontrol listesi

Amaçlar	Evet	Hayır	Belli olmayan
1. Gerçekleştirilen ders modülü kazanımlara ulaştı.	X		
2. Öğrenciler bu modülde Sanat'ı disiplinini etkili şekilde kullandı.	X		
3. Öğrenciler bir model geliştirebildi.	X		
4. Öğrenciler bir ürün ortaya çıkardı.	X		
5. Öğrencilerin planlama sürecinde bir B planları vardı.	X		
6. Öğrenciler sürecin planmasında meydana gelebilecek sorunları ön görerek alternatif bir plan oluşturmuşlardır.	X		
7. Öğrenciler değerlendirme sürecinde günlük hayatta kullanacaklarını anlattı.	X		
8. Öğrenciler tüm süreçte bilimsel sorgulama becerisine uygun hareket ettiler.	X		

3.5.2. Kontrol grubuna ait uygulama

Bu araştırma başladığında ön testler deney grubunda olduğu gibi kontrol grubuna da uygulanmıştır. Kontrol grubu olarak atanan gruba eğitim-öğretim süreci aynı araştırmacı tarafından 2018 fen öğretim programına göre yürütülmüştür. Fen bilimleri ders kitabındaki etkinlikler uygulanmıştır. Bunun haricinde morpa kampüsten etkinlikler yapılmış ve sorular çözülmüştür. Uygulamanın bitiminde aynı veri toplama araçları son test olarak uygulanmıştır.

3.6. Veri Analizi

Araştırmanın bu bölümünde nicel ve nitel verilerin analiz sürecine yer verilmiştir. Nicel ve nitel verilerin analizinde farklı yöntemler kullanıldığından ayrı başlık altında incelenmiştir.

3.6.1. Nicel veri analizi

Araştırmada nicel veri toplama araçlarından elde edilen veriler aritmetik ortalama ve standart sapma gibi betimsel istatistik analizleri için SPSS 27.0 (Social Sciences Statistical Package) paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için Shapiro-Wilks testi, çarpıklık ve basıklık katsayısı değerleri belirlenmiştir. Kestirimsel istatistik yöntemlerinden bağımlı gruplar t- testi veri setinin normal dağılım gösterdiği durumlarda, normal dağılım göstermediği durumlarda ise non-parametrik testler kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2009). Anlamlılık düzeyi araştırma

cümlesinin hangi yüzdelar aralığında geçerli olabileceğini ifade eden sayıdır. Bu araştırmada 0.05 anlamlılık düzeyi kullanılmıştır (Çepni, 2010).

Etki büyüklüğü, istatistiksel analizlerde önemli bir kavramdır ve genellikle iki şekilde kullanılır: Birincisi yeni bir yöntemin etkisi: İlk defa uygulanan bir yöntem ile eski bir yöntemin sonuçları arasındaki farkı ifade eder. Bu fark, yöntemin etkisini veya başarısını ölçmek için kullanılır. İkincisi sıfır hipotezinin yanlışlık derecesi: Etki büyüklüğü, sıfır hipotezinin (H0) yanlış olma derecesini veya popülasyonda ilgili olgunun var olma düzeyini ifade eder. Örneğin, sıfır hipotezi popülasyonda bir etkinin olmadığını belirtir. Ancak etki büyüklüğü sıfırdan farklı bir değer aldığında, bu etkinin popülasyonda anlamlı bir düzeyde var olduğunu gösterir. Etki büyüklüğünü d simgesiyle ifade etilmiş ve bunun popülasyondaki gerçek farkın büyüklüğüne işaret ettiğini vurgulamıştır. Etki büyüklüğünün büyüklüğü, analiz edilen olgunun ortaya çıkma derecesini belirler. Uygulamada elde edilen etki büyüklüğü küçük, orta, büyük olarak sınıflandırılarak yalnızca istatistiksel anlamlılık testlerinden elde edilen p -değerinin ötesine geçerek, sonuçların gerçek dünyadaki önemini değerlendirmede kritik bir araçtır (Cohen, 1988).

3.6.2. Nitel verilerin analizi

Nitel araştırmada veri analizi, sistematik bir şekilde yürütülen bir süreçtir ve genellikle aşamalardan oluşur. Bunlar Ham verilerin analiz için hazırlanıp düzenlenmesi, verilerin tamamını okuma, verilerin kodlanması, temalar veya betimlemelerin oluşturulması, tema veya betimlemelerin bağlantılarının kurulması, tema veya betimlemelerin anlamının yorumlanması, son aşamada, temalar yorumlanır ve araştırma sorularına cevap vermek için sonuçlar çıkarılır. Bu yorumlama, literatürle ilişkilendirilerek anlamlandırılır ve nitel veriler üzerinden derinlemesine bir analiz sunar. Bu süreç, nitel araştırmanın doğasına uygun olarak esnek ve döngüsel bir şekilde yürütülebilir. Her aşama, araştırmacının verilerle sürekli etkileşim içinde olmasını ve analiz sürecini derinleştirmesini sağlar (Creswell, 2014). Bu araştırmada elde edilen nitel verilerin tamamı okunmuş, kodlanmış, analiz türüne uygun temalarla sonuca ulaşılmıştır. Nitel analiz süreci, araştırmacıya birçok sorumluluk yükler çünkü bu süreç, hem verilerin toplanmasından analizine kadar dikkatli bir planlama hem de derinlemesine bir kavrayış gerektirir. Patton'un (2014) belirttiği gibi, "*Her nitel çalışma eşsizdir, kullanılan analitik yöntem de eşsizdir*". Bu ifade, nitel araştırmanın doğasında yer alan esnekliği ve bağlama duyarlılığı vurgular. Bu sorumluluklar, nitel analiz sürecini hem zorlu hem de ödüllendirici bir süreç haline getirir. Analizin eşsiz olması, her çalışmanın

kendi sorularına, bağlamına ve verisine uygun özel yaklaşımlar geliştirilmesini gerektirir. Bu nedenle, nitel araştırmacılar analitik süreçte hem teorik hem de metodolojik anlamda yaratıcı ve duyarlı olmalıdır.

Bu araştırmada elde edilen nitel verilerin analizinde betimsel analiz kullanılarak öğrencilere uygulanan formlarındaki sorulara verdikleri cevaplar üzerinden kodlar ve kategoriler belirlenerek analiz yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2008).



4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde bu araştırmada toplanan araştırma verilerinden elde edilen bulgular yer almaktadır. Bu araştırmada araştırma problemine yönelik nicel ve nitel veri toplama araçlarından elde edilen bulgular, tablolar ve grafiklerle sunulmuştur.

4.1. Güvenirlik İncelemesi

Araştırma süresince toplanan verilerin güvenirlilikleri (iç tutarlılıkları) Cronbach Alfa katsayı yardımıyla test edilmiştir. Cronbach Alfa, gerek iki değerli (0,1) olacak şekilde sınıflanmış maddelerle, gerekse Likert tipinde sınıflanmış maddelerden oluşan veri setlerinin güvenirlilik ölçümünde yaygın şekilde kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (Bademci, 2007).

Cronbach alfa katsayısının $0,60 \leq \alpha < 0,80$ arasında olması verilerin oldukça güvenilir olduğunu, $0,80 \leq \alpha \leq 1,00$ arasında olması ise verilerin yüksek derecede güvenilir olduğunu göstermektedir (Kalaycı 2005; Özdamar 2004).

Tablo 4.1 incelendiğinde bütün Algı Ölçeği ve alt boyutlarına ait Cronbach Alfa değerlerinin alt sınır olan 0,60'tan yüksek olduğu, dolayısıyla Algı Ölçeği ile elde edilen bütün verilerin güvenilir olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.1. *Algı ölçeği ve alt boyutlarının güvenirlik incelemesi*

Ölçek	Grup	Test	N	Madde Sayısı	Cronbach Alfa
Algı Ölçeği	Kontrol	ÖnTest	22	30	0,856
		Son Test	22	30	0,857
	Deney	Ön Test	20	30	0,792
		Son Test	20	30	0,660
Fen	Kontrol	Ön Test	22	5	0,605
		Son Test	22	5	0,666
	Deney	Ön Test	20	5	0,707
		Son Test	20	5	0,627
Matematik	Kontrol	Ön Test	22	5	0,708
		Son Test	22	5	0,894
	Deney	Ön Test	20	5	0,666
		Son Test	20	5	0,636
Mühendislik	Kontrol	Ön Test	22	5	0,787
		Son Test	22	5	0,767
	Deney	Ön Test	20	5	0,907
		Son Test	20	5	0,692
Teknoloji	Kontrol	Ön Test	22	5	0,665
		Son Test	22	5	0,787
	Deney	Ön Test	20	5	0,607
		Son Test	20	5	0,701
Sanat	Kontrol	Ön Test	22	5	0,848
		Son Test	22	5	0,754
	Deney	Ön Test	20	5	0,837
		Son Test	20	5	0,679
Kariyer	Kontrol	Ön Test	22	5	0,630
		Son Test	22	5	0,688
	Deney	Ön Test	20	5	0,773
		Son Test	20	5	0,630

Tablo 4.2. *Tutum ölçeği ve alt boyutlarının güvenirlik incelemesi*

Ölçek	Grup	Test	N	Madde Sayısı	Cronbach Alfa
Tutum Ölçeği	Kontrol	Ön Test	22	58	0,846
		Son Test	22	58	0,744
	Deney	Ön Test	20	58	0,862
		Son Test	20	58	0,773
Matematik	Kontrol	Ön Test	22	8	0,641
		Son Test	22	8	0,605
	Deney	Ön Test	20	8	0,892
		Son Test	20	8	0,604
Fen	Kontrol	Ön Test	22	9	0,850
		Son Test	22	9	0,821
	Deney	Ön Test	20	9	0,905
		Son Test	20	9	0,684
Mühendislik ve Teknoloji	Kontrol	Ön Test	22	9	0,817
		Son Test	22	9	0,775
	Deney	Ön Test	20	9	0,782
		Son Test	20	9	0,795
21. yy Becerileri	Kontrol	Ön Test	22	11	0,759
		Son Test	22	11	0,838
	Deney	Ön Test	20	11	0,830
		Son Test	20	11	0,605
Sanat	Kontrol	Ön Test	22	21	0,693
		Son Test	22	21	0,741
	Deney	Ön Test	20	21	0,832
		Son Test	20	21	0,707

Tablo 4.2 incelendiğinde bütün Tutum Ölçeği ve alt boyutlarına ait Cronbach Alfa değerlerinin alt sınır olan 0,60'tan yüksek olduğu, dolayısıyla Tutum Ölçeği ile elde edilen bütün verilerin güvenilir olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.3. Akademik başarı ölçeğinin güvenilirlik incelemesi

Ölçek	Grup	Test	N	Madde Sayısı	Cronbach Alfa
Akademik Başarı Ölçeği	Kontrol	Ön Test	22	25	0,781
		Son Test	22	25	0,603
	Deney	Ön Test	20	25	0,693
		Son Test	20	25	0,635

Tablo 4.3 incelendiğinde bütün Akademik Ölçeğine ait Cronbach Alfa değerlerinin alt sınır olan 0,60'tan yüksek olduğu, dolayısıyla Tutum Ölçeği ile elde edilen bütün verilerin güvenilir olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Normallik İncelemesi

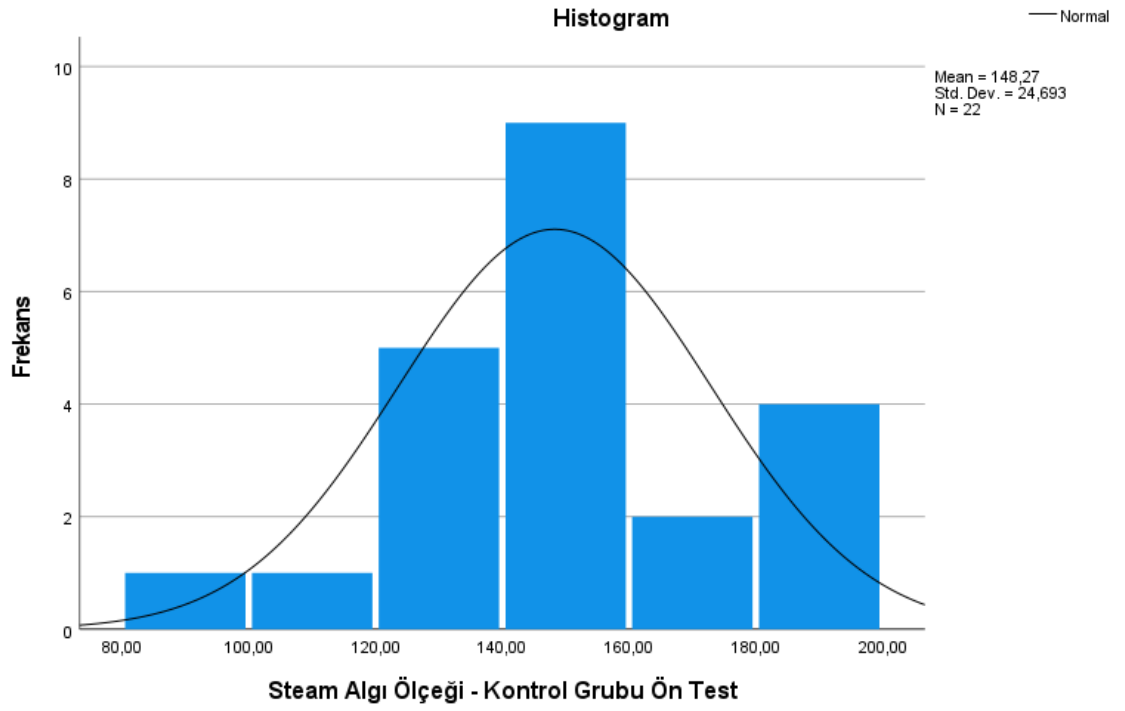
Araştırma süresince toplanan verilerin hangi testler (parametrik veya parametrik olmayan) kullanılarak analiz edileceklerini belirlemek adına, verilerin normal dağılıma uygun olup olmadıkları Shapiro Wilk testi, çarpıklık ve basıklık değerleri ve histogram grafiklerine olmak üzere üç farklı yöntem ile kontrol edilmiştir. Verilerin bu üç yöntemden en az ikisine göre normal dağılıma uygun olmaları beklenmiştir.

Shapiro Wilk test sonucunun anlamsız çıkması verilerin normal dağıldığını göstermektedir. George ve Mallery'ye (2010) göre bir verinin çarpıklık ve basıklık değerlerinin ± 2 aralığında olması söz konusu veri setinin normal dağılıma uygun bir yapıda olduğunun göstergesidir. Histogram grafiklerinde ise simetrik bir görüntü aranmaktadır.

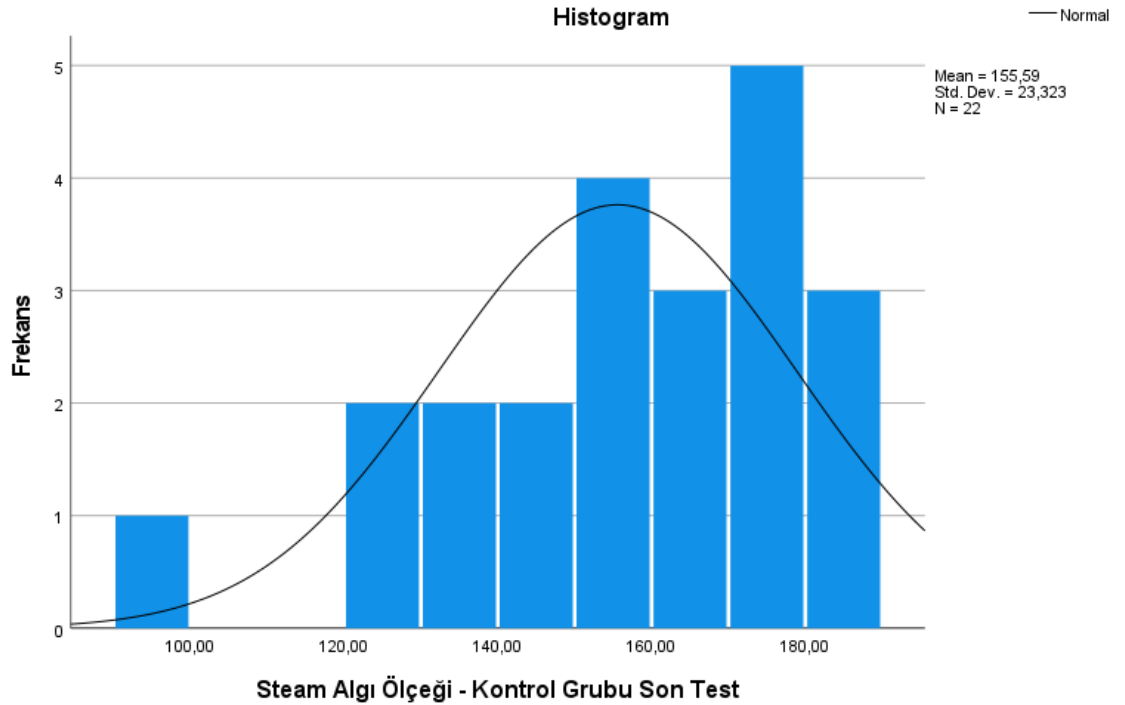
Tablo 4.4. *Algı ölçeği ve alt boyutlarının normallik incelemesi*

Ölçek / Alt Boyutlar	Grup	Test	Shapiro Wilk		Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)
			İst.	p		
Algı Ölçeği	Kontrol	Ön Test	0,896	0,306	-0,484	0,266
		Son Test	0,985	0,217	-0,741	0,097
	Deney	Ön Test	0,949	0,064	1,054	0,506
		Son Test	0,942	0,981	-0,116	-0,329
Fen	Kontrol	Ön Test	0,903	0,085	-0,844	-0,138
		Son Test	0,934	0,147	-0,181	-1,193
	Deney	Ön Test	0,883	0,120	-1,278	1,348
		Son Test	0,781	0,110	-1,463	1,660
Matematik	Kontrol	Ön Test	0,93	0,125	-0,928	0,739
		Son Test	0,864	0,066	-1,276	1,643
	Deney	Ön Test	0,981	0,951	-0,256	-0,301
		Son Test	0,967	0,689	0,125	-0,720
Mühendislik	Kontrol	Ön Test	0,960	0,492	-0,712	0,603
		Son Test	0,947	0,274	-0,066	-1,055
	Deney	Ön Test	0,945	0,298	-0,627	-0,343
		Son Test	0,796	0,074	-0,834	-0,653
Teknoloji	Kontrol	Ön Test	0,964	0,582	-0,032	-0,637
		Son Test	0,919	0,071	-0,940	1,024
	Deney	Ön Test	0,932	0,171	-0,526	-0,792
		Son Test	0,844	0,082	-1,251	-0,497
Sanat	Kontrol	Ön Test	0,914	0,058	-1,064	1,659
		Son Test	0,906	0,153	-1,191	1,748
	Deney	Ön Test	0,927	0,137	-0,421	-0,965
		Son Test	0,843	0,059	-1,186	0,598
Kariyer	Kontrol	Ön Test	0,979	0,901	-0,295	-0,195
		Son Test	0,963	0,544	-0,538	-0,122
	Deney	Ön Test	0,948	0,334	0,007	-0,878
		Son Test	0,804	0,087	-1,121	-0,281

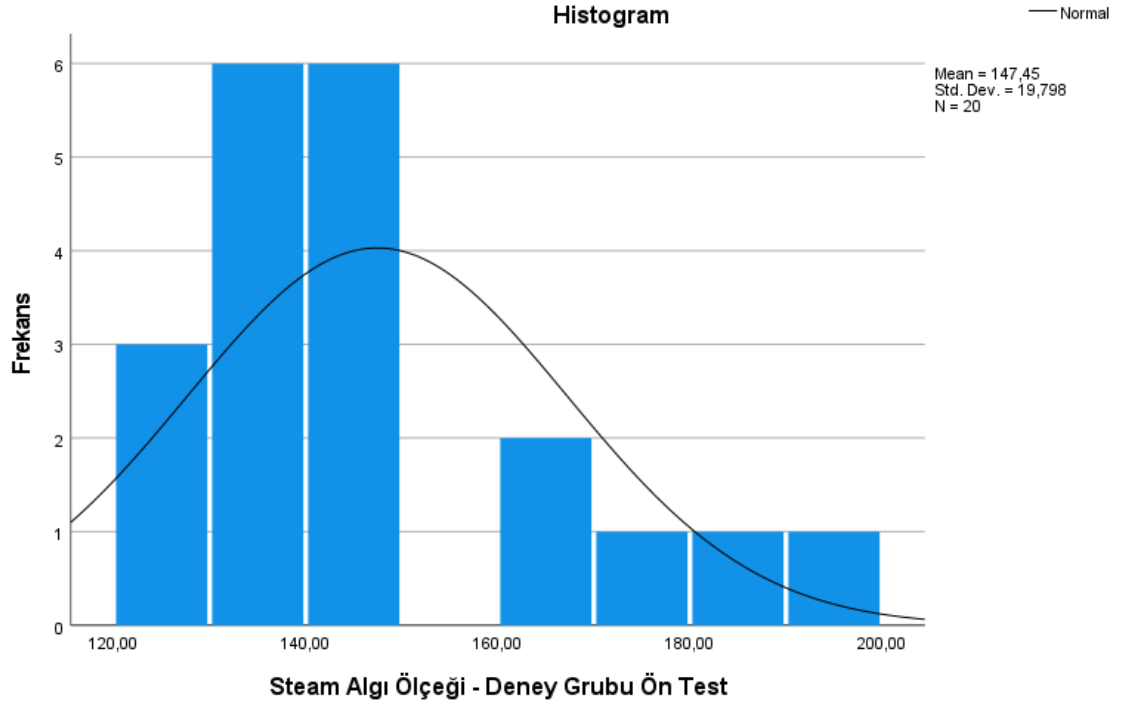
Tablo 4.4 incelendiğinde Algı Ölçeği ve alt boyutlarına ait bütün Shapiro Wilk test sonuçlarının anlamsız ($p > 0,05$) olduğu ve bütün çarpıklık-basıklık değerlerinin ± 2 aralığında yer aldığı tespit edilmiştir. Bu durumda Algı Ölçeği ile elde edilen bütün verilerin bu iki yönteme göre normal dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir.



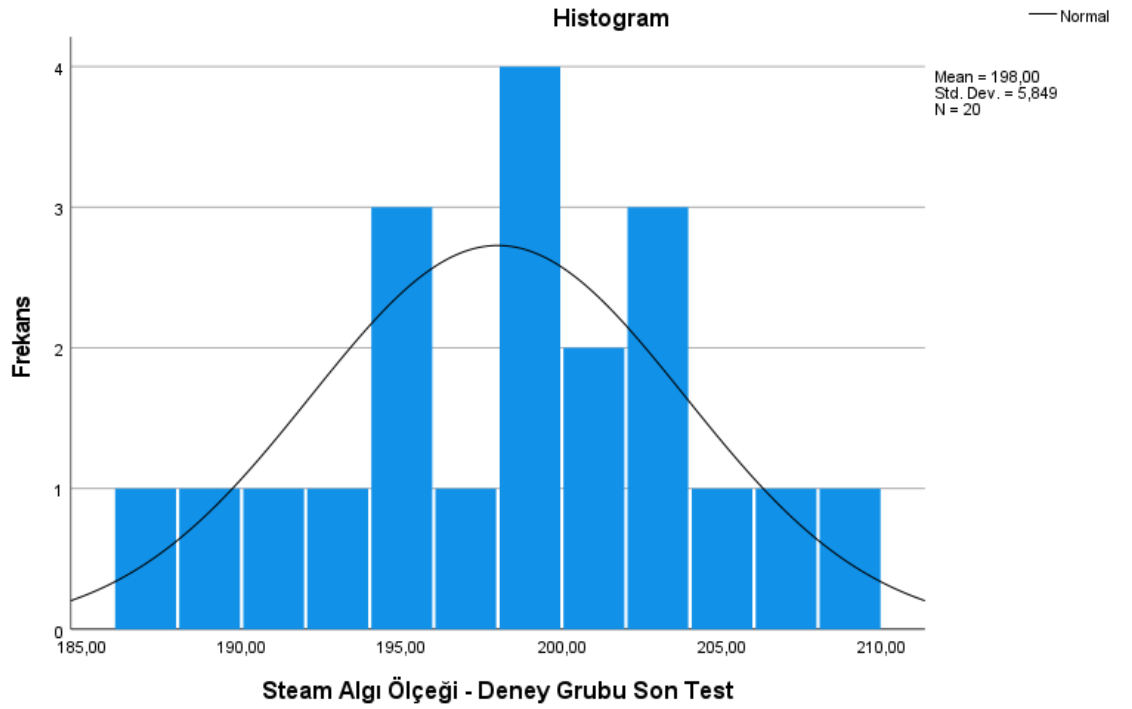
Şekil 4.1. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu ön test histogram grafiği



Şekil 4.2. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu son test histogram grafiği



Şekil 4.3. Akademik başarı ölçeği – deney grubu ön test histogram grafiği

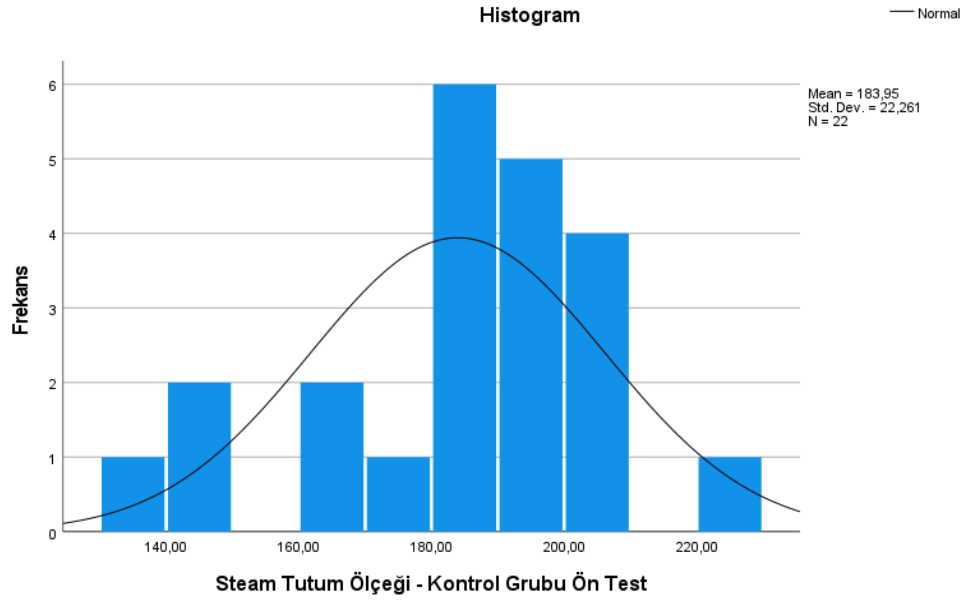


Şekil 4.4. Akademik başarı ölçeği – deney grubu son test histogram grafiği

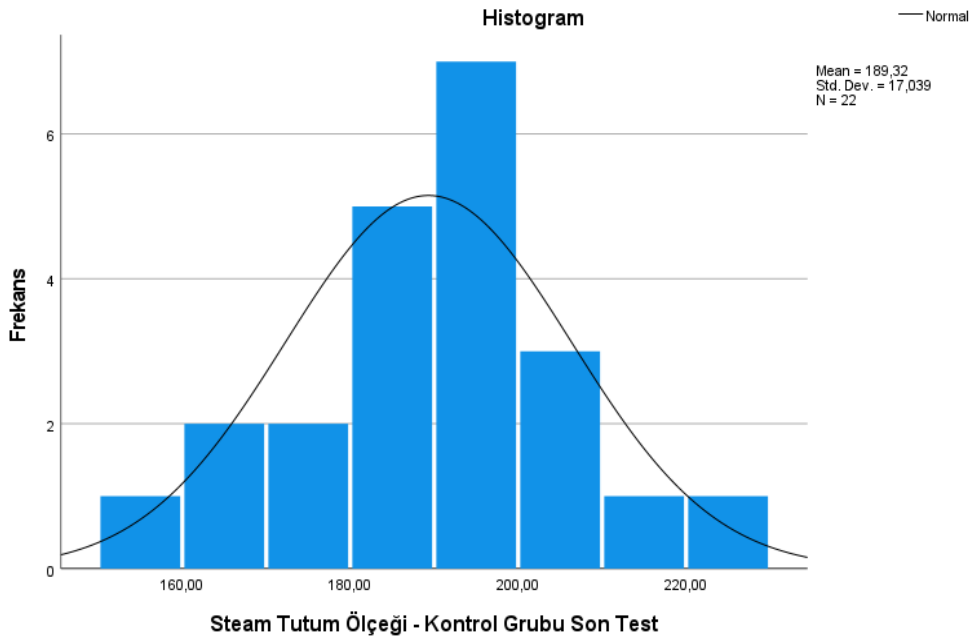
Tablo 4.5. Tutum ölçeği ve alt boyutlarının normallik incelemesi

Ölçek / Alt Boyutlar	Grup	Test	Shapiro Wilk		Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)
			İst.	p		
Tutum Ölçeği	Kontrol	Ön Test	0,947	0,278	-0,728	0,224
		Son Test	0,984	0,969	-0,037	0,024
	Deney	Ön Test	0,967	0,691	-0,300	-0,291
		Son Test	0,961	0,561	-0,629	0,561
Matematik	Kontrol	Ön Test	0,952	0,343	0,155	0,753
		Son Test	0,979	0,893	0,192	-0,290
	Deney	Ön Test	0,872	0,063	-0,898	-0,378
		Son Test	0,946	0,308	-0,323	0,041
Fen	Kontrol	Ön Test	0,920	0,076	-0,899	0,726
		Son Test	0,964	0,578	-0,442	0,276
	Deney	Ön Test	0,931	0,163	-0,613	-0,178
		Son Test	0,974	0,829	0,062	-0,574
Mühendislik ve Teknoloji	Kontrol	Ön Test	0,910	0,087	-0,725	-0,563
		Son Test	0,923	0,086	-0,574	-0,750
	Deney	Ön Test	0,925	0,125	0,141	-1,185
		Son Test	0,940	0,243	-0,223	-0,850
21. yy Becerileri	Kontrol	Ön Test	0,905	0,088	-0,968	0,659
		Son Test	0,988	0,180	-1,152	1,066
	Deney	Ön Test	0,976	0,877	0,167	0,478
		Son Test	0,925	0,124	-0,719	-0,422
Sanat	Kontrol	Ön Test	0,900	0,090	-0,469	-1,241
		Son Test	0,924	0,092	-0,380	-0,952
	Deney	Ön Test	0,936	0,204	0,706	-0,154
		Son Test	0,871	0,062	-1,375	1,974

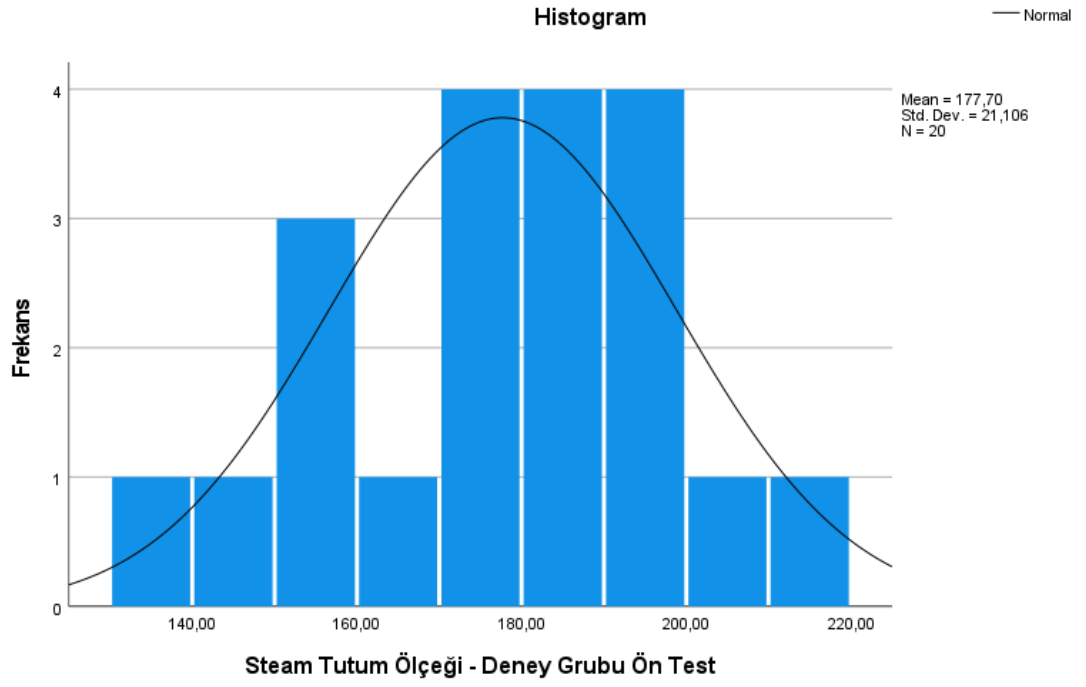
Tablo 4.5 incelendiğinde Tutum Ölçeği ve alt boyutlarına ait bütün Shapiro Wilk test sonuçlarının anlamsız ($p>0,05$) olduğu ve bütün çarpıklık-basıklık değerlerinin ± 2 aralığında yer aldığı tespit edilmiştir. Bu durumda STEAM Tutum Ölçeği ile elde edilen bütün verilerin bu iki yönetime göre normal dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir.



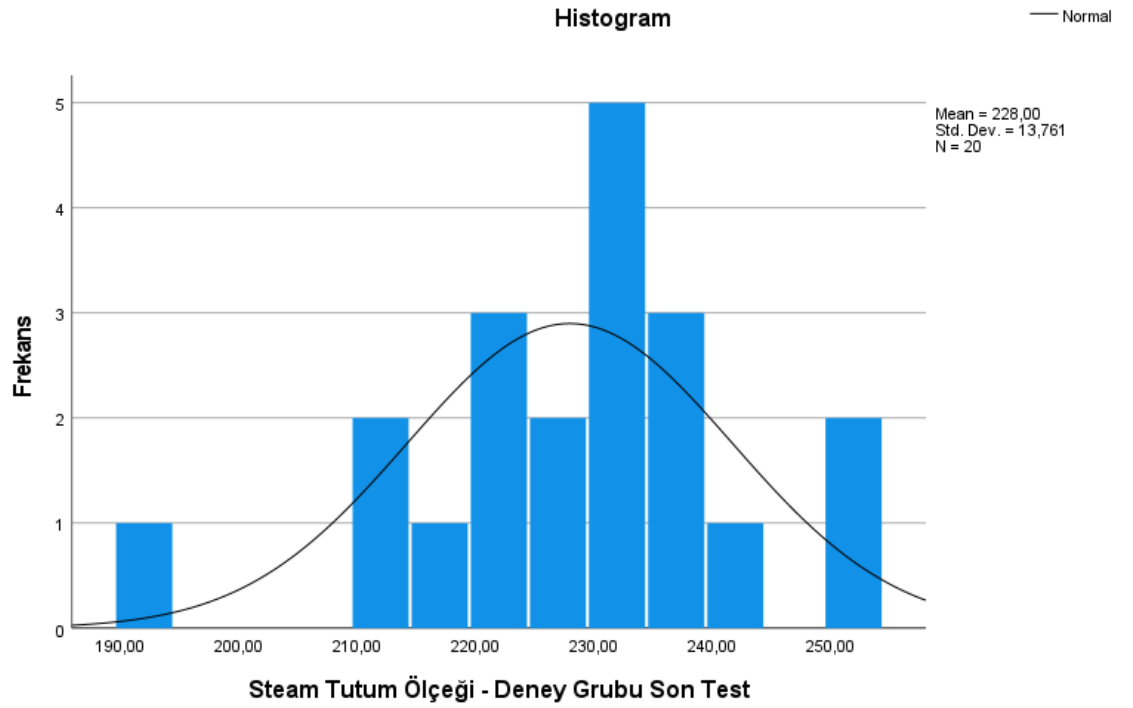
Şekil 4.5. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu ön test histogram grafiği



Şekil 4.6. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu son test histogram grafiği



Şekil 4.7. Akademik başarı ölçeği – deney grubu ön test histogram grafiği

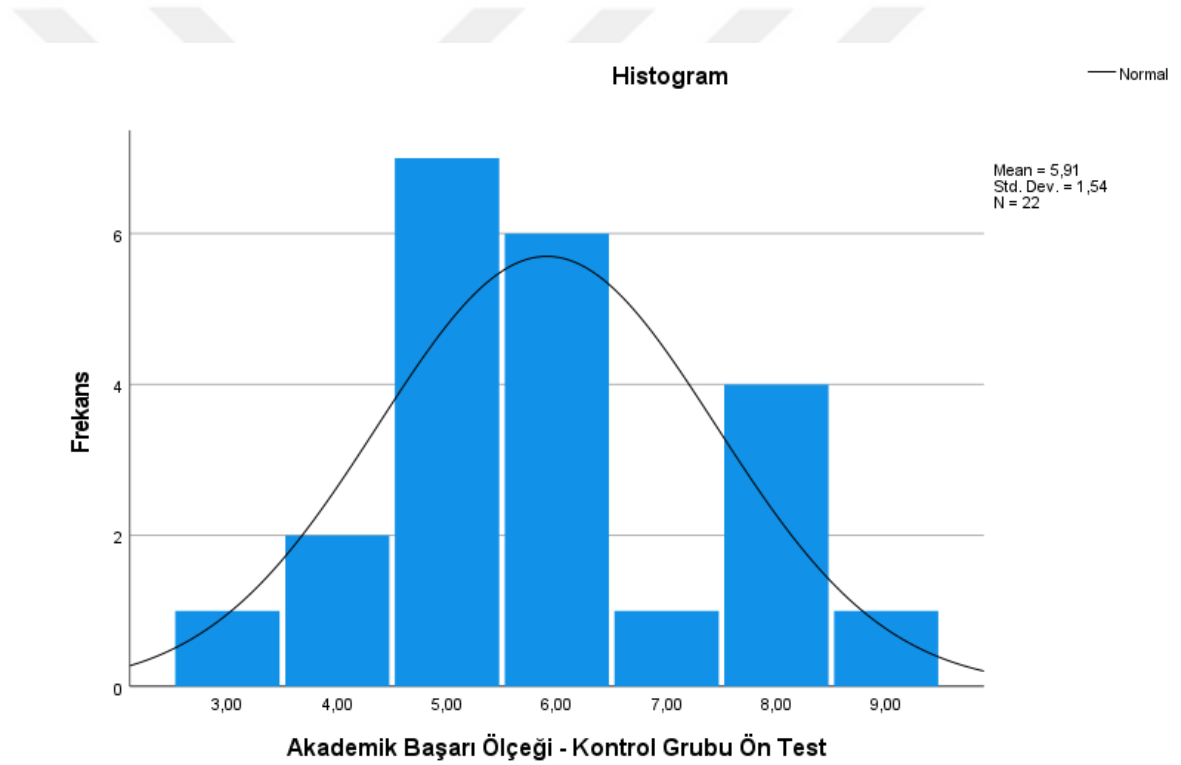


Şekil 4.8. Akademik başarı ölçeği – deney grubu son test histogram grafiği

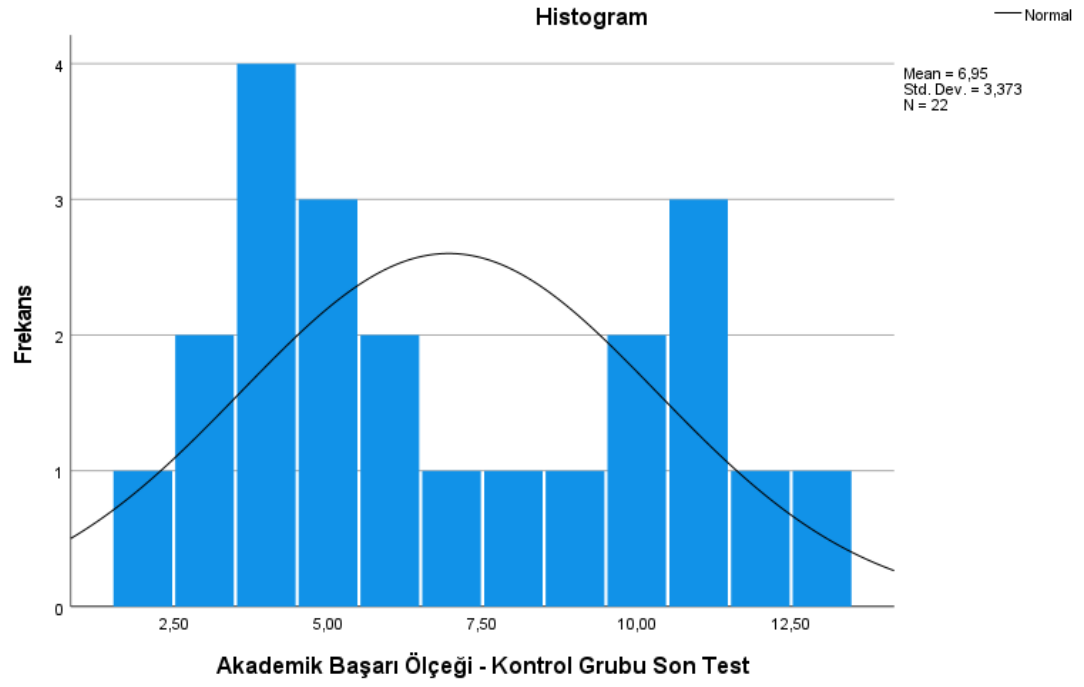
Tablo 4.6. Akademik başarı ölçeğinin normallik incelemesi

Ölçek / Alt Boyutlar	Grup	Test	Shapiro Wilk		Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)
			İst.	p		
Akademik Başarı Ölçeği	Kontrol	Ön Test	0,929	0,115	0,338	-0,416
		Son Test	0,920	0,077	0,330	-1,317
	Deney	Ön Test	0,894	0,061	0,940	-0,040
		Son Test	0,923	0,113	-0,216	-0,573

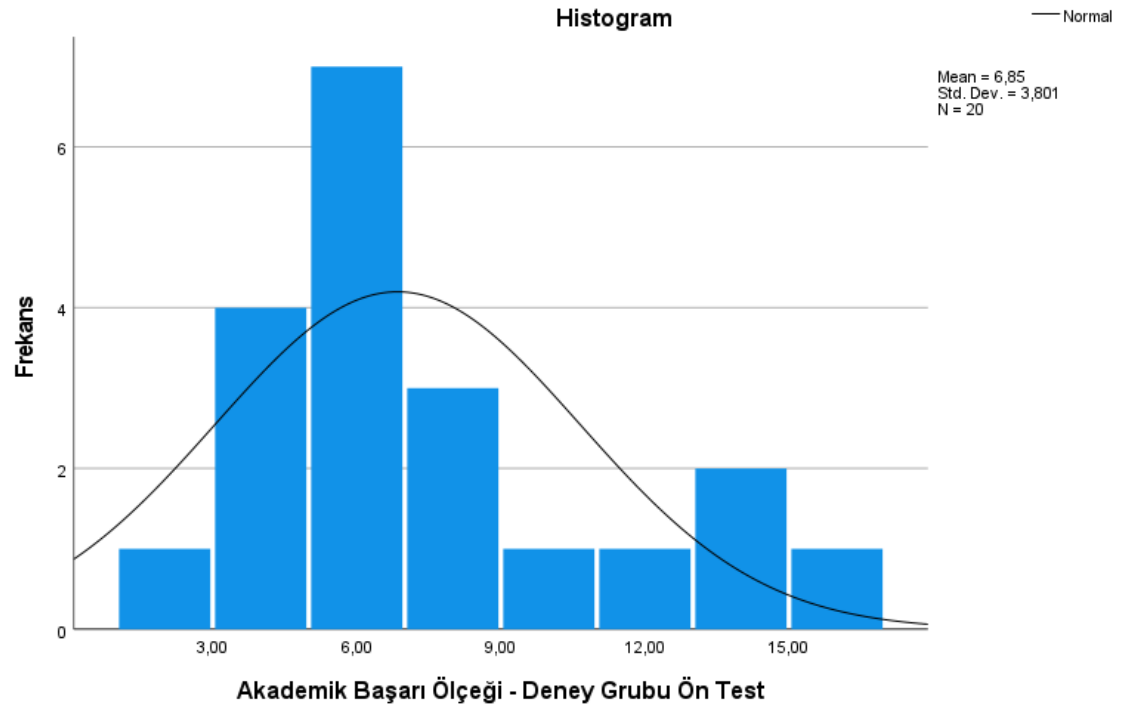
Tablo 4.6 incelendiğinde Akademik Başarı Ölçeğine ait bütün Shapiro Wilk test sonuçlarının anlamsız ($p>0,05$) olduğu ve bütün çarpıklık-basıklık değerlerinin ± 2 aralığında yer aldığı tespit edilmiştir. Bu durumda Akademik Başarı Ölçeği ile elde edilen bütün verilerin bu iki yönetime göre normal dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir.



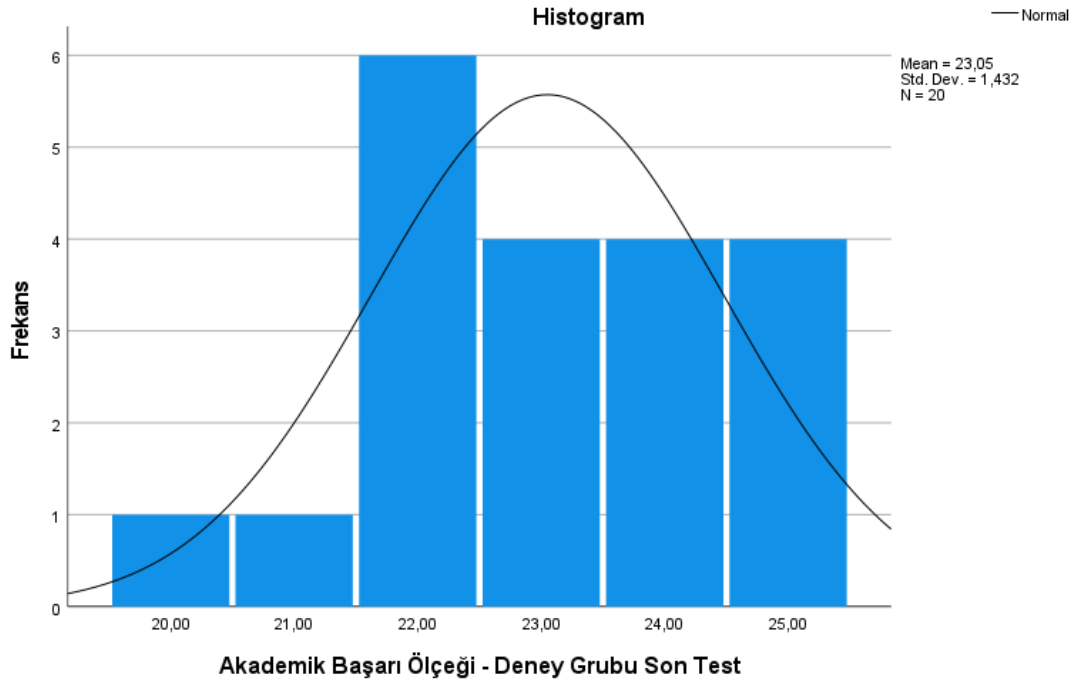
Şekil 4.9. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu ön test histogram grafiği



Şekil 4.10. Akademik başarı ölçeği – kontrol grubu son test histogram grafiği



Şekil 4.11. Akademik başarı ölçeği – deney grubu ön test histogram grafiği



Şekil 4.12. Akademik başarı ölçeği – deney grubu son test histogram grafiği

4.3. Kontrol Grubu ile Deney Grubu Ölçek Puanlarının Karşılaştırılması

Bu bölümde önce deney sürecinin yansız – objektif olup olmadığını belirlemek adına, her bir ölçek için, kontrol grubu ön test ve deney grubu ön test puanları karşılaştırılmıştır. Ardından, yine her bir ölçek için, kontrol grubu ön test ve kontrol grubu son test puanları karşılaştırılarak geleneksel yollarla eğitime devam eden öğrencilerin bir gelişim gösterip göstermediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak uygulama sürecinin öğrenciler üzerinde herhangi bir etki gösterip göstermediğini tespit etmek amacıyla kontrol son test ile deney grubu son test puanları ve deney grubu ön test ile deney grubu son test puanları karşılaştırılmıştır. Uygulanan analizler sonucunda elde edilen anlamlı farkların ne derecede bir etkiye sahip olduğunu belirlemek amacıyla Cohen's d etki büyüklüğü katsayısına başvurulmuştur. Cohen (1988) Cohen's d katsayısını yorumlarken 0,2'lik bir etki büyüklüğünü “zayıf”, 0,5'lik bir etki büyüklüğünü “orta” ve 0,80'den büyük etki büyüklüklerini ise “yüksek” olarak nitelemiştir (Cohen, 1988).

Tablo 4.7. Kontrol grubu ön test puanlari ile deney grubu ön test puanlarının karşılaştırılması

Ölçek / Alt Boyutlar	Grup	N	Ort.	SS	t	P
Algı Ölçeği	Kontrol Ön Test	22	148,27	24,69	0,19	0,906
	Deney Ön Test	20	147,45	19,80		
Fen	Kontrol Ön Test	22	26,182	5,105	0,24	0,814
	Deney Ön Test	20	25,800	5,367		
Matematik	Kontrol Ön Test	22	23,09	6,88	0,15	0,881
	Deney Ön Test	20	22,80	5,46		
Mühendislik	Kontrol Ön Test	22	24,455	6,780	0,67	0,505
	Deney Ön Test	20	22,900	8,188		
Teknoloji	Kontrol Ön Test	22	23,82	6,41	-1,59	0,119
	Deney Ön Test	20	26,75	5,43		
Sanat	Kontrol Ön Test	22	26,091	7,406	0,32	0,748
	Deney Ön Test	20	25,350	7,450		
Kariyer	Kontrol Ön Test	22	24,64	5,93	0,43	0,671
	Deney Ön Test	20	23,85	5,97		
Tutum Ölçeği	Kontrol Ön Test	22	183,95	22,26	0,93	0,357
	Deney Ön Test	20	177,70	21,11		
Matematik	Kontrol Ön Test	22	24,227	4,353	-0,74	0,467
	Deney Ön Test	20	25,550	6,871		
Fen	Kontrol Ön Test	22	29,91	6,63	0,64	0,524
	Deney Ön Test	20	28,55	7,05		
Mühendislik ve Teknoloji	Kontrol Ön Test	22	30,091	6,109	0,93	0,360
	Deney Ön Test	20	28,400	5,688		
21. yy Becerileri	Kontrol Ön Test	22	35,09	6,02	-0,47	0,639
	Deney Ön Test	20	35,95	5,73		
Sanat	Kontrol Ön Test	22	64,636	10,545	1,55	0,130
	Deney Ön Test	20	59,250	12,030		
Akademik Başarı Ölçeği	Kontrol Ön Test	22	5,91	1,54	-1,03	0,312
	Deney Ön Test	20	6,85	3,80		

*Bağımsız Gruplar t Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.7 incelendiğinde gerek ölçek genelinde gerekse alt boyutlar için kontrol grubu ön test puanları ile deney grubu ön test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bu durumda deney ve kontrol olarak, her iki grubun deney sürecine eşit şartlar altında başladığı, deney sürecinin yansız–objektif olduğu görülmüştür.

Tablo 4.8. Kontrol grubu ön test puanları ile kontrol grubu son test puanlarının karşılaştırılması

Ölçek / Alt Boyutlar	Grup	N	Ort.	SS	t	P
Algı Ölçeği	Kontrol Ön Test	22	148,27	5,26	-1,45	0,162
	Kontrol Son Test	22	155,59	4,97		
Fen	Kontrol Ön Test	22	26,182	1,088	1,53	0,142
	Kontrol Son Test	22	24,500	1,195		
Matematik	Kontrol Ön Test	22	23,09	1,47	-1,50	0,147
	Kontrol Son Test	22	25,91	1,81		
Mühendislik	Kontrol Ön Test	22	24,455	1,446	-0,61	0,548
	Kontrol Son Test	22	25,409	1,367		
Teknoloji	Kontrol Ön Test	22	23,82	1,37	-1,10	0,283
	Kontrol Son Test	22	25,50	1,47		
Sanat	Kontrol Ön Test	22	26,091	1,579	-1,19	0,247
	Kontrol Son Test	22	27,727	1,188		
Kariyer	Kontrol Ön Test	22	24,64	1,26	-1,56	0,133
	Kontrol Son Test	22	26,55	1,11		
Tutum Ölçeği	Kontrol Ön Test	22	183,95	22,26	-1,83	0,081
	Kontrol Son Test	22	189,32	17,04		
Matematik	Kontrol Ön Test	22	24,227	4,353	-1,51	0,146
	Kontrol Son Test	22	25,136	4,063		
Fen	Kontrol Ön Test	22	29,91	6,63	-0,58	0,565
	Kontrol Son Test	22	30,27	6,16		
Mühendislik ve Teknoloji	Kontrol Ön Test	22	30,091	6,109	-1,23	0,231
	Kontrol Son Test	22	30,818	5,662		
21. yy Becerileri	Kontrol Ön Test	22	35,09	6,02	-1,47	0,158
	Kontrol Son Test	22	35,95	6,21		
Sanat	Kontrol Ön Test	22	64,636	10,545	-1,70	0,104
	Kontrol Son Test	22	67,136	11,192		
Akademik Başarı Ölçeği	Kontrol Ön Test	22	5,91	1,54	-1,47	0,157
	Kontrol Son Test	22	6,95	3,37		

*Eşleştirilmiş (Bağımlı) Gruplar t Test uygulanmıştır.

Tablo 4.8 incelendiğinde gerek ölçek genelinde gerekse alt boyutlar için kontrol grubu ön test puanları ile kontrol grubu son test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bu durumda mevcut Fen Bilimleri öğretim programıyla eğitim alan öğrencilerin algı düzeylerinde, tutumlarında ve akademik başarılarının anlamlı seviyede bir yükseliş veya düşüş saptanmamıştır.

Tablo 4.9. Kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanlarının karşılaştırılması

Ölçek / Alt Boyutlar	Grup	N	Ort.	SS	t	P	Cohen's d
Algı Ölçeği	Kontrol Son Test	22	155,59	23,32	-8,25	0,000	2,44
	Deney Son Test	20	198,00	5,85			
Fen	Kontrol Son Test	22	24,500	5,604	-7,02	0,000	2,09
	Deney Son Test	20	33,450	1,986			
Matematik	Kontrol Son Test	22	25,91	8,51	-1,96	0,061	-
	Deney Son Test	20	29,65	2,68			
Mühendislik	Kontrol Son Test	22	25,409	6,412	-6,07	0,000	1,79
	Deney Son Test	20	33,900	1,334			
Teknoloji	Kontrol Son Test	22	25,50	6,91	-6,26	0,000	1,84
	Deney Son Test	20	34,75	0,44			
Sanat	Kontrol Son Test	22	27,727	5,574	-3,09	0,004	0,96
	Deney Son Test	20	32,050	2,964			
Kariyer	Kontrol Son Test	22	26,55	5,21	-6,72	0,000	1,99
	Deney Son Test	20	34,20	1,15			
Tutum Ölçeği	Kontrol Son Test	22	189,32	17,04	-8,04	0,000	2,48
	Deney Son Test	20	228,00	13,76			
Matematik	Kontrol Son Test	22	25,136	4,063	-3,00	0,005	0,93
	Deney Son Test	20	29,350	5,029			
Fen	Kontrol Son Test	22	30,27	6,16	-0,61	0,001	1,08
	Deney Son Test	20	35,40	2,44			
Mühendislik ve Teknoloji	Kontrol Son Test	22	30,818	5,662	-4,26	0,000	1,32
	Deney Son Test	20	37,550	4,442			
21. yy Becerileri	Kontrol Son Test	22	35,95	6,21	-6,45	0,000	1,99
	Deney Son Test	20	46,10	3,46			
Sanat	Kontrol Son Test	22	67,136	11,192	-4,44	0,000	1,34
	Deney Son Test	20	79,600	6,597			
Akademik Başarı Ölçeği	Kontrol Son Test	22	6,95	3,37	-20,45	0,000	6,11
	Deney Son Test	20	23,05	1,43			

*Bağımsız Gruplar t Testi uygulanmıştır.

Tablo 4.9 incelendiğinde Algı Ölçeği için; ölçek genelinde ve fen, mühendislik, teknoloji, sanat ve kariyer alt boyutları için kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu anlamlı farklara ilişkin hesaplanan Cohen's d etki büyüklüğü katsayılarının 0,96 ile 2,44 arasında değiştiği görülmektedir. Dolayısıyla tespit edilen farkların yüksek etki düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir. Buna karşın matematik alt boyutu için kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerinin genel algı düzeylerinin, fen, mühendislik, teknoloji, sanat ve kariyer algılarının kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu öğrencileri ve deney grubu öğrencilerinin matematik algıları arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır.

Tablo 4.9 incelendiğinde Tutum Ölçeği için; ölçek genelinde ve fen, matematik, mühendislik ve teknoloji, 21. yy. becerileri ve sanat alt boyutları için kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu anlamlı farklara ilişkin hesaplanan Cohen's d etki büyüklüğü katsayılarının 0,93 ile 2,48 arasında değiştiği görülmektedir. Dolayısıyla tespit edilen farkların yüksek etki düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir.

Uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerinin genel tutumlarının, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji, 21. yy. becerileri ve sanata karşı tutumlarının kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı şekilde daha pozitif olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.9 incelendiğinde Akademik Başarı Ölçeği için; kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu anlamlı farka ilişkin hesaplanan Cohen's d etki büyüklüğü katsayısının 6,11 görülmektedir. Dolayısıyla tespit edilen farkın yüksek etki düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir.

Uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerinin akademik başarı düzeylerinin kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.10. Deney grubu ön test puanları ile deney grubu son test puanlarının karşılaştırılması

Ölçek / Alt Boyutlar	Grup	N	Ort.	SS	t	P	Cohen's d
Algı Ölçeği	Deney Ön Test	20	147,45	19,80	-10,05	0,000	2,25
	Deney Son Test	20	198,00	5,85			
Fen	Deney Ön Test	20	25,800	5,367	-5,75	0,000	1,29
	Deney Son Test	20	33,450	1,986			
Matematik	Deney Ön Test	20	22,80	5,46	-5,07	0,000	1,13
	Deney Son Test	20	29,65	2,68			
Mühendislik	Deney Ön Test	20	22,900	8,188	-5,09	0,000	1,14
	Deney Son Test	20	33,900	1,334			
Teknoloji	Deney Ön Test	20	26,75	5,43	-6,42	0,000	1,44
	Deney Son Test	20	34,75	0,44			
Sanat	Deney Ön Test	20	25,350	7,450	-4,49	0,000	1,00
	Deney Son Test	20	32,050	2,964			
Kariyer	Deney Ön Test	20	23,85	5,97	-7,15	0,000	1,60
	Deney Son Test	20	34,20	1,15			
Tutum Ölçeği	Deney Ön Test	20	177,70	21,11	-10,66	0,000	2,38
	Deney Son Test	20	228,00	13,76			
Matematik	Deney Ön Test	20	25,550	6,871	-2,47	0,023	0,55
	Deney Son Test	20	29,350	5,029			
Fen	Deney Ön Test	20	28,55	7,05	-4,55	0,000	1,02
	Deney Son Test	20	35,40	2,44			
Mühendislik ve Teknoloji	Deney Ön Test	20	28,400	5,688	-7,29	0,000	1,63
	Deney Son Test	20	37,550	4,442			
21. yy Becerileri	Deney Ön Test	20	35,95	5,73	-9,03	0,000	2,02
	Deney Son Test	20	46,10	3,46			
Sanat	Deney Ön Test	20	59,250	12,030	-6,98	0,000	1,56
	Deney Son Test	20	79,600	6,597			
Akademik Başarı Ölçeği	Deney Ön Test	20	6,85	3,80	-17,53	0,000	3,92
	Deney Son Test	20	23,05	1,43			

*Eşleştirilmiş (Bağımlı) Gruplar t Test uygulanmıştır.

Tablo 4.10 incelendiğinde Algı Ölçeği için; ölçek genelinde ve fen, matematik, mühendislik, teknoloji, sanat ve kariyer alt boyutları için deney grubu ön test puanları ile deney grubu son test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu anlamlı farklara ilişkin hesaplanan Cohen's d etki büyüklüğü katsayılarının 1,00 ile 2,25 arasında değiştiği görülmektedir. Dolayısıyla tespit edilen farkların yüksek etki düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir.

Uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerinin genel algı düzeylerinin, fen, matematik, mühendislik, teknoloji, sanat ve kariyer algılarının kendi ön test puanlarından anlamlı şekilde daha yüksek olduğu ve olumlu yönde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Tablo 4.10 incelendiğinde Tutum Ölçeği için; ölçek genelinde ve fen, matematik, mühendislik ve teknoloji, 21. yy. becerileri ve sanat alt boyutları için deney grubu ön test puanları ile deney grubu son test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu anlamlı farklara ilişkin hesaplanan Cohen's d etki büyüklüğü

katsayılarının 0,55 ile 2,38 arasında değiştiği görülmektedir. Dolayısıyla Matematik alt boyutuna ait anlamlı farkın orta düzey bir etkiye sahip olduğu, geriye kalan farkların yüksek etki düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir.

Uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerinin genel tutumlarının, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji, 21. yy. becerileri ve sanata karşı tutumlarının kendi ön test puanlarından anlamlı şekilde daha pozitif olduğu ve olumlu yönde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Tablo 4.10 incelendiğinde Akademik Başarı Ölçeği için; deney grubu ön test puanları ile deney grubu son test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu anlamlı farka ilişkin hesaplanan Cohen's d etki büyüklüğü katsayısının 3,92 görülmektedir. Dolayısıyla tespit edilen farkın yüksek etki düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir.

Uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerinin akademik başarı düzeylerinin kendi ön test puanlarından anlamlı şekilde daha yüksek olduğu ve olumlu yönde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

4.4. Bilimsel Yaratıcılık Rubriğine Ait Bulgular

Uygulama yapılan deney grubunda, dörder öğrenciden oluşan beş grubun “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği” ne verdikleri yanıtlar bilimsel yaratıcılık katmanlarına göre ayrı ayrı ve toplam bilimsel yaratıcılık puanına göre iki başlık altında incelenmiştir.

4.4.1. Bilimsel yaratıcılık katmanlarına göre değerlendirme

Öğrenci gruplarının bilimsel yaratıcılık katmanları (farkındalık, gözlem, strateji ve yansıtma) göz önüne alınarak öğrenci gruplarına ait puanlar verilmiştir.

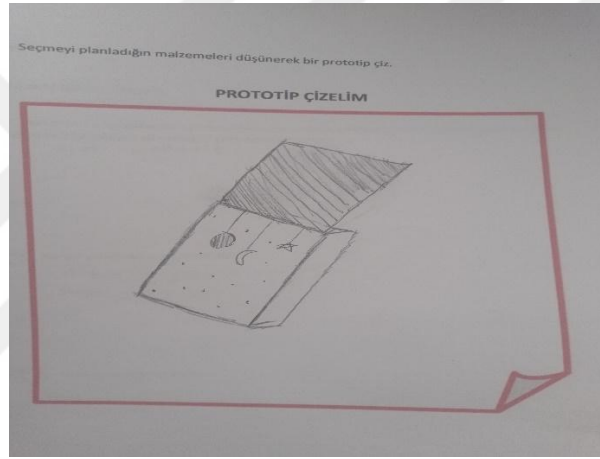
4.4.1.1. Öğrenci gruplarının farkındalık katmanından aldıkları puanların değerlendirmesi

Öğrenci gruplarının 10 puan olarak değerlendirilen farkındalık katmanından aldıkları puanların uygulama süresince değişimi Tablo 4.11’ de verilmiştir.

Tablo 4.11. *Farkındalık katman puanları*

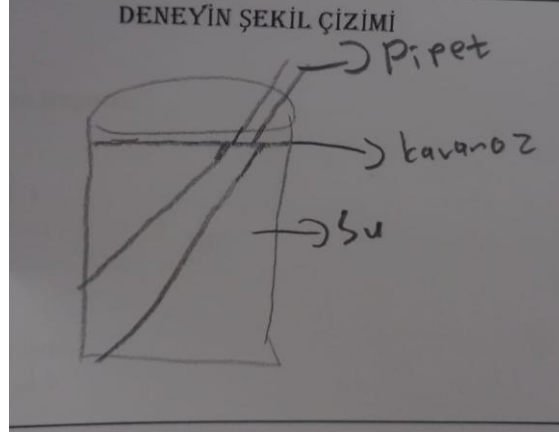
Öğrenci grupları	1. tasarım	2. tasarım	3. tasarım	4. tasarım	5. tasarım	6. tasarım	7. tasarım
Bilimin Yıldızlar	10	10	4	10	7	10	10
Z-Kuşağı mucitleri	10	10	10	10	10	10	10
Teknocalar	10	10	6	10	10	10	10
Çılgın Tasarımcılar	10	10	10	10	10	10	10
Zirvedekiler	10	10	10	10	10	10	10
Toplam	50	50	40	50	47	50	50

Tablo 4.11’ de görüldüğü gibi Bilimin Yıldızları grubu üçüncü ve beşinci tasarım hariç diğerlerinde tam puan almışlardır. Teknocalar grubu üçüncü tasarım hariç hepsinde tam puan almışlardır.



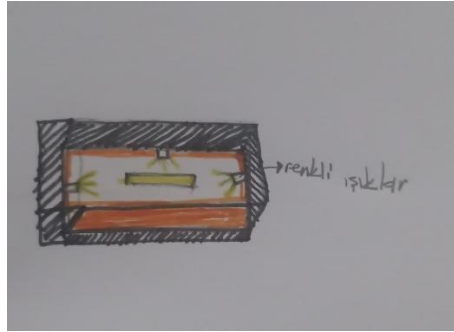
Şekil 4.13. *Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencilerin üçüncü tasarımdaki farkındalık katmanına yönelik cevabı*

Şekil 4.13’ te Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencilerin üçüncü tasarım olan ışık gösterisi aracı etkinliğindeki farkındalık katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenciler tasarımın çizimin de sadece dış görünüşünü çizip ve temel bileşenlerini yazmamışlardır. Bu nedenle öğrencilerin farkındalık katmanından 6 puan almışlardır.



Şekil 4.14. Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencilerin beşinci tasarımdaki farkındalık katmanına yönelik cevabı

Şekil 4.14'te Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencilerin beşinci tasarım olan deneyimi tasarlıyorum etkinliğindeki farkındalık katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenciler tasarımın dış görünümünü çizip kırılmayı tam gösterememişlerdir ve tasarımın temel bileşenlerinde pipeti fazladan yazıp gereksiz bilgiye yer verdiklerinden tam puan alamamışlardır. Bu nedenle öğrenciler farkındalık katmanından 7 puan almışlardır.



Şekil 4.15. Teknocalar grubundaki öğrencilerin üçüncü tasarım olan ışık gösterisi aracı etkinliğindeki farkındalık katmanına yönelik cevabı

Şekil 4.15'te Teknocalar grubundaki öğrencilerin üçüncü tasarım olan ışık gösterisi aracı etkinliğindeki farkındalık katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenciler tasarımın çizimini yapmış ancak tasarımın temel bileşenlerinden sadece bir tanenin adını yazmışlar. Bu nedenle öğrenciler farkındalık katmanından 6 puan almışlardır.

4.4.1.2. Öğrenci gruplarının gözlem katmanından aldıkları puanların değerlendirilmesi

Öğrenci gruplarının 20 puan olarak değerlendirilen gözlem katmanından aldıkları puanların uygulama süresince değişimi tablo 4.12’ de verilmiştir.

Tablo 4.12. Öğrencilerin gözlem katmanından aldıkları puanların uygulama süresinde değişimi

Öğrenci grupları	1. tasarım	2. tasarım	3. tasarım	4. tasarım	5. tasarım	6. tasarım	7. tasarım
Bilimin Yıldızlar	20	11	20	20	12	20	11
Z- Kuşağı Mucitleri	20	20	18	20	15	16	15
Teknocalar	7	20	8	6	11	14	8
Çılgın Tasarımcılar	15	10	15	14	20	16	13
Zirvedekiler	10	20	20	14	19	18	20
Toplam	72	81	81	74	77	84	67

Tablo 4.12’de öğrencilerin gözlem katmanından aldıkları puanlar düzenli bir artış göstermemekle beraber dalgalanmalar göstermektedir. Bazen artmış bazen azalmıştır. Bunun nedeni öğrencilerin tasarımlarda bir mühendis gibi yaptıkları tasarımları test etmesinden kaynaklanmaktadır. Gözlem katmanında yer alan yaptığınız tasarımların çalışma sistemini anlatınız sorusunda öğrencilerden STEAM’in tüm bileşenlerine değinerek anlatmaları istenmiştir. Öğrenciler tüm bileşenlere değinerek çalışma sistemini anlatma bazen zorlanmışlardır.

4.4.1.3. Öğrenci gruplarının strateji katmanından aldıklarının puanların değerlendirilmesi

Öğrenci gruplarının 30 puan olarak değerlendirilen strateji katmanından aldıkları puanların uygulama süresince değişimi Tablo 4.13’ de verilmiştir.

Tablo 4.13. Öğrencilerin strateji katmanından aldıkları puanların uygulama süresinde değişimi

Öğrenci grupları	1. tasarım	2. tasarım	3. tasarım	4. tasarım	5. tasarım	6. tasarım	7. tasarım
Bilimin Yıldızlar	20	15	15	30	27	30	30
Z- Kuşağı Mucitleri	25	25	23	24	21	23	30
Teknocalar	15	28	15	16	28	25	21
Çılgın Tasarımcılar	14	17	19	18	29	30	30
Zirvedekiler	18	21	30	21	30	26	30
Toplam	92	106	102	109	135	134	141

Öğrenci gruplarının strateji katmanından aldıkları puanlar incelendiğinde dalgalanmalar görülmekle beraber son tasarımdaki strateji puanlarının ilk tasarımdaki strateji puanlarından fazla olduğu görülmektedir.

4.4.1.4. Öğrenci gruplarının yansıtma katmanından aldıkları puanların değerlendirmesi

Öğrenci gruplarının 40 puan olarak değerlendirilen yansıtma katmanından aldıkları puanların uygulama süresince değişimi Tablo 4.14’ de verilmiştir.

Tablo 4.14. Öğrencilerin yansıtma katmanından aldıkları puanların uygulama süresinde değişimi

Öğrenci grupları	1. tasarım	2. tasarım	3. tasarım	4. tasarım	5. tasarım	6. tasarım	7. tasarım
Bilimin Yıldızlar	30	14	10	37	25	38	28
Z- Kuşağı Mucitleri	40	26	31	25	20	35	38
Teknocalar	8	33	12	17	20	30	28
Çılgın Tasarımcılar	15	15	18	27	35	35	35
Zirvedekiler	11	15	38	16	30	35	40
Toplam	104	103	109	122	140	173	169

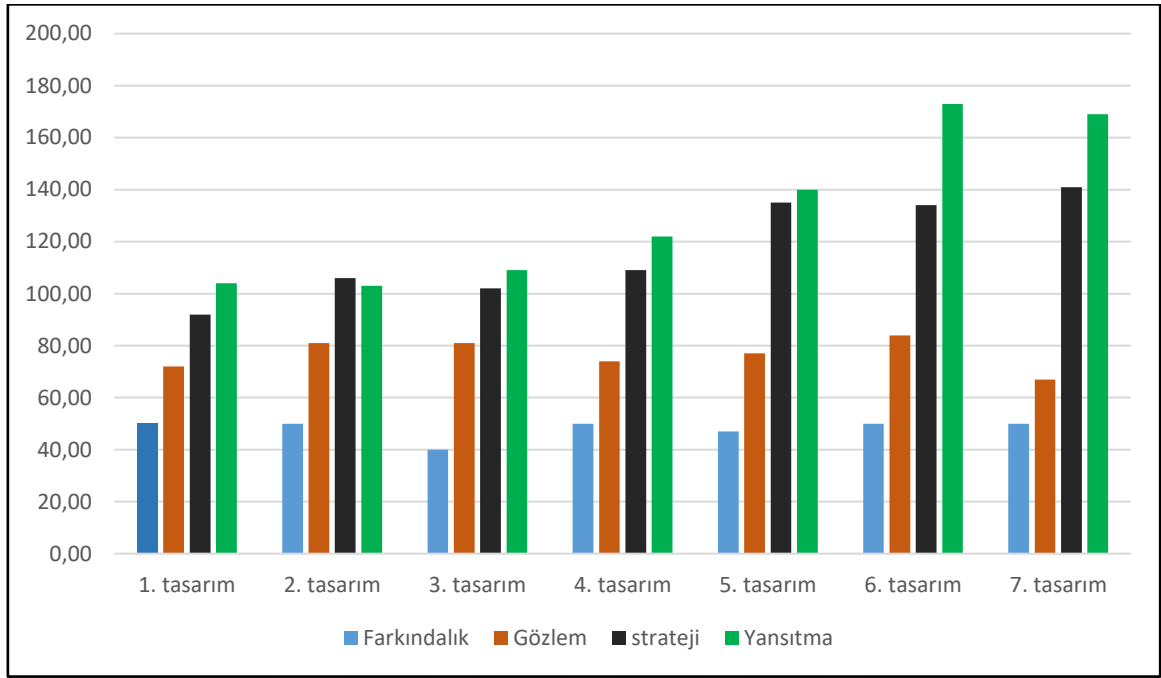
Tablo 4.14’de öğrenci gruplarının yansıtma katmanından aldıkları puanlar incelendiğinde dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Bilimin Yıldızları, Z-kuşağı mucitleri grubunun ilk tasarım ve son tasarım puanları arasında azalma görülmektedir. Diğer grupların ilk tasarım ve son tasarım puanları arasında artış gözlenmiştir.

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılık katmanına göre sınıflandırmada farkındalık, gözlem, strateji ve yansıtma puanları dikkate alındığında farkındalık katmanındaki puanların arttığı, gözlem katmanında dalgalanmaların olduğu, strateji puanlarının genel olarak arttığı ve yansıtma katmanında ise genel olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.

4.4.2. Tasarım etkinliklerine göre değerlendirme

Araştırmanın uygulama süresince gerçekleştirilen 7 STEAM tasarım etkinliğinin incelenmesinin ardından her tasarım için ayrı ayrı toplam puanlar incelenmiş ve sütun grafiği oluşturulmuştur. Sütun grafiği oluşturularak katmanların kendi içindeki değişim incelenmiştir.

Tasarım etkinliklerine göre değerlendirme grafiği Şekil 4.16’da verilmiştir.

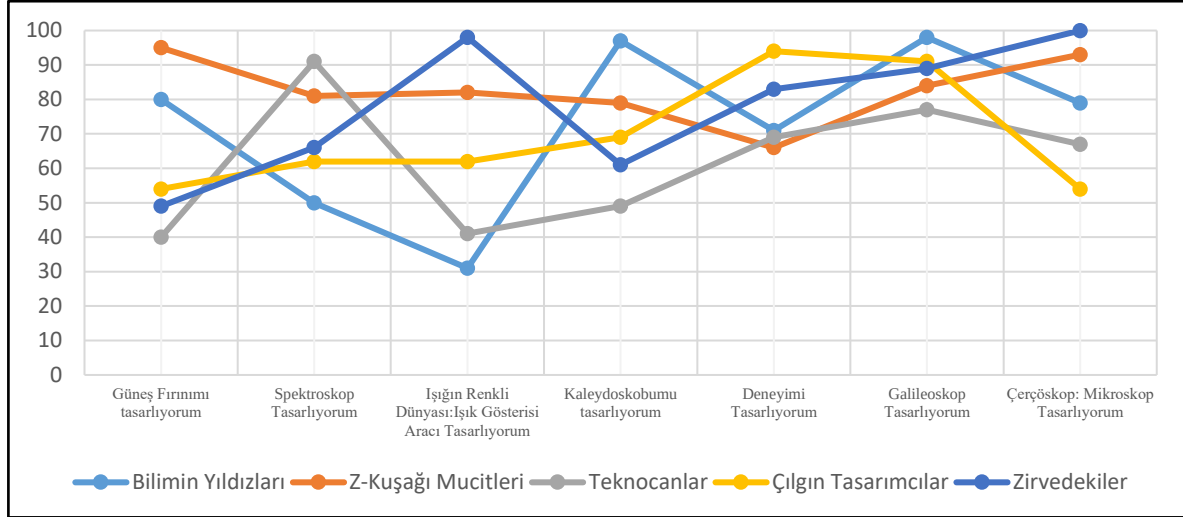


Şekil 4.16. *Tasarım etkinliklerine göre puan dağılımını gösteren sütun grafiği*

Şekil 4.16’da tasarım etkinliklerine göre gerçekleştirilen grafikte farkındalık katmanına ait puanların 3. ve 5. tasarım hariç diğerlerinde en yüksek olduğu, gözlem katmanının 6. tasarımda en yüksek olduğu, strateji katmanının 5. tasarımda en yüksek olduğu, yansıtma katmanının 6. tasarımda en yüksek olduğu görülmektedir. Öğrencilerin farkındalık ve gözlem becerilerinde artış ve azalmalarda dalgalanmalar görülmekle birlikte strateji ve yansıtma becerilerinde genellikle artış görülmektedir. Yani uygulama sürecinde öğrencilerin strateji ve yansıtma becerilerini genellikle arttırdığı tespit edilmiştir.

4.4.3. Toplam yaratıcılık puanlarına göre değerlendirme

Öğrenci gruplarının toplam yaratıcılık puanına göre değerlendirildiğinde grupların 100 puan üzerinden her bir tasarım için almış oldukları toplam yaratıcılık puanları belirlenmiş ve şekil 4.17’de grafik oluşturulmuştur.



Şekil 4.17. Grupların bilimsel yaratıcılık rubriğinden aldıkları puanları gösteren çizgi grafiği

Grupların ilk tasarımlarında yaratıcılık puanları sıralaması Z-Kuşağı Mucitleri > Bilimin yıldızları> Çılgın Tasarımcılar> Zirvedekiler > Teknocalar şeklinde iken son tasarımda yaratıcılık puanları sıralaması Zirvedekiler > Z-Kuşağı Mucitleri > Çılgın Tasarımcılar > Bilimin yıldızları > Teknocalar şeklinde olmuştur. Grupların yaratıcılık puanlarını kıyasladığımızda ilk sırada yer alan grubun değiştiği ancak son sırada yer alan grubun değişmediği görülmektedir. Grupların yaratıcılık puanları değişkenlik gösterse de uygulama süresince önemli bir düşüş meydana gelmemiştir. İlk iki grubun son etkinlikte bir ve iki puan düşüş meydana gelmesine rağmen diğer gruplarda yaratıcılık puanlarındaki artış ilk tasarıma göre çok fazla olduğu görülmüştür. Dolayısıyla ilk tasarımda yaratıcılık puanı yüksek olan gruplardaki düşüş çok az görülmüştür. İlk Tasarımda düşük puan alan gruplar son tasarımda yüksek puan almaları dikkat çekicidir. Grupların yaratıcılık sıralaması süreç içerisinde gelişim gösterdiği söylenebilir.

4.5. Mesleki İlgı Envanterine Yönelık Bulgular

RIASEC mesleki ilgi envanterinden elde edilen öğrenci verileri analiz edilerek tanılayıcı verilere ait kategoriler kullanılmıştır. RIASEC mesleki ilgi envanterinde öğrencilerin yer aldığı tekli, ikili ve sık kategorilere dağılımına ilişkin istatistiksel bilgiler, analiz bulgularına Tablo 4.15’de yer verilmiştir.

Tablo 4.15. Öğrencilerin mesleki kategorilerin dağılımına ilişkin öntest frekans ve yüzde değerleri

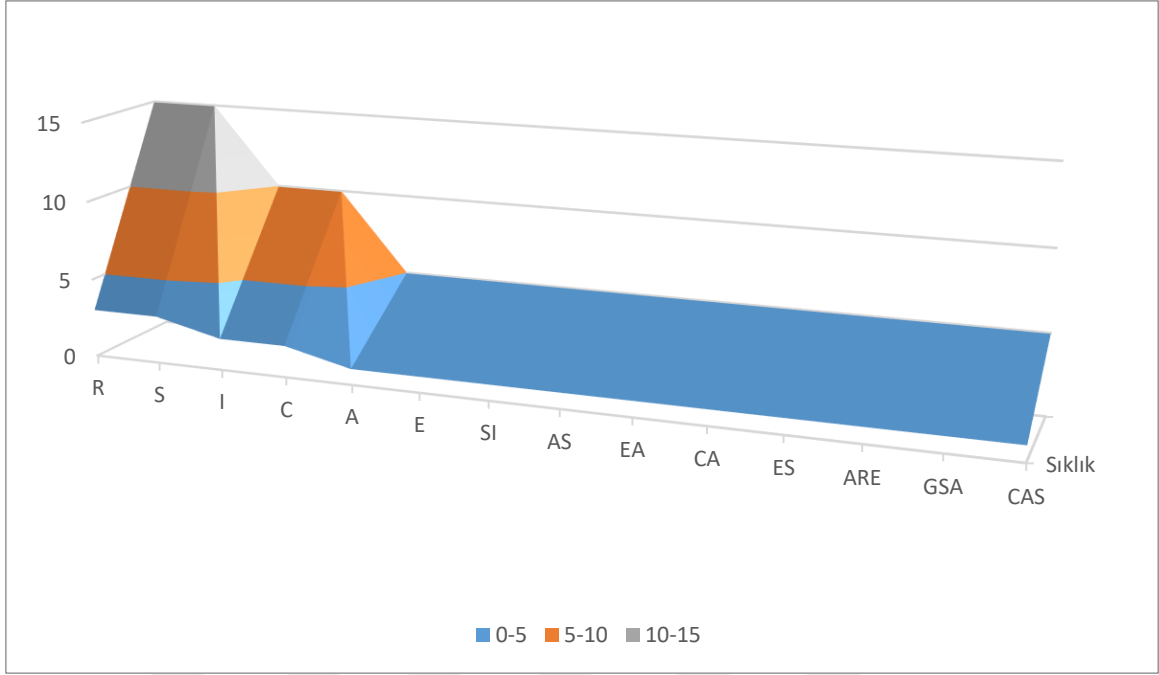
Tekli Kategoriler			İkili Kategoriler			Üçlü Kategoriler			Sık Kategoriler		
Kategori	Sıklık	%	Kategori	Sıklık	%	Kategori	Sıklık	%	Kategori	Sıklık	%
R	3	15	SI	1	5	ARE	1	5	R	3	15
I	2	10	AS	1	5	CSA	1	5	S	3	15
A	1	5	EA	1	5	CAS	1	5	I	2	10
S	3	15	CA	1	5				C	2	10
E	1	5	ES	1	5				A	1	5
C	2	10							E	1	5
Toplam	12	60		5	25		3	15	SI	1	5
									AS	1	5
									EA	1	5
									CA	1	5
									ES	1	5
									ARE	1	5
									CSA	1	5
									CAS	1	5

Çalışmaya katılan deney grubu öğrencilerinin mesleki ilgilerini belirlemek amacıyla kullanılan RIASEC mesleki ilgi envanterinden elde edilen bulgular Tablo 4.15’de gösterilmiştir. Mesleki ilgi yönünden öğrencilerin %60’nın tekli kategoride, %25 ikili kategoride ve %15’inin üçlü kategoride yer aldığı görülmektedir. Tekli kategoriler incelendiğinde öğrencilerin en fazla gerçekçi (R) ve sosyal (S) kategorilerinde (%15) yer aldığı görülmektedir. İkili kategorilerde öne çıkanların tamamı %5 olarak görülmektedir. Üçlü kategorilerde ise sanatsal-gerçekçi- girişimci, geleneksel-sosyal-sanatsal ve geleneksel-sanatsal-sosyal olarak öne çıkan kategorilerinde %5 olarak görülmektedir.

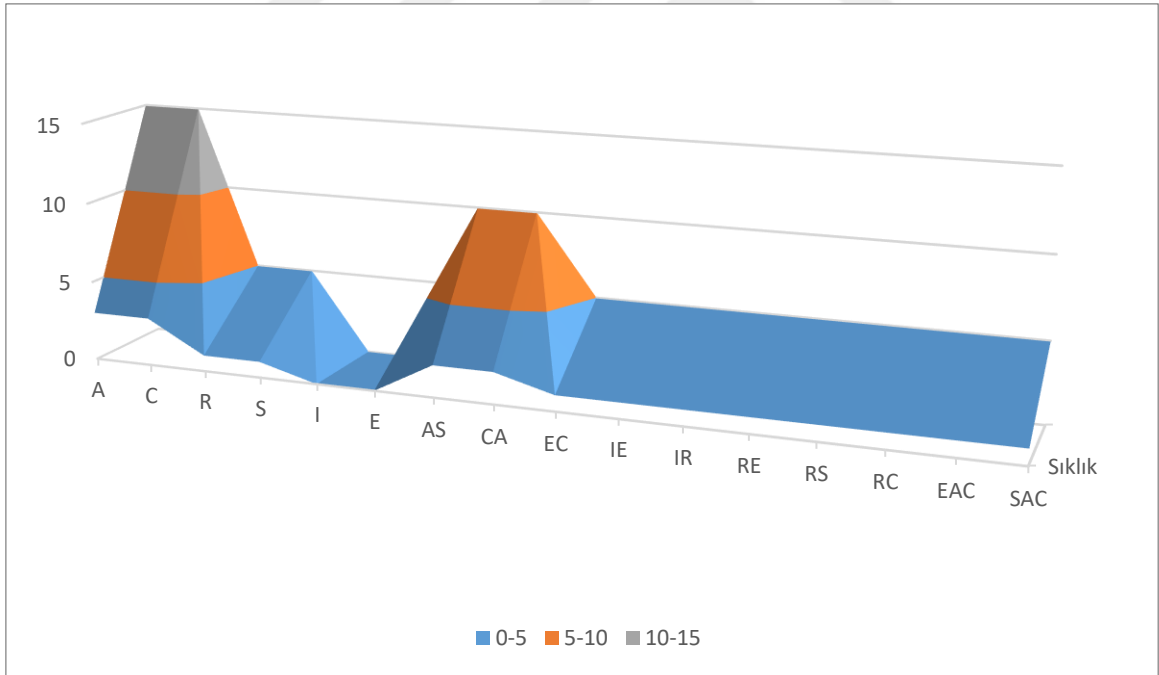
Tablo 4.16. Öğrencilerin mesleki kategorilerin dağılımına ilişkin sontest frekans ve yüzde değerleri

Tekli Kategoriler			İkili Kategoriler			Üçlü Kategoriler			Sık Kategoriler		
Kategori	Sıklık	%	Kategori	Sıklık	%	Kategori	Sıklık	%	Kategori	Sıklık	%
R	1	5	EC	1	5	EAC	1	5	A	3	15
I	0	0	IE	1	5	SAC	1	5	C	3	15
A	3	15	IR	1	5				R	1	5
S	1	5	RE	1	5				S	1	5
E	0	0	RS	1	5				I	0	0
C	3	15	AS	2	10				E	0	0
			CA	2	10				AS	2	10
			RC	1	5				CA	2	10
Toplam	8	40		10	50		2	10	EC	1	5
									IE	1	5
									IR	1	5
									RE	1	5
									RS	1	5
									RC	1	5
									EAC	1	5
									SAC	1	5

Çalışmaya katılan deney grubu öğrencilerinin son testindeki mesleki ilgilerini belirlemek amacıyla kullanılan RIASEC mesleki ilgi envanterinden elde edilen bulgular Tablo 4.16’da gösterilmiştir. Mesleki ilgi yönünden öğrencilerin %40’nın tekli kategoride, %50’nin ikili kategoride ve %10’nun üçlü kategoride yer aldığı görülmektedir. Tekli kategoriler incelendiğinde öğrencilerin en fazla sanatsal (A) ve geleneksel (C) kategorilerinde (%15) yer aldığı görülmektedir. İkili kategorilerde öne çıkanların sanatsal-sosyal ve geleneksel- sanatsal %10 olarak görülmektedir. Üçlü kategorilerde ise girişimci-sanatsal-geleneksel ve sosyal-sanatsal-geleneksel olarak öne çıkan kategorilerinde %5 olarak görülmektedir.



Şekil 4.18. Öğrencilerin mesleki sıklık kategorisine ilişkin öntest dağılımlarının gösterimi



Şekil 4.19. Öğrencilerin mesleki sıklık kategorisine ilişkin sontest dağılımlarının gösterimi

4.6. Bilimsel Sorgulama Ölçeğine Yönelik Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulama ölçeğinden elde edilen görüşlerin analizleri yapılmıştır. 22 kontrol grubu 20 deney grubu olmak üzere toplam 42 öğrencinin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüş ölçeği cevapları analiz edilmiştir. 42 öğrencinin bilimsel sorgulama ölçeğine verdikleri cevaplar bileşenlerin düzeylerine göre net olmayan/boş, yetersiz, karmaşık ve bilgili olmak üzere 4 kategoride kodlanmıştır. Bileşen düzeyleri belirlenirken bilimsel sorgulama ölçeğinde net olmayan/boş düzey için öğrencilerin verdiği cevapların uygun ve doğru olmaması veya soruyu boş bıraktığı durumlarda; yetersiz düzey için öğrencilerin cevapları tam uygun olmadığında; karmaşık düzey için öğrencilerin verdikleri cevaplarda ne bildiklerini karıştırmaları ve örneklerle desteklenmediği durumlarda; bilgili düzey için öğrencilerin sorulara verdiği cevapların doğru ve verdikleri cevabı destekleyen örnek durumlarla cevap verildiğini ifade edilmiştir. Bileşenlerin düzeyleri belirlendiğinde bilimsel sorgulama ölçeği görüşleriyle yapılan çalışmalar incelenerek net olmayan/boş için 0, yetersiz için 1, karmaşık için 2 ve bilgili için 3 puan verilmesi uygun görülmüştür. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test-son test puanları Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17. Kontrol grubu ön test puanları ile kontrol grubu son test puanlarının karşılaştırılması

Bilimsel Sorgulama Bileşenleri	Kontrol Grubu Ön				Kontrol Grubu Son			
	Bileşenlerin düzeyleri				Bileşenlerin düzeyleri			
	Net olmayan/Boş	Yetersiz	Karmaşık	Bilgili	Net olmayan/Boş	Yetersiz	Karmaşık	Bilgili
1	13 (%59,09)	9 (%40,90)	0 (%0)	0 (%0)	14 (%63,63)	8 (%36,36)	0 (%0)	0 (%0)
2	13 (%59,09)	9 (%40,90)	0 (%0)	0 (%0)	16 (%72,72)	6 (%27,27)	0 (%0)	0 (%0)
3	7 (%31,81)	13 (%59,09)	2 (%9,09)	0 (%0)	7 (%31,81)	13 (%59,09)	2 (%9,09)	0 (%0)
4	15 (%68,18)	7 (%31,81)	0 (%0)	0 (%0)	15 (%68,18)	7 (%31,81)	0 (%0)	0 (%0)
5	15 (%68,18)	7 (%31,81)	0 (%0)	0 (%0)	15 (%68,18)	7 (%31,81)	0 (%0)	0 (%0)
6	8 (%36,36)	12 (%54,54)	2 (%9,09)	0 (%0)	7 (%31,81)	13 (%59,09)	2 (%9,09)	0 (%0)
7	12 (%54,54)	10 (%45,45)	0 (%0)	0 (%0)	12 (%54,54)	10 (%45,45)	2 (%9,09)	0 (%0)
8	16 (%72,72)	5 (%22,72)	1 (%4,54)	0 (%0)	16 (%72,72)	5 (%22,72)	1 (%4,54)	0 (%0)

Tablo 4.17 incelendiğinde öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşler ölçeğine verdikleri cevabın frekans değerleri ve yüzdeleri için kontrol grubu ön test puanları ile

kontrol grubu son test puanları arasında bileşenlerin düzeylerinde anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu durumda mevcut Fen Bilimleri öğretim programıyla eğitim alan öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerinde anlamlı seviyede bir yükseliş veya düşüş görülmemektedir.

Tablo 4.18. Deney grubu ön test puanları ile deney grubu son test puanlarının karşılaştırılması

Bilimsel Sorgulama Bileşenleri	Deney Grubu Ön				Deney Grubu Son			
	Bileşenlerin düzeyleri				Bileşenlerin düzeyleri			
	Net olmayan/Boş	Yetersiz	Karmaşık	Bilgili	Net olmayan/Boş	Yetersiz	Karmaşık	Bilgili
1	13 (%65)	7 (%35)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	8 (%40)	12 (%60)	0 (%0)
2	16 (%80)	4 (%20)	0 (%0)	0 (%0)	1 (%5)	4 (%20)	12 (%60)	3 (%15)
3	10 (%50)	8 (%40)	2 (%10)	0 (%0)	4 (%20)	3 (%15)	1 (%5)	12 (%60)
4	16 (%80)	4 (%20)	0 (%0)	0 (%0)	2 (%10)	1 (%5)	7 (%35)	10 (%50)
5	9 (%45)	11 (%55)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	5 (%1)	14 (%70)	1 (%5)
6	10 (%50)	8 (%40)	2 (%10)	0 (%0)	4 (%20)	3 (%15)	12 (%60)	1 (%5)
7	11 (%55)	9 (%45)	0 (%0)	0 (%0)	1 (%5)	1 (%5)	10 (%50)	8 (%40)
8	16 (%80)	3 (%15)	3 (%15)	0 (%0)	0 (%0)	3 (%15)	7 (%35)	10 (%50)

Tablo 4.18 incelendiğinde öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşler ölçeğine verdikleri cevabın frekans değerleri ve yüzdeleri için deney grubu ön test puanları ile deney grubu son test puanları arasında, anlamlı farklar gözlenmiştir. Gözlemlenen farklılığın yüksek oldukları belirlenmiştir.

Uygulama süreci sonunda bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşler ölçeğine verdikleri cevabın deney grubu öğrencilerinin kendi ön test puanlarından daha yüksek olduğu ve olumlu yönde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Tablo 4.19. Kontrol grubu ön test puanları ile deney grubu ön test puanlarının karşılaştırılması

Bilimsel Sorgulama Bileşenleri	Grup	N	Net olmayan/Boş	Yetersiz	Karmaşık	Bilgili
1	Kontrol Ön Test	22	13 (%59,09)	9 (%40)	0 (%0)	0 (%0)
	Deney Ön Test	20	13 (%65)	7 (%35)	0 (%0)	0 (%0)
2	Kontrol Ön Test	22	13 (%59,09)	9(%40,90)	0 (%0)	0 (%0)
	Deney Ön Test	20	16 (%80)	4 (%20)	0 (%0)	0 (%0)
3	Kontrol Ön Test	22	7 (%31,81)	13(%59,09)	2 (%9,09)	0 (%0)
	Deney Ön Test	20	10 (%50)	8 (%40)	2 (%10)	0 (%0)
4	Kontrol Ön Test	22	15 (%68,18)	7 (%31,81)	0 (%0)	0 (%0)
	Deney Ön Test	20	16 (%80)	4 (%20)	0 (%0)	0 (%0)
5	Kontrol Ön Test	22	15 (%68,18)	7(%31,81)	0 (%0)	0 (%0)
	Deney Ön Test	20	9 (%45)	11 (%55)	0 (%0)	0 (%0)
6	Kontrol Ön Test	22	8 (%36,36)	12(%54,54)	2 (%9,09)	0 (%0)
	Deney Ön Test	20	10 (%50)	8 (%40)	2 (%10)	0 (%0)
7	Kontrol Ön Test	22	12 (%54,54)	10(%45,45)	0 (%0)	0 (%0)
	Deney Ön Test	20	11 (%55)	9 (%45)	0 (%0)	0 (%0)
8	Kontrol Ön Test	22	16 (%72,72)	5 (%22,72)	1 (%4,54)	0 (%0)
	Deney Ön Test	20	16(%80)	3 (%15)	3 (%15)	0 (%0)

Tablo 4.19 incelendiğinde öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşler ölçeğine verdikleri cevabın kontrol grubu ön test puanları ile deney grubu ön test puanları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu durumda deney ve kontrol olarak, her iki grubun deney sürecine eşit şartlar altında başladığı, deney sürecinin yansız – objektif olduğu görülmüştür.

Tablo 4.20 incelendiğinde öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşler ölçeğine verdikleri cevabın için kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanları arasında anlamlı farklar olduğu tespit edilmiştir. Gözlemlenen bu farkın frekans ve yüzdelerinin değişimi görülmektedir. Dolayısıyla tespit edilen değişimlerin frekans ve yüzdeleri arasında farklar belirlenmiştir.

Uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşler ölçeğine verdikleri cevabın kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu öğrencileri ve deney grubu öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşler ölçeğine verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir fark oluşmuştur. Bu farklara ilişkin frekans ve yüzdeleri Tablo 4.20’de görülmektedir.

Tablo 4.20. Kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanlarının karşılaştırılması

Bilimsel Sorgulama Bileşenleri	Grup	N	Net olmayan/Boş	Yetersiz	Karmaşık	Yetersiz
1	Kontrol Son Test	22	14 (%63,63)	8(%36,36)	0 (%0)	0 (%0)
	Deney Son Test	20	0 (%0)	8 (%40)	12 (%60)	0 (%0)
2	Kontrol Son Test	22	16 (%72,72)	6(%27,27)	0 (%0)	0 (%0)
	Deney Son Test	20	1 (%5)	4 (%20)	12 (%60)	3 (%15)
3	Kontrol Son Test	22	7 (%31,81)	13(%59,09)	2 (%9,09)	0 (%0)
	Deney Son Test	20	4 (%20)	3 (%15)	1 (%0,5)	12 (%60)
4	Kontrol Son Test	22	15 (%68,18)	7 (%31,81)	0 (%0)	0 (%0)
	Deney Son Test	20	2 (%10)	1 (%5)	7 (%35)	10(%50)
5	Kontrol Son Test	22	15 (%68,18)	7 (%31,81)	0 (%0)	0 (%0)
	Deney Son Test	20	0 (%0)	5 (%1)	14(%70)	1 (%5)
6	Kontrol Son Test	22	7 (%31,81)	13(%59,09)	2 (%9,09)	0 (%0)
	Deney Son Test	20	4 (%20)	3 (%15)	12 (%60)	1 (%5)
7	Kontrol Son Test	22	12 (%54,54)	10(%45,45)	2 (%9,09)	0 (%0)
	Deney Son Test	20	1 (%5)	1 (%5)	10 (%50)	8 (%40)
8	Kontrol Son Test	22	16 (%72,72)	5 (%22,72)	1 (%4,54)	0 (%0)
	Deney Son Test	20	0 (%0)	3 (%15)	7 (%35)	10 (%50)

4.7. Bilimsel Sorgulamaya Dayalı Gerçekleştirilen STEAM Uygulamasının Öğrenci Görüşlerine Yönelik Bulguları

Bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM etkinliklerine yönelik hazırlanmış olan yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme soruları deney grubunda bulunan 22 öğrenciye uygulanmıştır. STEAM etkinliklerini içeren yarı yapılandırılmış bu görüşme soruları uygulamadan sonra uygulamaya katılan deney grubunda yer alan öğrencilerden görüşleri alınmıştır. Bu araştırmanın yürütüldüğü deney grubunda yer alan öğrencilerin görüşlerinin analizleri analiz edilip özetlendiğinde kodlar ve temalar elde edilmiştir. Elde edilen bu kodlar ve temalar çerçevesinde Tablo 4.21 elde edilmiştir.

Tablo 4.21. STEAM görüşme sorularının kod ve kategorileri

Genel Kategori	Tema	Kod	Katılımcılar	Frekans
STEAM Öğretimi	Olumlu Özellikler	Araştırma	Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₅ , Ö ₇ , Ö ₈	5
		İşbirliği	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₈ , Ö ₁₄ , Ö ₂₀	5
		Laboratuvar aletlerini kullanmak	Ö ₂	1

Tablo 4.21. (Devam) STEAM görüşme sorularının kod ve kategorileri

STEAM Etkinlikleri	Etkinlikle İlgili Görüşler	Akademik başarı	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₇ , Ö ₁₀ , Ö ₁₈ , Ö ₅ , Ö ₁₆	7
		Merak	Ö ₁₃ , Ö ₁₆ , Ö ₁₉	3
		Hoşuma gitti	Ö ₁ , Ö ₈	2
		Çok eğlenceli	Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₁₀ , Ö ₁₂ , Ö ₁₃ , Ö ₁₅ , Ö ₁₇ , Ö ₁₈ , Ö ₂₀	13
		Çok zevkli	Ö ₁	1
		Verimli	Ö ₄	1
		Çok sevdim	Ö ₂ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₇ , Ö ₈	5
		Artık korkmuyorum	Ö ₇	1
		Etkileyici	Ö ₃ , Ö ₇	2
		Yaratıcı	Ö ₁ , Ö ₁₂ , Ö ₁₈ , Ö ₁₉	4
STEAM Becerileri	Gelişen Beceriler	Bilişsel beceriler	Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₁₈ , Ö ₁₉ , Ö ₆ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂ , Ö ₁₅ , Ö ₄ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₁₄ , Ö ₁₅ , Ö ₅ , Ö ₁₃	15
		Duyuşsal beceriler	Ö ₂ , Ö ₁₂ , Ö ₁₃ , Ö ₁₆ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₈ , Ö ₅ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆	10
		Devinişsel beceriler	Ö ₁ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂ , Ö ₁₃ , Ö ₁₄ , Ö ₁₅ , Ö ₁₇ , Ö ₂₀ , Ö ₂ , Ö ₁₉	15
		21. yy becerileri	Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₁₈ , Ö ₁₉ , Ö ₁₁ , Ö ₆ , Ö ₁₂ , Ö ₁₅ , Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₇ , Ö ₅ , Ö ₁₃ , Ö ₁₇ , Ö ₁₆	13

Tablo 4.21. (Devam) STEAM görüşme sorularının kod ve kategorileri

Disiplinlerüstü STEAM Öğretim Yaklaşımı	STEAM Öğretimine İlişkin Görüşler	Yaparak yaşayarak öğrenme	Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₈ , Ö ₁₁ , Ö ₁₇ , Ö ₁₃ , Ö ₁₆ , Ö ₁₈ , Ö ₁₉	9
		Proje temelli öğrenme	Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂ , Ö ₁₄ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₈	12
		Araştırma-incelemeye yönelik öğrenme	Ö ₂ , Ö ₁ , Ö ₁₆ , Ö ₁₈ , Ö ₁₁ ,	5
STEAM Disiplinleri	Öne çıkan disiplin	Matematik	Ö ₂ , Ö ₁₄ , Ö ₁₅	3
		Fen	Ö ₁₄	1
		Sanat	Ö ₂ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₇ , Ö ₁₈	5
		Teknoloji	Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₈	3
		Mühendislik	Ö ₁₄	1
		Entegrasyon	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂ , Ö ₁₄ , Ö ₁₈ , Ö ₁₉ , Ö ₂₀	13
STEAM Öğretim Zorlukları	STEAM Öğretiminde Görülen Problemler	Zaman	Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂ , Ö ₁₃ , Ö ₁₆ , Ö ₁₈ , Ö ₂	8
		Grup içi negatif etkileşim	Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₈ , Ö ₁₀ , Ö ₁₄ , Ö ₁₈	7
		Ürün geliştirmede	Ö ₄	1
STEM +A	STEM Eğitimine Sanatın Entegrasyonunun Duyuşsal Özellikleri	Özgüven	Ö ₄ , Ö ₈ , Ö ₁₃ , Ö ₁₆	4
		Motivasyon	Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₅ , Ö ₇ , Ö ₉ , Ö ₁₁ , Ö ₁₄ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₇	10
		Öğrenme	Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₉ , Ö ₁₂ , Ö ₁₇ , Ö ₁₈ , Ö ₂₀	9

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada disiplinlerüstü STEAM eğitim yaklaşımına Bilimsel Sorgulama süreci entegre edilerek Bilimsel Sorgulamaya Dayalı Steam Eğitimi etkinlikleri ile ortaokul öğrencilerin öğretiminde alternatif olarak kullanılabilecek bir öğretim yaklaşımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitiminin öğrencilerin akademik başarısına, meslek tercihlerine, STEAM tutumlarına, STEAM algılarına ve bilimsel yaratıcılıklarına olan etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda gerçekleştirilen uyguma sürecinin sonunda deney grubu öğrencilerinin genel algı düzeylerinin, fen, mühendislik, teknoloji, sanat ve kariyer algılarının; genel tutumlarının, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji, 21. yy becerileri ve sanata karşı tutumlarının; akademik başarı düzeylerinin kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı şekilde daha pozitif olduğu tespit edilmiştir. Bu bölümde mevcut araştırmada elde edilen bulgular daha önce yapılan benzer çalışmalar incelenerek tartışılmıştır. Araştırma bulgularının tartışılması her bir alt problem ele alınarak yapılmıştır.

5.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında Bilimsel Sorgulamaya Dayalı Gerçekleştirilen STEAM Eğitimin öğrencilerin STEAM algısına ilişkin etkisi araştırılmıştır. Bu araştırmada Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitim yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEAM algılarına yönelik alanlarını tespit etmek için STEAM Algı ölçeği deney grubuna ve kontrol grubuna uygulama öncesinde ve sonrasında ön test- son test şeklinde uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM Eğitiminin öğrencilerin STEAM Algılarını anlamlı şekilde geliştirdiği belirlenmiştir. Bu durumda Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitiminin öğrencilerin STEAM algılarını artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEAM Algı Ölçeğinin geneline bakıldığında anlamlı farklar görülmüş ancak alt boyutlara baktığımızda uygulama sonunda deney grubu öğrencilerinin genel algı düzeylerinin, fen, mühendislik, teknoloji, sanat ve kariyer algılarının kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu öğrencileri ve deney grubu öğrencilerinin matematik algıları arasında anlamlı bir fark oluşmadığı tespit edilmiştir. Matematik alt boyutunda anlamlı gelişim göstermeyen çalışmalarda bulunmaktadır (Karakuyu, 2021; Yıldırım, 2021). Bu araştırmada matematik alt boyutunda anlamlı farkın tespit edilememesi uygulamadan kaynaklı olabilir.

Araştırmacının matematik bileşenini etkili kullanmamasından ve öğrencilerin yeni nesil matematik sorularını zor görüp dersi ve hocasını sevmemesinden kaynaklanmış olabilir. Yani öğrencilerin matematik algılarının düşük olduğunun tespit edilmesi zihinlerindeki şemalarda matematiği tam olarak yapılandırmamasından kaynaklanmış olabilir. Matematik alt boyutunda anlamlı fark bulunsaydı öğrencilerin zihindeki şemalarda matematiği yapılandırdığı ifade edilebilirdi (Kunter vd., 2007). Bilimsel Sorgulamaya Dayalı Gerçekleştirilen STEAM/ STEM (FeTeMM) etkinliklerinin öğrencilerin düşünme şekilleri ve zihinsel şemalarında yapılandırabilecek şekilde ders içi öğrenim etkinliklerinin hazırlanması STEAM/STEM alanlarına yönelik algılarındaki gelişime olumlu yönde etki gösterdiği sunulmuştur (Banning ve Folkestad, 2012).

Öğrencilerin STEAM alanlarına yönelik algılarındaki gelişimin büyük bir kısmı STEAM etkinliklerin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğrenciler uygulama sürecinin başından sonuna kadar Fen Bilimleri dersi ile diğer STEAM bileşenlerini (teknoloji – matematik-sanat- mühendisliği) aktif olarak kullanıp aralarındaki ilişkiyi kavramış olabilirler. Bir mühendis gibi çalışıp yeni uygulamalar, teknolojik cihazlar ve yeni bilgiler öğrenmeleri STEAM algılarını geliştirmiş olabilir (Gündüz Bahadır, 2020).

STEAM eğitimi geleneksel öğretim programından farklı olarak öğrencilerin bir tasarımda yapmak istediklerini yapabilmesi, hayal ve beyin gücünü güçlendirerek bilimsel düşünme becerilerini geliştirdiğinden STEAM alanlarına yönelik algıları gelişmiş olabilir (Sparkes, 2017). STEAM yaklaşımının etkili olduğunu düşünen araştırmacıların çalışmalarına bakıldığında öğrencilerin hayal gücünü güçlendirdiği, yaratıcılıklarını destekleyerek yeni fikirlerin oluştuğunu tespit etmişlerdir (Braund, 2015; Cole, 2014; Cook, Bush ve Cox, 2017; Sparkes, 2017; Wynn ve Harris, 2012).

Bu araştırmada tespit edilen sonuçlar Karakuyu (2021) ve Yıldırım (2021) disiplinlerüstü STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirdiği çalışmaların öğrencilerin STEAM alanlarına yönelik algılarını olumlu yönde etkilediği sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Literatürde STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEAM alanlarına yönelik algılarını geliştirme potansiyeline sahip araştırmalar bulunmaktadır. Yıldırım (2021) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersinde STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirdiği etkinliklerin öğrencilerin STEAM alanlarına yönelik algılarına etkisini incelemiştir. Çalışmada STEAM algı ölçeği ile elde edilen verilerin öğrencilerin algılarını olumlu yönde geliştirdiği sonucunu tespit etmiştir. Alt boyuttaki

alanlara bakıldığında teknoloji alanı boyutunda anlamlı farkın olduğu diğer alt boyutlar olan Fen, Mühendislik, Sanat, Matematik ve Kariyer alanlarında anlamlı farkın görülmediği belirlenmiştir. Karakuyu (2021) ortaokul 6. sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersinde STEAM eğitim yaklaşımı ile hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin STEAM alanlarına yönelik algısını incelemiştir. Çalışmada STEAM algı ölçeği ile elde edilen verilerin öğrencilerin algılarını olumlu yönde etkilediği sonucunu tespit etmiştir. Testin geneline bakıldığında öğrencilerin algılarında anlamlı fark görülmüş ancak alt boyutlara baktığımızda mühendislik, matematik ve sanat alanlarında anlamlı fark görülmediği tespit edilmiştir. Gülhan (2016) 5. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirmiş olduğu STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarıyla ilgili algılarını olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir. Şirin (2020) 7. sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersinde girişimcilik odaklı STEM etkinliklerinin öğrencilerin algılarının arttığını tespit etmiştir. Taşçı (2019) ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersinde tersine mühendislik uygulamaları ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEM' e yönelik algılarını geliştirmede etkisi olduğunu tespit etmiştir. Bu gelişimin yapılandırmacı yaklaşımdan daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Çakmak (2019) üç ortaokuldan 672 öğrenci ile gerçekleştirmiş olduğu çalışmada öğrencilerin STEM algılarını bazı kriterler açısından incelemiştir. Araştırma sonucunda erkeklerin kız öğrencilere kıyasla STEM tutum ve algılarının, aile bireylerinden birinin mühendis olup olmamasına göre, sosyoekonomik açıdan iyi olan öğrencilerin olmayanlara göre olumlu yönde artış olduğunu tespit etmiştir. Öner (2019) ortaokul öğrencilerinin algısını cinsiyet ve sınıf düzeyine göre incelemiştir. Araştırma sonucunda kızların FeTeMM algısının erkek öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğu, sınıf düzeyinde ise oluşan farkın 7. sınıf öğrencilerinin lehine olduğu tespit edilmiştir. Sınıf seviyesi arttıkça FeTeMM/STEM algıları da doğru orantılı olarak arttığını ortaya koymuştur. Sevilmiş (2023) ilkököl 3. Sınıf Fen bilimleri dersinde argümantasyon tabanlı STEM etkinlikleri ile gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin STEM algılarını pozitif yönde geliştirdiğini tespit etmiştir. Gündüz Bahadır (2020) 6. sınıf öğrencileri ile Fen bilimleri dersinde 5E öğrenme modeli kullanılarak gerçekleştirilen STEM etkinlikleri öğrencilerin algılarının değişmesine fırsat vermiştir.

Sonuç olarak Fen Bilimleri dersinde Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM Eğitimi veya STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEAM alanlarına yönelik algılarını olumlu yönde geliştirdiği düşünülmektedir. Deney grubunda bulunan öğrencilerin STEAM algı ölçeğindeki ön test ve son test puanları arasındaki farkın literatürde yer alan çalışmaların bulguları ile benzerlik

göstermektedir. Kontrol grubunda bulunan öğrenciler MEB' in yayınladığı mevcut Fen Bilimleri öğretim programı çerçevesinde derslere devam etmeleri STEAM alanlarına yönelik algılarını geliştirecek bir uygulama sürecinin bulunmaması son test puanlarında anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir.

5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında Bilimsel Sorgulamaya Dayalı Gerçekleştirilen STEAM Eğitimin öğrencilerin STEAM tutumlarına ilişkin etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitim yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEAM tutumlarını tespit etmek için STEAM Tutum Ölçeği deney grubuna ve kontrol grubuna uygulama öncesinde ve sonrasında ön test-son test şeklinde uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM Eğitiminin öğrencilerin STEAM tutumlarını anlamlı şekilde geliştirdiği belirlenmiştir. Bu durumda Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitiminin öğrencilerin STEAM tutumlarını geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulama sürecinin sonunda ölçek genelinde ve fen, matematik, mühendislik ve teknoloji, 21. yy. becerileri ve sanat alt boyutları için kontrol grubu son test puanları ile deney grubu son test puanları arasında anlamlı farklar tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin genel tutumlarının kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı şekilde daha pozitif olduğu elde edilmiştir. Anlamlı farklara ilişkin hesaplanan Cohen's d etki büyüklüğüne baktığımızda matematik alt boyutunda orta düzey bir etkiye sahip olduğu, geriye kalan fen, mühendislik ve teknoloji, 21. yy. becerileri ve sanat alt boyutlarında yüksek etki düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. STEAM Algı Ölçeği ve STEAM Tutum Ölçeğinin ikisinde matematik alt boyutundaki gelişimin az olması dikkati çekmektedir. Matematik alt boyutundaki bu tespit öğrencilerin matematik dersinde çok zorlandıkları ve öğretmenini sevmedikleri şeklinde yorumlanmıştır. Aslında bir alan ya da derse yönelik tutumun sadece uygulama ile gelişim göstermediğini öğrencilerde bulunan içsel ve dışsal motivasyon süreçlerinde etki ettiğini göz ardı etmemek gerekmektedir (Wigfield ve Eccles, 2002).

STEAM tutumlarındaki anlamlı şekilde pozitif gelişimin uygulamadan kaynaklı birçok nedeni öne sürülebilir. Öğrenciler bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitim yaklaşımıyla fen-matematik-mühendislik-teknoloji-sanat disiplinlerini içine alan çalışmalar gerçekleştirirken 21. yy. becerilerini de geliştirmişlerdir. Öğrencilerin uygulama öncesindeki tutumlarının olumsuz yönde olması STEAM projelerini zaman kaybı

gibi görüp öğretim kazanımlarıyla ilişkilendirememesinden kaynaklanmaktadır. Süreç içerisinde 21. yy. becerileri geliştikçe bilimsel sorgulama yaparak aradaki bağlantıyı kurabilmişlerdir. STEAM eğitim ortamlarına öğrencinin öz düzenleme yaparak öğrendiği bilgileri kalıcı hale getirmesinde, öğrencinin merkezde öğretmenin rehber olduğu süreci grup arkadaşlarıyla birlikte etkileşim içerisinde olduğu çalışmaları kapsamaktadır. Öğrencilerin dersi kendi çalışmaları kapsamında yönlendirebildikleri, kendilerini özgür hissedebildikleri, bulunduğu grup ve diğer gruplarla takım çalışması yaptığı, görev ve sorumluluklarını bilerek devamsızlık yapmadan tüm sürece aktif katılım göstermişlerdir. Okul saatleri içerisinde öğrencinin istediği zaman çalışabileceği bir STEAM laboratuvarı araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Tüm bu süreçlere aktif katılım sağlayan öğrencilerin uygulama sonrasındaki tutumları olumlu yönde gelişmiştir. Hatta öğrenciler uygulamanın ilk haftaları yapmak istemediklerini ifade etmekte iken uygulama bitiminde çok üzüldüklerini uygulamaya devam etmek istediklerini, süreçte kullanılan kimlik kartlarını hatıra olarak saklayacaklarını ifade etmişlerdir. STEAM etkinlikleriyle gerçekleştirdikleri tasarımları grup arkadaşlarıyla takım halinde çalışıp ortaya çıkan ürün ve öğrenciler arasındaki rekabet, bilgi yarışları ve en iyi tasarıma verilen ödüller öğrencilerin ilgi-motivasyonlarını artırarak tutumlarını olumlu etkilemiş olabilir (Çavaş vd, 2013). STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin motivasyonlarındaki artış tutumlarını olumlu etkilemiş olabilir. Vennix vd. (2018) tarafından STEM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen eğitime aktif katılım sağlayan öğrencilerin motivasyon ve tutumlarında olumlu yönde artış tespit etmişlerdir. Akçin (2023) ise STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin derse motive olmasına ve disiplinlerüstü STEAM alanlarına yönelik olumlu tutum geliştirdiklerini tespit etmiştir. Bu araştırmada bulunan sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Öğrencilerin okulu sevip okulda kalmaktan memnun olmaları tutumları olumlu yönde etkilemiş olabilir. Okul taşınmalı bir okul olduğundan köy ve kasabadan gelen öğrenciler çoğunluktadır. Bu durum kırsal bölgelerde okula gelen öğrencilerin iş yükünü azalttığından okuldan çok memnun olmaktadır. Öğrencilerin, sağlıklı bir okul ortamında kendilerini iyi hissetmesi, yaparak yaşayarak süreçte aktif olması, öğretmenlerin öğrencilerini desteklemesi, okul memnuniyeti ile ilişkilidir (Özdemir ve Sezgin, 2011). Öğretmenin öğrenciler, okul idaresi, diğer branş öğretmenleri ve veli ile iletişimi okul türünün gelişime açıklık durumu hakkında bilgi sunar (Özdemir vd., 2010). Öğrencilerin okul atmosferi

içerisindeki memnuniyet artışı STEAM tutumlarına dolaylı olarak olumlu etkide bulunmuş olabilir (Gürliyenkaya Baş, 2020).

Öğrencilerin tutumlarındaki gelişim bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen fen öğretiminin öğrencilere eğlenerek ve kendilerini bazen mühendis bazen bir bilim insanı yerine koyarak tasarımlar yapmış olmalarından kaynaklanmış olabilir. Böylece öğrencilerin STEAM etkinliklerine karşı pozitif duygular geliştirmesi tutumlarında olumlu etkilemiş olabilir. STEAM eğitim yaklaşımındaki mühendislik disiplini gerçekleştirilen etkinliklerin fene yönelik kazanımlar ve diğer disiplinlerin kazanımları arasında köprü görevi üstlenir (Çepni, 2018). Öğrencilerin kendilerini mühendis gibi hissedip, mühendislik kartlarını uygulama sürecinde yakalarında bulundurmaları, ortaokul öğrencilerinin mühendislik alanına yönelik ilgilerinin yüksek olmasıdır (Yaşar vd. 2006). Benzer çalışmalarda Fen Bilimleri dersinde tasarım temelli eğitimin öğrencilerin mühendislik konusundaki bilgilerini olumlu etkilediği yönündedir (Serhat ve Ercan, 2014; Sağat, 2019). Gülhan ve Şahin (2016) uygulamalı olarak gerçekleştirdikleri STEM eğitim etkinliklerinin öğrencilerin en çok mühendislik disiplinine ilişkin tutumları geliştirdiğini tespit etmiştir.

Öğrencilerin daha önceden bilim uygulamaları dersi almaları STEAM tutumlarını olumlu yönde etkilemiş olabilir. Araştırmacı öğrencilerin Bilim Uygulamaları dersine de girdiğinden STEM/ STEAM uygulamalarının teorik çerçevesinden öğrencilere bahsetme imkânı bulmuştur. Bu sonuç alanyazındaki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Alperen, 2020; Kılıç, 2023; Pekbay, 2017). Tutumlardaki bu gelişim öğrencilerin Fen Bilimleri dersine ayırdıkları çalışma zamanının artmasından etkilenmiş olabilir. Araştırmacı sınıftaki öğrencilerinin çoğunun eğitim koçu olduğundan dolayı akademik başarılarının takip ettiğinden öğrenciler Fen Bilimleri dersine daha çok zaman ayırmaktadır. Sonuç olarak öğrencilerin Fen Bilimleri dersine çalışma süresi arttıkça STEAM tutum ölçeğinden alınan puanlarında artış gösterdiği yönündedir. Öğrencilerin farklı bir eğitim yaklaşımı olan STEAM eğitimiyle öğrenim görmeleri STEAM tutum ölçeğinden alınan puanlarını etkilediği düşünülmektedir. Huang (2020) tarafından gerçekleştirile çalışmada STEAM eğitimiyle öğretimin öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir.

STEM/STEAM tutumlarını geliştirmek fene yönelik tutumları geliştirmekten kolay olabilir. Çünkü STEAM tutumlarını geliştirirken fene yönelik tutumları geliştiremeyen çalışmalar mevcuttur (Doğan, 2019).

Literatürde benzer STEAM yaklaşımıyla gerçekleştirilen çalışmaların öğrencilerin tutumlarında olumlu etki yaptığına dair araştırma mevcuttur. Yıldırım (2021) ortaokul 7.

sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersi karışımların ayrılması ünitesinde STEAM yaklaşımıyla gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin Fen Bilimlerine karşı tutumlarında anlamlı düzeyde fark tespit etmiştir. Gülhan ve Şahin (2018) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersinde aynalarda yansıma ve ışığın soğrulması ünitesinde STEAM öğretim yaklaşımıyla gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin STEAM tutumlarını geliştirdiğini tespit etmiştir. Özkan ve Umdü Topsakal (2017) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersi enerji ünitesinde STEAM yaklaşımıyla gerçekleştirdiği öğretimin öğrencilerde pozitif yönde düşünceler geliştirdiğini tespit etmiştir. Kolsuz (2018) 3. sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersi canlılar dünyasına yolculuk ünitesinde gerçekleştirdiği STEAM öğretim etkinliklerinde öğrencilerin fene yönelik tutumlarını geliştirdiğini tespit etmiştir. Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen öğretimin Kore’ de daha yaygın olduğu Türkiye’ de ise STEAM yönelik ünite temelli uygulamalı çalışmaların az sayıda olduğu görülmektedir (Kolsuz, 2018). Elde edilen sonuçlar Kore’ de STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen çalışmaların STEAM tutumlarını arttırdığı sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Kim vd. 2014; Kong ve Ji, 2014) . Yılmaz (2023) tarafından Fen Bilimleri öğretmen adayları ile STEAM yaklaşımıyla gerçekleştirilen öğretimin STEM tutumlarını geliştirdiği tespit edilmiştir. Alanyazında Görsel Sanatlar dersi içerisinde gerçekleştirilen STEAM öğretim yaklaşımının öğrencilerin STEAM tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği çalışmalarda bulunmaktadır (Azkın, 2019; Boran Şenocak, 2024; Hallaç, 2019; Helvacı, 2019). Alanyazında STEM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEM alanlarına karşı tutumlarını olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir (Akkaya, 2019; Alıak, 2019; Benek, 2019; Bike, 2020; Dallı, 2019; Demet, 2022; Doğan, 2019; Doğru, 2020; Elbir, 2020; Gül Şeker, 2023; Gülgün, 2020; Güneş Varol, 2020; Karakaş, 2017; Kavacık, 2019; Kalik, 2022; Keleş, 2019; Koca, 2023; Kocataş, 2023; Koç, 2019; Köroğlu, 2019; Ocak, 2017; Okulu, 2019; Ozan, 2019; Özel, 2018; Özçelik, 2021; Secer, 2020; Sevilmiş, 2023; Şirin, 2020; Soysal, 2019; Taşçı, 2019; Topal, 2022; Toprak, 2021; Uz, 2022; Yazıcı, 2019). Bununla birlikte STEM/STEAM tutumların da anlamlı değişiklik görülmeyen uygulamalı çalışmalarda rastlanmaktadır (Duyal, 2022; Babacanoğlu, 2019; Gündüz Bahadır, 2020; Karakuyu, 2021; Sağat, 2019; Yüzgeç, 2021; Yılmaz, 2019). Sağat (2019) STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirdiği etkinliklerin öğrencilerin STEAM tutumlarında anlamlı düzeyde fark bulamamıştır. Bu durumun nedeni ise 58 maddeden oluşan STEAM tutum ölçeğinin uzun olmasından dolayı öğrencilerin dikkatinin dağılmasına yol açarak sıkıldıklarını tespit

etmiştir. Bu durumun önüne geçebilmek için bu araştırmada araştırmacı 5 alt bölümden oluşan tutum testini bölümler halinde uygulayıp aralar vererek uyguladığından öğrencilerin tutumlarında artış olabilir. Bu şekilde uygulandığında öğrenciler sıkılmadan STEAM tutum ölçeğini yanıtlayabilmektedir. Duyal (2022) çevre eğitimi kapsamında ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin çevre eğitimi ve FeTeMM tutumlarını incelediği araştırmada STEM tutum ölçeğinde anlamlı fark bulamamıştır. Bu durumun nedenini ise uygulama öncesinde öğrencilerin tutumlarının yüksek olduğundan yapılan uygulamanın yüksek tutumları daha çok geliştirmesinin zor olacağı şeklinde yorumlanarak tespit edilmiştir. Yüzgeç (2021) Astronomi Temelli STEM etkinlikleri ile gerçekleştirdiği öğretimin öğrencilerin STEM tutumlarında anlamlı fark olmadığını tespit etmiştir. STEM tutum ölçeğinde anlamlı farkın görülmemesinin öğrencilerin Fen bilimleri ve Matematik derslerindeki akademik başarılarının iyi olmamasıyla ifade etmiştir. Yılmaz (2019) Fizik dersinde STEM eğitimiyle gerçekleştirdiği etkinliğin öğrencilerin akademik başarısına, STEM ve Fizik tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin STEM tutumlarının değişmediği tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak uygulama yaptığı okulun fen lisesi olduğu dolayısıyla burda öğrenim gören öğrencilerin fene yönelik ilgi düzeylerinin yüksek olduğu şeklinde yorumlanarak tespit edilmiştir. Babacanoğlu (2019) STEM uygulamalarının öğrencilerin fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda STEM tutumlarında anlamlı fark bulunmamıştır. Bunun nedeni olarak uygulamanın yapıldığı okulun imkanlarından kaynaklandığı yorumu yapılmıştır. Gündüz Bahadır (2020) Fen Bilimleri dersinde STEM uygulamalarını çeşitli değişkenler açısından incelediği araştırmasında, etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarında anlamlı fark oluşturmadığını tespit etmiştir. STEM tutumlarında anlamlı farkın meydana gelmemesini yapılan uygulama süresinin az olduğu yani süre sıkıntısından ve öğrencilerin derslerde başarılı olmamasından kaynaklandığı yorumu yapılmıştır.

Sonuç olarak Fen Bilimleri dersinde Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM Eğitimi veya STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEAM tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği düşünülmektedir. Deney grubunda bulunan öğrencilerin STEAM tutum ölçeğindeki ön test ve son test puanları arasındaki farkın literatürde yer alan çalışmaların bulguları ile benzerlik göstermektedir. Kontrol grubunda bulunan öğrenciler MEB' in yayınladığı mevcut Fen Bilimleri öğretim programı çerçevesinde derslere devam etmeleri, STEAM alanlarına yönelik tutumu

geliştirecek bir uygulama sürecinin bulunmaması son test puanlarında anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir.

5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında Bilimsel Sorgulamaya Dayalı Gerçekleştirilen STEAM Eğitimin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin Fen Bilimleri dersinde ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde akademik başarıya etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitim yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin akademik başarıya etkisini incelemek için Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi, deney grubuna ve kontrol grubuna uygulama öncesinde ve sonrasında ön test- son test şeklinde uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM Eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını anlamlı şekilde geliştirdiği belirlenmiştir. Mevcut araştırma bulgularından yola çıkarak Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarında olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Deney ve kontrol grubu olarak çalışılan iki grupta uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin akademik başarısında meydana gelen farklılık normal bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü uygulama öncesinde öğrencilerin bilgi sahibi olmadıkları, bilmedikleri bir ünite akademik başarı ön testi uygulanmıştır. Uygulama başladığında öğrenciler farklı öğretim yöntemleri ve yaklaşımları kullanılarak ünite kapsamındaki konular işlenmiş, öğrenciler ünite bulunan konu ve kavramlar ile ilgili bilgi sahibi olmuşlardır. Bu sonuç Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısını artırmada etkili olduğu söylenilebilir. Bunun için yaptığımız uygulamanın nasıl bir etkiye sahip olduğunu anlamak için Cohen's d etki büyüklüğüne (1998) bakmamız daha doğru sonuç verebilir. Bizim çalışmamızda anlamlı farka ilişkin hesaplanan Cohen's d etki büyüklüğü katsayısının 3,92 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla tespit edilen farkın yüksek etki düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir. Alanyazında Fen Bilimleri dersinde STEAM ile ilgili yapılan çalışmaların akademik başarıyı arttığı sonucuyla benzerlik göstermektedir (Karakuyu, 2021; Yıldırım, 2021). Öğrencilerin başarılarındaki bu artış dersin içine sindirilmiş bir şekilde aynı zamanda öğrencilere MEB kazanım kavrama ve beceri temelli soruların öğrenciler tarafından benimsenip çözülmesinden kaynaklanmış olabilir. Aynı şekilde matematik dersinde gerçekleştirilen STEAM eğitiminin öğrencilerin beceri temelli ve LGS tarzı sorularında öğrencilerin

akademik başarısını pozitif yönde etkilediği tespit edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir (Çorbacı, 2023).

Bu gelişimin uygulamadan kaynaklı birçok nedeni olduğu öne sürülebilir. Didaktik yöntemlerden farklı yeni yaklaşımlar, sorgulama sürecinde öğrencilerin argümanlar oluşturmaları ve müzakere yapmaları akademik başarıyı arttırmış olabilir. Cömert (2019) 7. Sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada argümantasyona dayalı öğretimin öğrencilerin yaparak yaşarak argüman oluşturma süreçlerinde etkili olduğu ve kavramsal anlamaları artırarak geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin akademik başarısını arttırmada daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Literatürde argümantasyona dayalı öğretim çalışmalarının farklı Fen Bilimleri konularında öğrencilerin akademik başarısını artırdığını tespit eden çalışmalar bulunmaktadır (Akdöner, 2019; Canöz, 2020; Demir, 2019; Gülseven, 2020; Gümrak, 2013; Kaya, 2018; Kınık Topalsan, 2015; Öztürk, 2019; Seyis-Uğurlu, 2018; Temiz Çınar, 2016; Yeşildağ, Hasançebi ve Günel, 2013). Deney grubunun kontrol grubuna göre akademik başarıdaki artışı farklı öğretim yönteminin kullanmasından kaynaklanmış olabilir. Deney grubunda Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitimi ile kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemiyle ders yürütülmüştür. Literatüre bakıldığında geleneksel yöntemlere göre argümantasyona dayalı gerçekleştirilen fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde arttırdığı çalışmalar bulunmaktadır (Kınık Topalsan, 2015; Okumuş ve Ünal, 2012; Temiz Çınar, 2016; Zohar ve Nemet, 2002). Deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarı puanlarının kontrol grubundan fazla çıkmasının nedeni öğrencilerin araştırarak, keşfederek, bilgiyi sorgulayarak, hipotezleri test edip, değişkenleri tanımlayıp belirleyerek, veri toplama sürecinde bulunup STEAM öğretimini bilimsel sorgulama (STEAM scientific inquiry) becerileriyle bütünleştirilmesinden kaynaklanmış olabilir. Öğrenciler STEAM eğitim yaklaşımıyla fen-matematik-mühendislik-teknoloji-sanat disiplinleri arasında çalışıp ışığın madde ile etkileşimi ünitesindeki konu ve kavramlarla sürekli etkileşim halinde olup öğrendiği bilgileri pratiğe döküp, ürünler üretilip, sıkıcı ders ortamlarından ziyade normal okul laboratuvarını STEAM laboratuvarına dönüştürerek ilgi motivasyonlarını artırıp eğlenerek gerçekleştirilen öğretim akademik başarılarını arttırmış olabilir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler de STEAM etkinlikleriyle derse aktif katılım sağladıklarını, uygulamaların eğlenceli ve daha önce görmediklerini, konuyu kolaylaştırdığını, öğrendiklerini uygulamaya döktükleri için kalıcı bilgiler öğrendiklerini, dersi daha çok sevdiklerini ve STEAM etkinliklerinin merkezi sınavlara hazırlanmakta kayıp değil kazanç olarak başarılarının arttığını ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin STEAM' i daha önce duymadıklarını, ilk defa böyle bir uygulamada yer aldıklarını, uygulamanın birçok öğretici yanı olduğunu, daha önce hiç duymadıkları bilgileri öğrendikleri bir uygulama deneyimi yaşadıklarını araştırmacıyla paylaşmışlardır. Öğrencilerin ifade ettiği bu sonuçlar literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Özçakır-Sümen ve Çalışıcı, 2016; Özçelik ve Akgündüz, 2018). Gülhan ve Şahin (2018) tarafından STEM' e sanatın eklenmesi ile gerçekleştirilen STEAM (STEM+ ART) öğretimin öğrencilerin akademik başarısını arttırdığını tespit etmiştir. Literatürde STEAM etkinlikleriyle gerçekleştirilen öğretimin akademik başarıyı desteklediği araştırmalar mevcuttur (Erdoğan, 2020; Gülhan ve Şahin, 2018; İzgi, 2020; Karakuyu, 2021; Yıldırım, 2021). Deney grubunda gerçekleştirilen STEAM eğitiminin öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı için akademik başarıyı arttırmış olabilir. Literatürdeki çalışmalar bu ifadeyi niteleyecek kanıtlar sunmaktadır. Literatürde disiplinler üstü STEAM eğitimiyle gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin alanlar arasındaki akademik başarısını, yaratıcı düşünme ve duyuşsal becerilerini geliştirdiğine katkı sağladığı bulgularla benzerlik göstermektedir (Kim ve Bolger 2017; Watson ve Watson, 2013).

Bu araştırmada tespit edilen sonuçlar Lio (2016), Bastani, Kim ve Bastani'nin (2017) ve Costantino'nun (2017), Gülhan ve Şahin (2018) disiplinlerüstü STEAM eğitimiyle gerçekleştirdikleri çalışmaların öğrenmeyi pozitif etkilediği sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir. Eroğlu ve Bektaş (2022) 9. sınıf öğrencileri ile Kimya dersinde atom sistemi ve periyodik tablo ünitesinde yaptığı çalışmada STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada anlamlı fark tespit etmiştir. Özkan (2021) ortaokul 7. sınıf öğrencileriyle Fen bilimleri dersi kuvvet ve enerji ünitesinde STEAM temelli hazırlanan öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Shahbazloo vd. (2023) 9. sınıf öğrencileriyle güneş ve enerji ünitesinde 5E tabanlı STEM eğitiminin yılsonu fen ve matematik sınavı akademik başarılarında anlamlı fark bulmuştur. Doğan (2019) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile elektrik ünitesinde yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin başarılarını artırdığını tespit etmiştir. Yılmaz (2019) 10. sınıf öğrencileri ile elektrik konusunda STEM eğitimi ile hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğunu bulmuştur. Hallaç (2019) 9. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği STEAM müfredatının öğrencilerin kuvvet ve enerji ünitesinde öğrencilerin fizik kavramlarını öğrenmesinde olumlu yönde etkili olduğunu tespit etmiştir. Hasançebi vd. (2021) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile kuvvet ve enerji ünitesinde STEM temelli yaklaşımın öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını belirlemiştir. Özkan

ve Umdu Topsakal (2021) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile kuvvet ve enerji ünitesinde yaptığı çalışmada STEAM programı öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Güneş Varol (2020) 7. sınıf öğrencileri ile elektrik enerjisi konusunda yaptığı çalışmada tasarım temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir. Ha vd. (2023) 6. sınıf öğrencileri ile karışımların ayrılması konusunda A-5E-STEM, 5E-STEM gerçekleştirdiği fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarısını testinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Yıldırım (2021) ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin karışımların ayrılması konusunda yaptığı çalışmada STEAM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısını istatistiksel olarak anlamlı olarak arttırdığı tespit edilmiştir. Ong ve arkadaşları (2020) elektrik devresinde yaptığı STEM tabanlı 5E sorgulayıcı öğrenme modelinin öğrencilerin öğrenme konusundaki başarılarını arttırdığı tespit edilmiştir. Karakuyu (2021) ortaokul 6. sınıf öğrencileri ile Fen bilimleri dersinde yoğunluk konusunda yaptığı çalışmalarda STEAM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı fark olduğunu ve etki değeri büyüklüğünün kontrol grubuna göre büyük olduğu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Apode vd. (2008) 9, 10, 11, 12. sınıf öğrencileri ile Kimya dersinde ısıtma/soğutma sistemleri ünitesindeki atomik etkileşimler, reaksiyonlar ve enerjiye ilişkin mühendislik tasarımıyla gerçekleştirdiği eğitimde öğrencilerin temel kavramları anlama ve akademik başarılarında önemli kazanımlar elde etmiştir. Büyükdede vd. (2019) yapmış olduğu çalışmada iş ve enerji ünitesinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısını anlamlı düzeyde artırdığını tespit etmiştir. Dalli (2019) ortaokul 8. sınıf öğrencileri Fen Bilimleri dersinde madde döngüleri ve çevre sorunları konusunda STEM yaklaşımıyla hazırlanan öğretimin öğrencilerin akademik başarısını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark yarattığını gözlemlemiştir. Akkaya (2019) ortaokul 6. sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersi kuvvet ve hareket ünitesinde STEM eğitimi çerçevesinde hazırlanan öğretimin öğrencilerin akademik başarısını arttırdığı tespit etmiştir. Soysal (2019) ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile deprem ve hava olayları ünitesinde bulunan deprem konusuyla ilgili hazırlanan tematik STEM eğitimiyle öğretimin öğrencilerin akademik başarısına olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir. Köroğlu (2019) ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile canlılar ve enerji ilişkileri ünitesinde sosyo-ekonomik açıdan dezavantajlı öğrencilerle gerçekleştirilen STEM etkinlikleri öğrencilerin akademik başarısını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Taşçı (2019) ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile üç ünite konusu olan karışımlar, ısı ve sıcaklık ve basit makineler konularından STEM etkinlikleri ile tasarlanan öğretimin öğrencilerin Fen Bilimleri Akademik Başarı Testinde

(Karışımlar, Isı ve Sıcaklık ve Basit Makineler konularından oluşan test) etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özel (2018) ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile Basit Makineler, Işık ve Ses, Yaşamımızdaki Elektrik ve Deprem ve Hava Olayları ünitelerinde robotik bilimiyle gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Toprak (2021) ortaokul 7. sınıf öğrencileriyle aynalarda yansıma ve ışığın soğrulması konusunda STEM disipliniyle hazırlanan öğretimin öğrencilerin akademik başarısına olumlu yönde etkisi olduğunu tespit etmiştir. Elbir (2020) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile kuvvet ve enerji/ ışığın kırılması ve yansıması ünitesinde robotik materyallerle gerçekleştirilen STEM etkinlikleriyle öğretimin öğrencilerin akademik başarısında artış gözlemlendiği sonucuna ulaşılmıştır. Kurt (2019) ortaokul 6. sınıf öğrencileriyle Fen bilimleri dersinde STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin akademik başarısını artırdığını tespit etmiştir. Özasan (2020) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile proje tabanlı gerçekleştirilen STEM etkinlikleriyle hazırlanan öğretimin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar tüm bu çalışmalar ile uyum içerisindedir.

Bunlarla birlikte alanyazında akademik başarıda anlamlı fark görülmeyen çalışmalarda rastalanmaktadır (Kocataş, 2023; Ozan, 2019). Kocataş (2023) STEM etkinlikleriyle gerçekleştirdiği öğretimin öğrencilerin akademik başarı üzerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda deney ve kontrol grubu arasından anlamlı fark tespit etmemiştir. Deney grubunu kontrol grubu ile kıyasladığında akademik başarı yönünden anlamlı fark bulamasının nedenini öğretim programındaki tüm kazanımlara yayarak uzun bir zaman gerektirmesi şeklinde yorumlamıştır. Judson (2014) STEM yaklaşımıyla gerçekleştirdiği etkinliklerin öğrencilerin akademik başarısında etkili olmamasının nedenini Kocataş' ın (2023) yorumu ile benzerik göstermektedir. Deney ve kontrol grubu kıyaslandığında akademik başarı yönünden istatistiksel olarak fark bulunamayan çalışmalardaki (Hiğde, 2018; Neccar, 2019; Öner ve Kappora, 2016) genel kanı akademik başarıyı arttırdığı şeklinde ifade edilmiştir.

Sonuç olarak Fen Bilimleri dersinde Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM Eğitimi çalışmasında veya literatürde STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen benzer çalışmaların öğrencilerin akademik başarısını olumlu yönde geliştirdiği düşünülmektedir. Deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin kendi ön test puanlarından anlamlı şekilde daha yüksek olduğu ve olumlu yönde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Kontrol grubunda bulunan öğrenciler MEB' in yayınladığı

mevcut Fen Bilimleri öğretim programı çerçevesinde derslere devam etmeleri, akademik başarılarını geliştirmeye yardımcı olacak farklı bir uygulama sürecinin bulunmaması son test puanlarında anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerinin akademik başarı düzeylerinin kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

5.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında “Bilimsel Sorgulamaya Dayalı Gerçekleştirilen STEAM eğitimin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi var mıdır?” araştırma problemi araştırılmıştır. Bu çalışmada Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM eğitim yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemek için bilimsel yaratıcılık rubriği ile süreç boyunca deney grubuna her tasarım bitiminde uygulanarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda katmanlara göre dağılımında farkındalık, gözlem, strateji ve yöntem becerilerinde dalgalanmalar görülmekte birlikte zamanla geliştiği tespit edilmiştir. Bilimsel yaratıcılık toplam puanlarına göre değerlendirmede ilk tasarımdaki sıralama değişim göstermiş ve grupların yaratıcılık sıralamaları süreç içerisinde gelişim gösterdiği söylenebilir. Bu araştırma bulgularından yola çıkarak Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmede olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının gelişmesinin uygulamadan kaynaklı birçok nedeni ileri sürülebilir. Öğrenciler bir problem durumuyla karşılaşp ona çözüm bulmaları istediğinde ve tasarım süreçlerinde ödöl alabilmek için rekabet ortamı olduğundan öğrenciler özgün tasarımlar yapabilmek için doğal olarak yaratıcı düşünmeye başlamıştır (Gölhan, 2018). STEM değıl STEM+A yaklaşımının kullanılmasıda bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmiş olabilir. Çünkü sanat disiplini yaratıcılığı daha çok geliştirmektedir. Çünkü STEAM eğitiminin yaratıcılığı daha öne çıkardığı ifade edilmiştir (Gölhan, 2016; Kim vd., 2014). Yaratıcılığın incelenmesi için yapılan metasentez çalışmalarda yaratıcılığın yapılan eğitimle geliştirilebileceğı ifade edilmiştir (Scott vd. 2004). Bu çalışmada da STEAM eğitimi öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmiştir. Öğrencilere problem durumu ve senaryolar bulundukları bölgeye özgü olarak gerçek yaşamlarından sunulduğundan dolayı bilimsel yaratıcılıkları gelişmiş olabilir (Richardson ve Mishra, 2018). Öğrenciler süreçte yaratıcı tasarımlar yapmayı hedeflediğinden olumlu gelişim göstermiştir (Park, vd., 2016). Uygulama süresince öğrenci aktif katılım göstererek

ön plana çıkıp motivasyonlarındaki artış, ilgi ve tutum geliştirdiğinden yaratıcılıkları teşvik edilmiştir (Robinson ve Kakela, 2006). Yaratıcı teknikler, bireylerin özgün düşünme becerilerini geliştirmeyi ve farklı bakış açılarıyla problem çözmelerini sağlamak amacıyla kullanılan yöntemlerdir. Bu tekniklerin temel amacı, alıcının aktif katılımını teşvik etmek, özgüvenini artırmak ve yeni fikirler üretmek için çeşitli stratejiler geliştirmektir (Fard, Asgary, Sarami, ve Zarekar, 2014). STEAM yaklaşımı, öğrencilerin farklı disiplinlerde yaratıcı düşünme becerilerini geliştirerek, onların yenilikçi ve özgün fikirler üretmelerine fırsat verir. Uygulanma süresinde, öğrencilerin hem bireysel hem de toplumsal düzeyde yaratıcılıklarını artıran önemli bir eğitim modelidir (Runco vd., 2017; Wan vd., 2021).

Literatürde mühendislik temelli çalışmaların ve STEM yaklaşımıyla gerçekleştirilen çalışmaların öğrencilerin yaratıcılıklarını arttırdığını tespit eden çalışmalar bulunmaktadır (Cantrell vd., 2006; Samuels ve Seymour, 2015; Havice, 2015). STEM/ STEAM eğitimiyle gerçekleştirilen deneysel çalışmalar bu sonucu desteklemektedir (Ceylan, 2014; Cho ve Lee, 2013; Gülhan, 2016; Kim ve diğerleri, 2014; Kim, 2017; Konca, 2017; Lee ve Lee, 2013; Oh vd., 2013; SoonBeom ve diğerleri, 2011). Gülhan (2016) tarafından deneysel olarak gerçekleştirilen çalışmada STEM eğitiminin bilimsel yaratıcılığı geliştirdiğini hatta en çok yansıtıcı düşünme becerisinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Yapılan tartışmayla birlikte bilimsel Sorgulamaya Dayalı Gerçekleştirilen STEAM eğitimi bilimsel yaratıcılığı olumlu yönde geliştirmektedir.

5.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında “Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin öğrencilerin mesleki ilgilerine etkisi nasıldır?” problemi araştırılmıştır. Bu çalışmada Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM eğitim yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin mesleki ilgilerine etkisini incelemek için Holland tarafından geliştirilen ve psikoloji alanında sık kullanılan Mesleki Seçim Teorisi'ne dayanan RIASEC mesleklerinin yer aldığı envanter, deney grubuna ön test- son test olarak uygulanarak veriler toplanmıştır. Elde edilen verilerin ışığında mesleki ilgileri artmış, tekli kategoriden ikili getegoriye geçiş yaşanmıştır, üçlü kategoride düşüş olmuştur. Ancak tüm meslek kategorilerinde geleneksel meslekler yer aldığından mesleki ilgilerinde gelişim gözlenmiş ama direç gösterenlerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırma bulgularından yola çıkarak Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitiminin öğrencilerin mesleki ilgilerini geliştirmede olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

STEM/STEAM eğitimi öğrencileri ihtiyaç duyulan mesleklerle tanıştırmayı hazırlanması için fırsatlar sunan disiplinlerarası entegrasyonun yapıldığı bir derstir (English, 2016; Shahbazloo ve Mirzaie, 2023; Wan ve diğerleri, 2021). Öğrencilerin daha önceki fen bilimleri derslerinden farklı olarak gerçekleştirilen uygulama süresince ilgilerinin artması mesleki ilgiyi geliştirmiş olabilir. Çünkü gerçekleştirilen STEM/STEAM eğitimlerinde öğrencilerin derse olan ilgisi ve STEM kariyerleri arasında ilişki olduğu yönündedir (Cheng vd., 2021; Chiu, 2023; Kitchen vd., 2023; Playton vd., 2023). Okullarda akademik başarıların ön planda olması öğrencilerin bireysel ilgi ve mesleki ilgilerini geliştirmede etkili olmamaktadır. Farklı eğitim yaklaşımlarıyla geliştirilip, sürdürülebilir (Shaby vd., 2021). Uygulama öncesinde öğrencilerin mesleki ilgileri üzerinde dışsal faktörler çok daha etkili olmaktadır. Şahin (2015) tarafından belirtildiği gibi gerçekleştirilen bilimsel etkinlikler, fen bilimleri dersi uygulayıcıları, bireysel alanları, seçim öncesi deneyimleri, anne ve babaların etkili olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin mühendislik veya kartlarını takmaları kendilerini gerçek bir mühendis gibi düşünerek bilimsel sorgulama yapması mesleki ilgilerini geliştirmiş olabilir.

Bu araştırmanın sonuçlarına benzer, Özkan (2020) ortaokul 7. sınıf öğrencileriyle kuvvet ve enerji ünitesinde gerçekleştirilen STEAM çalışmasında öğrencilerin kariyer ve meslek tercihlerinde farklılıklar meydana getirdiği tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar farklı araştırmalarda da görülmektedir (Asiltürk, 2023; Çevik, 2018; Ganesh, 2011; Kong vd., 2014).

5.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında “Bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerine etkisi nedir?” problemi araştırılmıştır. Bu araştırmada Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM eğitim yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin bilimsel sorgulama görüşlerini incelemek için VASI ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında ön test ve son test karşılaştırmaları yapılmıştır.

Literatürde yapılan birçok çalışma fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarıyla yapılmıştır (Ayyılmaz Çelik, 2017; Karışan vd., 2014). Uygulama öncesinde ön testlerin analizleri yapılmıştır. 1. bileşen olan “Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez” bileşeninde öğrenciler net olmayan düzeyde görüşe ve yetersiz görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan öğrencilerin görüşü %40 yetersiz ve %60 karmaşık görüşte olduğu belirlenmiştir.

Literatürde ortaokul öğrencileri ile yapılan çalışma bulguları elde edilen bulguyu desteklemektedir (Coşkun, 2021; Doğan, 2020; Gezer, 2021; Karakurt, 2022; Lederman vd., 2019). Öğretmen ve öğretmen adaları ile yapılan çalışmada 1. bileşende bilgili düzeyin ön plana çıktığı görülmektedir (Ayyılmaz Çelik, 2017; Bolu, 2017; Coşkun, 2021; Doğan, 2020; Gezer, 2021; Karakurt, 2022; Lederman vd., 2019). Bununla birlikte yetersiz görüşlerin fazla çıktığı çalışmalarda bulunmaktadır (Gündüz, 2022; Lederman vd., 2014).

Bu araştırmada uygulama öncesinde öğrenciler net olmayan görüşlerinin %59,09 ve yetersiz görüşlerin %40 iken uygulama sonrasında yetersiz görüşler %40 ve karmaşık görüşlerinin %60 olarak belirlenmiştir. Bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitimi sorgulamaya ilişkin görüşlerini geliştirmiştir ancak yeterli düzeyde değildir. Türkiye de lise öğrencileri ile yapılan çalışmada 1. bileşende öğrencilerin yetersiz görüşe sahip oldukları belirtilmiştir. Hatta ülkelerarasındaki sıralamada en düşük 2. sıralamada yer almıştır (Lederman vd., 2019).

2. bileşen olan “Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur” bileşeninde öğrencilerin uygulama öncesinde net olmayan ve yetersiz görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan öğrencilerin net olmayan görüşü %5, yetersiz düzeydeki görüşleri %20 ve karmaşık düzeydeki görüşleri %60 olduğu belirlenmiştir. Yani uygulama sonrasında öğrencilerin çoğu yetersiz ve karmaşık görüşe sahip olmuştur. Elde edilen bulgular literatürdeki ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışma bulgularını desteklemektedir (Bolu, 2017; Coşkun, 2021; Doğan, 2020; Gezer, 2021; Lederman vd., 2019). Lise öğrencileri, öğretmen adayları ve öğretmenlerle yapılan çalışmada 2. Bileşende yetersiz ve karmaşık görüşler ön plana çıkmaktadır (Ayyılmaz Çelik, 2017; Gündüz, 2020, Karışan vd., 2014). Lise öğrencileriyle son yıllarda yapılan çalışmalarda yetersiz görüşlerin ortaya çıkması dikkati çekmiştir (Beyazörtü, 2019; Tezcan, 2021).

3. bileşen olan “Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.” bileşeninde öğrencilerin uygulama öncesinde öğrencilerin çoğunluğu net olmayan ve yetersiz görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan öğrencilerin net olmayan görüşler %20, yetersiz düzeydeki görüşleri %15, karmaşık düzeydeki görüşleri %5, bilgili düzeydeki görüşleri %60 olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitimi ile bilgili görüşleri ön plana çıkmıştır. Literatürde ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmalarda daha çok bilgili ve yetersiz görüşleri ön plana çıkmıştır (Beyazörtü, 2019; Coşkun, 2021;

Gezer, 2021; Gündüz, 2020; Kararkurt, 2022; Tezcan, 2021). Lederman vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da bilgili ve yetersiz görüşlerinin fazla olması dikkati çekmiştir. Bununla birlikte yetersiz ve karmaşık öğrenci görüşlerinin belirgin olduğu çalışmalarda bulunmaktadır (Doğan, 2020; Lederman vd., 2014). Öğretmen ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmalarda da bilgili, bilgili ve yetersiz görüşlerin belirgin olduğu çalışmalar bulunmaktadır (Karışan vd., 2014; Mıcık, 2021; Şenler, 2017).

4. bileşen olan “Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşmayabilirler.” bileşeninde öğrencilerin uygulama öncesinde öğrencilerin çoğunluğu net olmayan ve yetersiz görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan öğrencilerin net olmayan görüşler %10, yetersiz düzeydeki görüşleri %5, karmaşık düzeydeki görüşleri %35, bilgili düzeydeki görüşleri %50 olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitimi ile karmaşık ve bilgili görüşleri ön plana çıkmıştır. Literatürde yer alan bulgularla uyumludur (Lederman vd., 2014; Lederman vd., 2019; Coşkun, 2021; Doğan, 2020). Literatürde yer alan öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmalarda bilgili ve yetersiz görüşler belirgindir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar bilgili görüşler kısmını desteklemektedir (Beyazörtü, 2019; Bolu, 2017; Gezer, 2021; Gündüz, 2020). Öğretmen ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmalarda bilgili görüşünün belirgin olduğu çalışmalarda bulunmaktadır (Ayyılmaz, Çelik 2017).

5. bileşen olan “Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.” bileşeninde öğrencilerin uygulama öncesinde öğrencilerin çoğunluğu net olmayan ve yetersiz görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan öğrencilerin net olmayan görüşler %0, yetersiz düzeydeki görüşleri %1, karmaşık düzeydeki görüşleri %70, bilgili düzeydeki görüşleri %5 olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitimi ile karmaşık ve bilgili görüşleri ön plana çıkmıştır. Literatürde yer alan bulgularla uyumludur (Gezer, 2021; Karakurt, 2022). Öğrencilerle ve öğretmenlerle gerçekleştirilen birçok çalışmada yetersiz ve karmaşık görüşlerin belirgin olduğu çalışmalarda bulunmaktadır (Bolu, 2017; Coşkun, 2021; Doğan, 2020; Lederman vd., 2014; Bolu, 2017; Lederman vd., 2019). Öğrenciler 5. bileşen de bilgili/karmaşık ve bilgili/yetersiz görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir.

6. bileşen olan “Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır.” bileşeninde öğrencilerin uygulama öncesinde öğrencilerin çoğunluğu net olmayan ve yetersiz görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan

öğrencilerin net olmayan görüşler %20, yetersiz düzeydeki görüşleri %15, karmaşık düzeydeki görüşleri %60, bilgili düzeydeki görüşleri %5 olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitimi ile karmaşık görüşleri ön plana çıkmıştır. Literatürde öğrencilerle yapılan çalışmalarda karmaşık/yetersiz ve yetersiz/bilgili görüşlerin belirgin olduğu görülmüştür (Beyazörtü, 2019; Gezer, 2021; Gündüz, 2020; Karakurt, 2022; Tezcan, 2021). Bununla birlikte öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmalarda yetersiz, karmaşık ve bilgili görüşlerin eşit şekilde belirginleştiği araştırmalarda bulunmaktadır (Bolu, 2021; Lederman vd. 2014; Lederman vd., 2019). Öğretmen ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmalarda bilgili ve yetersiz görüşlerin belirgin olduğu görülmektedir (Karısan vd., 2014; Mıcık, 2021; Şenler, 2017).

7. bileşen olan “Bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir.” bileşeninde öğrencilerin uygulama öncesinde öğrencilerin çoğunluğu net olmayan ve yetersiz görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan öğrencilerin net olmayan görüşler %5, yetersiz düzeydeki görüşleri %5, karmaşık düzeydeki görüşleri %50, bilgili düzeydeki görüşleri %40 olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitimi ile karmaşık ve bilgili görüşleri ön plana çıkmıştır. Literatürde öğrenciler ile yapılan çalışmalarla uyumludur (Karakurt, 2022). Birçok araştırmada karmaşık ve yetersiz görüşlerin belirgin olduğu görülmektedir (Beyazörtü, 2019; Bolu, 2017; Coşkun, 2021; Doğan, 2020; Gündüz, 2020; Gezer, 2021; Lederman vd., 2014; Lederman vd., 2019). Öğretmen ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmalarda karmaşık ve bilgili görüşlerin belirginleştiği görülmüştür (Ayyılmaz Çelik, 2017; Karısan vd., 2014; Şenler, 2017; Ünlü, 2021).

8. Bileşen olan “Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır.” bileşeninde öğrencilerin uygulama öncesinde öğrencilerin çoğunluğu net olmayan, yetersiz ve karmaşık görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan öğrencilerin net olmayan görüşler %0, yetersiz düzeydeki görüşleri %15, karmaşık düzeydeki görüşleri %35, bilgili düzeydeki görüşleri %50 olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitimi ile karmaşık ve bilgili görüşleri ön plana çıkmıştır. Elde edilen bulgular literatürde öğrenciler ile gerçekleştirilen çalışmalarla uyumludur (Karakurt, 2022). Öğretmen ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada karmaşık ve bilgili düzeylerin belirgin olduğu çalışmalar bulunmaktadır (Ayyılmaz Çelik, 2017; Karısan vd., 2014; Şenler,

2017). Birçok öğrenciyle gerçekleştirilmiş çalışmada yetersiz ve karmaşık görüşlerin belirgin olduğu tespit edilmiştir (Beyazörtü, 2019; Bolu, 2017; Coşkun, 2021; Doğan, 2020; Lederman vd., 2014; Lederman vd., 2019). Bu bileşende öğrencilerin ve fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel sorgulamanın dört düzeyinde de görüşlerinin belirgin olduğu görülmüştür.

Uluslararası öğrencilerle yaptığı çalışmada Lederman vd. (2016) ülkemizin bilimsel sorgulamanın 6. bileşeni olan “Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır” bileşeninde en fazla yetersiz düzeyde (%81,5) olduğu görülmüştür (Ehliyahu vd., 2021). Gerçekleştirilen araştırma verileri ile uyumlu olarak literatürde öğretmen ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmalarda bilimsel sorgulamanın 6. bileşi olan “Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır” bileşeninde yetersiz görüşlerin fazla olduğu görülmektedir. Bu iki sonuç ışığında uygulayıcı olan öğretmenlerin yetersiz olan görüşleri olduğundan öğrencilerin görüşlerinde bilgili düzeyde olması beklenmeyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Uluslararası öğrencilerle yaptığı çalışmada Lederman vd. (2016) ülkemizin bilimsel sorgulamanın 1. bileşeni olan “Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez.” bileşeninde en fazla yetersiz düzeyde (%63,9) olduğu görülmüştür (Ehliyahu vd., 2021). Bu araştırma sonuçları ışığında Türkiye’de öğrencilerle gerçekleştirilen araştırmalarda bu bileşende yetersiz görüşlerin olduğu araştırmalarda bulunmaktadır (Bolu, 2017; Beyazörtü, 2019; Dogan, 2020; Tezcan, 2021). Bununla birlikte uygulayıcı olan öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının 1. Bileşende bilgili düzeyde olduğu birçok araştırma tespit edilmiştir (Ayyılmaz Çelik, 2019; Karışan vd., 2017). Bu iki sonuç ışığında uygulayıcı olan öğretmenlerin bu bileşende bilgili düzeyde çıkması öğrencilere bu belenin özelliklerini edindirmede eksik ve zayıf olduklarını göstermektedir. Yani şöyle düşünülebilir uygulayıcı olan öğretmenlerin bilimsel sorgulama bileşenlerinde bilgili düzeye sahip olmaları öğrenciye bu beceriyi edindirmede önemli hale gelmektedir ancak öğrencinin bu bileşeni kazanmada tek başına yeterli olmamaktadır.

Bu araştırmada öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşleri uygulama yapılmayan kontrol grubunda değişmemiştir. Uygulama yapılan deney grubunda öğrencilerin net olmayan ve yetersiz görüşleri karmaşık ve bilgili olarak değişmiştir. Ancak istenilen bilgili düzey görüşlere ulaşmamışlardır. Bu durum literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

5.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Tartışma

Araştırma kapsamında “STEAM eğitim yaklaşımına göre hazırlanmış etkinliklere yönelik öğrenci görüşleri nasıldır?” problemi araştırılmıştır. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan 20 öğrenciye STEAM görüşme soruları dağıtılarak veriler elde edilmiştir. Bu çalışmada Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM eğitim yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklere yönelik öğrenci görüşlerini incelemek için STEAM görüşme soruları kullanılmıştır. Elde edilen veriler ışığında öğrencilerin sorulara olumlu cevaplar verdiği tespit edilmiştir.

Öğrencilerin STEAM görüşme sorularına verdiği cevaplar değerlendirildiğinde STEAM eğitimini araştırma, iş birliği, laboratuvar aletlerini kullanmak, akademik başarı ve merak ön plana çıkmıştır. Etkinliklerle ilgili görüşlerde hoş, güzel, eğlenceli, verimli, çok sevdiklerini, etkileyici ve yaratıcılık ön plana çıkmıştır. Bilişsel, duyuşsal ve 21. yy. becerileri ön plana çıkmıştır. STEAM disiplin alanları ve entegrasyonu ön planda oldukları görülmüştür. Literatürde yer alan çalışma bulgularıyla uyumludur (Karakuyu, 2021; Yıldırım, 2021).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde, bilimsel sorgulamaya dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitim yaklaşımıyla hazırlanan ders modüllerinin 7. sınıf öğrencilerinin STEAM algılarına, STEAM tutumlarına, akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına, bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerine, mesleki ilgilerine ve STEAM yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla elde edilen bulgular ışığında ulaşılan sonuçlar ve bu sonuçlar doğrultusunda daha sonra yapılacak araştırmalara yol gösterebilecek önerilere yer verilmiştir.

6. 1. Sonuçlar

Araştırmanın bulguları ışığında elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

Araştırmanın sonucunda Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM Eğitiminin öğrencilerin STEAM Algılarını anlamlı şekilde geliştirdiği belirlenmiştir. Bu durumda Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitiminin öğrencilerin STEAM algılarını artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEAM Algı Ölçeğinin geneline bakıldığında anlamlı farklar görülmüş ancak alt boyutlara baktığımızda uygulama sonunda deney grubu öğrencilerinin genel algı düzeylerinin, fen, mühendislik, teknoloji, sanat ve kariyer algılarının kontrol grubu öğrencilerinden anlamlı şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Matematik alt boyutunda anlamlı gelişim göstermemişlerdir.

Fen Bilimleri dersinde Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM Eğitimi veya STEAM eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEAM tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği düşünülmektedir. Deney grubunda bulunan öğrencilerin STEAM tutum ölçeği genelinde ve fen, matematik, mühendislik ve teknoloji, 21. yy. becerileri ve sanat alt boyutları için deney grubu ön test puanları ile deney grubu son test puanları arasında, %5 önem düzeyinde, anlamlı farklar tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Kontrol grubunda bulunan öğrenciler MEB' in yayınladığı mevcut Fen Bilimleri öğretim programı çerçevesinde derslere devam etmeleri, STEAM alanlarına yönelik tutumu geliştirecek bir uygulama sürecinin bulunmaması son test puanlarında anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında uygulama süreci sonunda deney grubu öğrencilerinin genel tutumlarının, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji, 21. yy becerileri ve sanata karşı tutumlarının kendi ön test puanlarından anlamlı şekilde daha pozitif olduğu ve olumlu yönde gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Mevcut araştırma bulgularından yola çıkarak Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Eğitim yaklaşımıyla gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarında olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Deney ve kontrol grubu olarak çalışılan iki grupta uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerin akademik başarısında meydana gelen farklılık normal bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü uygulama öncesinde öğrencilerin bilgi sahibi olmadıkları, bilmedikleri bir üniteye akademik başarı ön testi uygulanmıştır. Uygulama başladığında öğrenciler farklı öğretim yöntemleri ve yaklaşımları kullanarak ünite kapsamındaki konular işlenmiş, öğrenciler üniteye bulunan konu ve kavramlar ile ilgili bilgi sahibi olmuşlardır. Bu sonuç Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısını artırmada etkili olduğu söylenilebilir. Bunun için yaptığımız uygulamanın nasıl bir etkiye sahip olduğunu anlamak için Cohen's d etki büyüklüğüne (1998) bakmamız daha doğru sonuç verebilir. Bizim çalışmamızda anlamlı farka ilişkin hesaplanan Cohen's d etki büyüklüğü katsayısının 3,92 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla tespit edilen farkın yüksek etki düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir.

Bu çalışmada Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM eğitim yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemek için bilimsel yaratıcılık rubriği ile süreç boyunca deney grubuna her tasarım bitiminde uygulanarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda katmanlara göre dağılımında farkındalık, gözlem, strateji ve yöntem becerilerinde dalgalanmalar görülmekte birlikte zamanla geliştiği görülmüştür.

Mesleki Seçim Teorisi'ne dayanan RIASEC mesleklerinin yer aldığı envanter, deney grubuna ön test- son test olarak uygulanarak veriler toplanmıştır. Elde edilen verilerin ışığında mesleki ilgileri artmış, tekli kategoriden ikili kategoriye geçiş yaşanmıştır, üçlü kategoride düşüş olmuştur. Ancak tüm meslek kategorilerinde geleneksel meslekler yer aldığından mesleki ilgilerinde gelişim gözlenmiş ama direç gösterenlerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırma bulgularından yola çıkarak Bilimsel Sorgulamaya Dayalı gerçekleştirilen STEAM eğitiminin öğrencilerin mesleki ilgilerini geliştirmede olumlu bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada öğrencilerin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşleri uygulama yapılmayan kontrol grubunda değişmemiştir. Uygulama yapılan deney grubunda öğrencilerin VASI ölçeğinden elde edilen ortalamada net olmayan ve yetersiz görüşleri

karmaşık ve bilgili olarak değişmiştir. Ancak tüm bileşenlerde istenilen bilgili düzey görüşlere ulaşmadıkları görülmektedir.

Deney grubunda yer alan öğrencilerin uygulama sonrası yarı yapılandırılmış görüşme sonuçları incelendiğinde STEAM etkinlikleri ile ilgili son derece olumlu cevaplar verdikleri görülmüştür. STEAM etkinlikleri ile yürütülen derslerin daha verimli, daha eğlenceli ve daha güzel geçtiği, konuyu iyi anladıklarını, yaparak yaşayarak, araştırarak öğrendiklerini ve kalıcılığının daha iyi olduğu şeklinde görüşler taşıdıkları tespit edilmiştir. STEAM etkinlikleri ile öğrencilerin bilişsel, duyuşsal, devinışsel ve 21. yy. becerilerinin gelişimine de olumlu yansımıştır. Aynı zamanda STEAM yaklaşımının öğrencilerin fen dersine karşı kaygı, korku ve endişelerinin giderilmesi yönünde olumlu bir katkı sağladığı görülmüştür. Aynı zamanda STEAM öğretimin tüm bu olumlu özelliklerinin yanında öğrencilerin zaman ve grup içi negatif etkileşimler yaşadıkları görülmüştür.

6.2. Öneriler

Araştırmada elde edilen bulgular ışığında, şu önerilerde bulunulabilir.

1. STEAM yaklaşımı disiplinlerüstü bir yaklaşım olduğundan dolayı fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik disiplinlerine yönelik farklı branşlardaki öğretmenler ile işbirliği çalışmaları attırılabilir.
2. Farklı sınıf düzeylerinde ve farklı konularda bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin etkili uygulanması için geniş bir zaman dilimine yayılmış ders modülleri hazırlanıp uygulanabilir.
3. Bu araştırma fen bilimleri disiplininde tasarlanmıştır. Farklı disiplinlerde yürütülerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.
4. STEAM yaklaşımlarında tasarımlar uzun zaman aldığından fen bilimleri dersi kapsamında gerçekleştirilebilmesi için tasarım sayıları azaltılabilir.
5. İstenilen becerilerin öğrencilere kazandırılmasında uygulayıcı olan öğretmenlere STEAM yaklaşımının nasıl uygulanacağı ile ilgili hizmet içi eğitim verilerek destek sağlanabilir.
6. Benzer çalışmaların sayısı arttırılabilir. Bu sayede öğretmenlerin STEAM uygulama becerileri, etkileri ve öğrencilerin bilimsel sorgulama düzeyleri için daha net bir tablo oluşturulur ve alınacak önlemler için daha ciddi adımlar atılabilir.
7. Öğretmenlerin uygulamalı olarak gerçekleştirdikleri bilimsel sorgulama dayalı STEAM çalışmalarında içerik oluşturmakta zorlandıkları görülmektedir. Bu durumda eğitim

fakültelerinde fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel sorgulamanın uygulamaya dönük STEAM eğitimi için gerekli içeriğin oluşturulması önerilebilir.



KAYNAKÇA

- Abd-El-Khalick, F. and Akerson, V. L. (2004). "Learning as conceptual change: factors mediating the development of preservice elementary teachers views of nature of science". *Science Education*, 88 (5), 785-810. <https://doi.org/10.1002/tea.21516>
- Abed, O. H. (2016). "Drama-based science teaching and its effect on students understanding of scientific concepts and their attitudes towards science learning". *International Education Studies*, 9 (10), 163-173. <http://dx.doi.org/10.5539/ies.v9n10p163>
- Akbay, T. (2019). "*Deneyisel Araştırmalar*". Sedat Şen ve İbrahim Yıldırım (Ed.), Eğitimde Araştırma Yöntemleri (1. Basım, ss. 155–179). Ankara: Nobel yayıncılık.
- Akçin, N. R. (2023). Bilim Sanat Merkezlerinde Görevli Öğretmenlerin ve Öğrenim Gören Ortaokul Öğrencilerinin Steam Eğitimine İlişkin Görüşlerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu (ISB: 978-6054303403). İstanbul: Scala Basım.
- Akkaya, M. M. (2019). Kuvvet ve Hareket Ünitesinde Uygulanan STEM Etkinliklerinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarı, Tutum ve Görüşleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2007). "Bilimsel Süreç Becerileri ile Bilimsel Yaratıcılık Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi". Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33, 11-23.
- Akuma, F. V. ve Callaghan, R. (2018). "A Systematic Review Characterizing and Clarifying Intrinsic Teaching Challenges Linked to Inquiry-Based Practical Work". *Journal of Research in Science Teaching*, 56 (5), 619-648. <https://doi.org/10.1002/tea.21516>
- Alniak, S. (2019). Fizik Konularında Stem Eğitiminin Öğrencilerin Tutumlarına ve Problem Çözme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Alpaslan, N. (2011). "Mühendislik tarihi ve felsefesi üzerine bir araştırma". *Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (1), 1-10.
- Alperen, N. F. (2020). Ortaokul 5. Sınıf Bilim Uygulamaları Dersine Yönelik STEM Temelli Bir Öğretim Tasarımı: Doğadan İlham Alan Teknolojiler. Yüksek Lisans Tezi. Rize: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Altan, E. B. ve Hacıoğlu, Y. (2018). "Investigation of Problem Statement Developed By Science Teachers to Perform STEM Focused Activities İn Their Courses". *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12 (2), 487-507.

Altan, E. B., Ozturk, N. and Turkoglu, A. Y. (2018). "Socio-Scientific Issues As A Context For STEM Education: A Case Study Research With Pre-Service Science Teachers". *European Journal of Educational Research*, 7 (4), 805-812. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.4.805>

Amabile, T. M. (1983). "The social psychology of creativity: a componential conceptualization". *Journal of Personality and Social Psychology*, 45 (2), 357. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.45.2.357>

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press

Anderson, R. D. (2002). "Reforming science teaching: what research says about inquiry". *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12. <https://doi.org/10.1023/a:1015171124982>

Andreasen, N. C. (2009). *Yaratıcı Beyin Dehanın Nörobilimi*. (Çev.: Kıvanç Güney). 3. Baskı, Ankara: Arkadaş Yayıncılık.

Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R. and Schunn, C. D. (2008). "Bringing Engineering Design Into High School Science Classrooms: The Heating/Cooling Unit". *Journal of Science Education and Technology*, 17,454-465. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9114-6>

Arslan, G. ve Genç, E. (2022). "Psychological Maltreatment and College Student Mental Wellbeing: A Uni and Multi-Dimensional Effect of Positive Perception". *Children and Youth Services Review*, 134, 106371. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2022.106371>

Asiltürk, Y. (2023). *AB Yeşil Mutabakat Hedeflerine Uygun Geliştirilen STEAM Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Yaratıcı Problem Çözme Özelliklerine, İklim Okuryazarlıklarına ve Çevre Farkındalıklarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Askar, A. (1986). *Lattice Dynamical Foundations of Continuum Theories: Elasticity, Piezoelectricity, Viscoelasticity, Plasticity*, Cilt: 2. World Scientific.

Aslan, A. E. (1994). *Yaratıcı Düşünceli Bireylerin Psikolojik İhtiyaçları*. Doktora tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Ata, B. (2001). "1924 Türk Basını Işığında Amerikalı Eğitimci John Dewey'nin Türkiye Seyahati". *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (3).

Atabaş, Ü. (2020). *STEM Eğitiminin Fen Bilimleri Dersinde Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına, Problem Çözmeye Yönelik Yansıtıcı Düşünme Becerilerine ve STEM Eğitime İlişkin Görüşlerine Etkisi*. Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007). “Öğrencilerin Çizimlerinden ve Açıklamalarından Yaratıcı Düşüncelerinin Ortaya Konulması (Çizimler ve Açıklamalar Yoluyla Yaratıcı Düşünceler)”. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 5 (4), 679-700.

Ayvacı, H. Ş. ve Bakırcı, H. (2012). “Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Fen Öğretim Süreçleriyle İlgili Görüşlerinin 5E Modeli Açısından İncelenmesi”. Journal of Turkish Science Education, 9 (2), 132-151.

Ayyılmaz Çelik, H. (2019). Ortaokul Fen Bilimleri Öğretmenlerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası ve Bilimsel Sorgulama Hakkındaki Bilgi ve Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi.

Azkın, Z. (2019). STEAM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Sanat-Matematik) Uygulamalarının Öğrencilerin Sanata Yönelik Tutumlarına, Steam Anlayışlarına ve Mesleki İlgilerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karaman: Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.

Bademci, V. (2007). Ölçme ve Araştırma Yöntembiliminde Paradigma Değişikliği: Testler Güvenilir Değildir. Ankara: Yeniyap Yayınları.

Bahadır, E. B. G. (2020). 6. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde STEM Uygulamalarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Bailey, S. and Watson, R. (1998). “Establishing Basic Ecological Understanding In Younger Pupils: A Pilot Evaluation of a Strategy Based On Drama/Role Play. International Journal of Science Education, 20 (2), 139-152. <https://doi.org/10.1080/0950069980200202>

Banks, Frank and Barlex, David Michael (2014). Beyond the Subject Silos in STEM – The Case for ‘Looking Sideways’ in the Secondary School Curriculum. In: STEM Education and Our Planet Making Connections Across Contexts 3rd International Conference, 12-15 Jul 2014, Vancouver, British Columbia, Canada.

Banning, J. and Folkestad, J. E. (2012). “STEM Education Related Dissertation Abstracts: A Bounded Qualitative Meta-Study”. Journal of Science Education and Technology, 21(6), 730-741. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9361-9>

Bar, C. and Yarden, A. (2023). Oh Deer... Practicing Scientific Inquiry and Data Literacy through an Authentic Gazelle Data Set. The American Biology Teacher, 85 (5), 245-251. <https://doi.org/10.1525/abt.2023.85.5.245>

Barak, M. and Doppelt, Y. (2000). “Using Portfolios To Enhance Creative Thinking”. Journal of Technology Studies, 26 (2), 16-25. <https://doi.org/10.21061/jots.v26i2.a.3>

Barron, B. and Darling-Hammond, L. (2008). Teaching for Meaningful Learning: A Review of Research on Inquiry-Based and Cooperative Learning. Book Excerpt. George Lucas Educational Foundation.

Bastalich, W., Franzway, S., Gill, J., Mills, J. and Sharp, R. (2007). Disrupting Masculinities: Women Engineers and Engineering Workplace Culture. *Australian Feminist Studies*, 22 (54), 385-400. <https://doi.org/10.1080/08164640701578765>

Batı, K., Çalışkan, İ. ve Yetişir, M. İ. (2017). “Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme ve Bütünleştirilmiş Alanlar Yaklaşımı (STEAM)”. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41), 91-103.

Baykara, H. (2019). Öğretmen Adaylarının Bilimsel Araştırmaya ve Dünyayı Algılamaya Yönelik Görüşleri: Türkiye Tayvan Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. <https://hdl.handle.net/11499/26812>

Beane, J. (1991). The Middle School: The Natural Home of Integrated Curriculum. *Educational Leadership*, 49 (2), 9-13.

Becattini, C., Sembolini, A., Manina, G., Dentali, F., Camporese, G., Tonello, C. and Agnelli, G. (2015, August). “Carotid Atherosclerosis and the Risk for Ischemic Stroke in Patients With Atrial Fibrillation on Oral Anticoagulant Treatment”. In *European Heart Journal*, Cilt 36, ss. 990-990. Great Clarendon St, Oxford Ox2 6dp, England: Oxford Univ Press.

Belardo, C., Burrows, A. C. and Dambekalns, L. (2017). “Partnering Science and Art: Pre-Service Teachers’ Experiences for use in Pre-Collegiate Classrooms”. *Problems of Education in the 21st Century*, 75 (3), 215.

Benek, İ. (2019). Sosyobilimsel STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Tutumlarına ve 21. Yüzyıl Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul: Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Bequette, J. W. and Bequette, M. (2012). “A place For Art and Design Education in the STEM Conversation”. *Art Education*, 65 (2), 40-47. <https://doi.org/10.1080/00043125.2012.11519167>

Bertrand, M. G. and Namukasa, I. K. (2020). “STEAM Education: Student Learning and Transferable Skills”. *Journal of Research in Innovative Teaching and Learning*, 13 (1), 43-56. Doi: 10.1108/JRIT-01-2020-0003. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Beyazörtü, N. (2019). 9. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Sorgulama Süreci Görüşlerinin Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Bike, Ö. (2020). Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin STEM Eğitimine Yönelik Tutum Düzeylerinin Öğrenme Stilleri Açısından İncelenmesi. Doktora Tezi. Rize: Recep Tayip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Blanken-Webb, J. (2014). “The difference differentiation makes: extending eisner's account”. *Educational Theory*, 64(1), 55-74. <https://doi.org/10.1111/edth.12050>

Bolu, Y. (2017). 6. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Sorgulama, Yaratıcılık, Fen Başarısı ve Tutumlarına Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Bozkurt Altan, E. and Tan, S. (2021). "Concepts of Creativity in Design Based Learning in STEM Education". International Journal of Technology and Design Education, 31(3), 503-529.

Bozkurt, Y. (2019). STEAM Etkinlikleri ile 7. Sınıf Öğrencilerinin Başarı ve Tutumlarındaki Değişimin Cinsiyete Göre Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Braund, M. (2015). A new STEAM age: Towards One Culture For Learning Science. The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences, 2, 13-17.

Britannica, E. (2018). Industrial Revolution. Encyclopaedia Britannica, (15. Baskı. Cilt 14, s. 570- 588). <https://www.britannica.com/>

Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. and Rogers, C. (2008). "Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms". Journal of Engineering Education, 97 (3), 369-387. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00985.x>

Brown, J. C. (2017). "A metasynthesis of the complementarity of culturally responsive and inquiry-based science education in k-12 settings: implications for advancing equitable science teaching and learning". Journal of Research in Science Teaching, 54 (9), 1143- 1173. <https://doi.org/10.1002/tea.21401>

Brunsell, E. (2012). The Engineering Design Process. Integrating Engineering+Science in Your Classroom 3-5. NSTA Press.

Brush, T. and Saye, J. (2008). "The Effects of Multimedia-Supported Problem-Based Inquiry on Student Engagement, Empathy, and Assumptions about History". Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 2 (1), 21-56.

Burnard, P. (2015). (Re) Positioning Creativities in Relation to Effective Arts Pedagogy: UK Perspectives on Teaching for Creativity and Teaching Creatively in the Arts. In How Arts Education Makes A Difference (ss. 267-281). Routledge.

Büke, A., Sarcan, Ç. and Uluser, E. (2018). Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Görüşleri. Book of Abstracts of 1 st International Congress on New Horizons in Education and Social Sciences (ICES-2018).

Büyükdede, M. and Tanel, R. (2019). "Effect of the STEM Activities Related to Work-Energy Topics on Academic Achievement and Prospective Teachers' Opinions on STEM Activities". Journal of Baltic Science Education, 18 (4), 507-518.

Büyükoztürk, G., Kılıç Çakmak, E. Akgün, Ö. E., Karadeniz, G. ve Demirel, F. (2014). Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Pegem.

Büyüköztürk, Ş. (2009). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorumları. Ankara: Pegem.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demire, F. (2018). Bilimsel Araştırma Yöntemleri (11. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
<http://www.pegem.net/kitabevi/4276-Bilimsel-Arastirma-Yontemleri-kitabi.aspx>

Bybee, J. (2015). Language Change. University of New Mexico: Cambridge University Press.

Bybee, R. W. (2010). “What is STEM education?”. Science, 329 (5995), 996-996.
<https://doi.org/10.1126/science.1194998>

Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. National Science Teachers Association. NSTA Press, Arlington, Virginia.

Cajas, F. and Gallagher, J. J. (2001). “The Interdependence of Scientific and Technological Literacy”. Journal of Research in Science Teaching, 38 (7), 713–714.

Canöz, G. M. (2020). Argüman Tabanlı Sanal Laboratuvar Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı Argümantasyon Seviyeleri ve Girişimcilik Becerileri Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Cantrell, K. B., Hunt, P. G., Uchimiya, M., Novak, J. M. and Ro, K. S. (2012). “Impact of Pyrolysis Temperature and Manure Source on Physicochemical Characteristics of Biochar”. Bioresource Technology, 107, 419-428.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.11.084>

Cantrell, P. and Ewing-Taylor, J. (2009). “Exploring STEM Career Options through Collaborative High School Seminars”. Journal of Engineering Education, 98(3), 295-303.
<https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2009.tb01026.x>

Carin, A. A. and Bass, J. E. (2001). Methods for Teaching Science as Inquiry (9th Ed). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Ceylan, S. (2014). Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Yaklaşımı ile Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Chalmers, C., Carter, M., Cooper, T. and Nason, R. (2017). “Implementing “Big Ideas” to Advance the Teaching and Learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). International Journal of Science and Mathematics Education, 15, 25-43.

ChanLin, L. J. (2008). “Technology İntegration Applied to Project-Based Learning in Science”. Innovations in Education and Teaching İnternational, 45 (1), 55-65.
<https://doi.org/10.1080/14703290701757450>

Charyton, C. (2015). "Creative Engineering Design: The Meaning of Creativity and Innovation in Engineering". In: Charyton, C. (Eds.) *Creativity and Innovation Among Science and Art* (ss. 135-152). Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6624-5_7

Cheng, L., Antonenko, P. P., Ritzhaupt, A. D. and MacFadden, B. (2021). "Exploring the role of 3D Printing and STEM Integration Levels in Students' STEM Career Interest. *British Journal of Educational Technology*, 52 (3), 1262-1278. <https://doi.org/10.1111/bjet.13077>

Chin, C. and Chia, L. G. (2004). "Problem-Based Learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Construction". *Science Education*, 88 (5), 707-727. <https://doi.org/10.1002/sce.10144>

Chinn, C. A. and Malhotra, B. A. (2002). "Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework For Evaluating Inquiry Tasks". *Science Education*, 86 (2), 175-218. <https://doi.org/10.1002/sce.10001>

Chiu, T. K. and Li, Y. (2023). "How Can Emerging Technologies Impact STEM Education?". *Journal for STEM Education Research*, 6 (3), 375-384. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00113-w>

Cho, B. and Lee, J. (2013). *The Effects of Creativity and Flow on Learning Through The STEAM Education on Elementary School Contexts*. Paper Presented At The International Conference of Educational Technology. 1-11 November. Sejong University, South Korea.

Choi, S., Kwon, T. W., Coskun, A. and Choi, J. W. (2017). "Highly Elastic Binders Integrating Polyrotaxanes for Silicon Microparticle Anodes in Lithium Ion Batteries". *Science*, 357 (6348), 279-283. <https://doi.org/10.1126/science.aal4373>

Chue, S. and Lee, Y. J. (2013). "The Proof of The Pudding?: A Case Study of An "At-Risk" Design-Based Inquiry Science Curriculum". *Research in Science Education*, 43, 2431-2454. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9366-x>

Cohen, M. A. (1988). Some New Evidence on the Seriousness of Crime. *Criminology*, 26(2), 343-353. <https://doi.org/10.1111/j.1745-9125.1988.tb00845.x>

Cole, S. W. (2014). "Human social genomics". *PLOS Genetics*, 10 (8), e1004601. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004601>

Coleman-Fountain, E. (2014). "Understanding narrative identity through lesbian and gay youth". Springer. <https://doi.org/10.1057/9781137312709>

Connor, R. (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World* (Cilt: 1), (Rapor No: 75352: Paris 07 SP). UNESCO Publishing.

Conradty, C. and Bogner, F. X. (2018). "From STEM to STEAM: How to Monitor Creativity". *Creativity Research Journal*, 30 (3), 233-240. <https://doi.org/10.1080/10400419.2018.1488195>

Cook, K. L. and Bush, S. B. (2018). "Design Thinking in Integrated STEAM Learning: Surveying the Landscape and Exploring Exemplars in Elementary Grades". *School Science and Mathematics*, 118 (3-4), 93-103. <https://doi.org/10.1111/ssm.12268>

Corlu, M. A. and Aydin, 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

Costantino, T. (2018). STEAM By Another Name: Transdisciplinary Practice in Art and Design Education. *Arts Education Policy Review*, 119 (2), 100-106. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1292973>

Coşkun, A. (2021). Bilim Tarihi Örnekleri ile Destekli Sorgulamaya Dayalı Hücre Konusu Öğretiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Sorgulamaya Yönelik Görüşlerine ve Fen Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Cömert, H. (2019). Argümantasyona Dayalı Öğretimin 8. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisinin Öğrenme Stilleri Açısından İncelenmesi: Asitler ve Bazlar Konusu. Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Crawford, C. (2014). Socio-Economic Differences in University Outcomes in the UK: Drop-Out, Degree Completion And Degree Class (No. W14/31). IFS Working Papers.

Creed, P. A., Patton, W. and Bartrum, D. (2004). "Internal and External Barriers, Cognitive Style, and the Career Development Variables of Focus and Indecision". *Journal of Career Development*, 30, 277-294. <https://doi.org/10.1023/B:JOCD.0000025116.17855.ea>

Creswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (Baskı: 2). Thousand Oaks, CA: Sage.

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative, Quantitative and Research Desing*. London: Sage.

Creswell, J. W. (2018). *Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/510378/mod_resource/content/1/creswell.pdf

Creswell, J. W. and Plano Clark, V. L. (2018). *Karma Yöntem Araştırmaları Tasarımı ve Yürütülmesi* (Y. Dede ve S. B. Demir (eds.); 3. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.

Creswell, J. W. and Sözbilir, M. (2017). *Karma Yöntem Araştırmalarına Giriş*. Ankara: Pegem Akademi.

Creswell, J. W., Clark, V. L. P., Gutmann, M. L. and Hanson, W. E. (2003). *Advanced Mixed. Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*, 209, 209-240. London: Sage Publications.

In Tashakkori, A., Teddlie, C. (eds.), Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioural Research, 159-196. Sage, Thousand Oaks, CA.

Creswell, J., W. (2014). Araştırma Yaklaşımının Seçimi: Nitel, Nicel Ve Karma Yöntem Yaklaşımları Araştırma Deseni. Ankara: Eğiten Yayınları.

Creswell, J.W., Plano Clark, V.L., Guttman, M.L. and Hanson, W.E. (2003). Advanced Mixed Methods Research Design. In: Tashakkori, A., Teddlie, C. (eds.) Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research, 209–240. Sage, Thousand Oaks, CA.

Crotty, G. F., Ascherio, A. and Schwarzschild, M. A. (2017). “Targeting Urate to Reduce Oxidative Stress in Parkinson Disease”. Experimental Neurology, 298, 210-224.
<https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2017.06.017>

Crotty, S. (2019). “T follicular helper cell biology: a decade of discovery and diseases”. Immunity, 50 (5), 1132-1148. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2019.04.011>

Cunningham, C. M. and Kelly, G. J. (2017). “Epistemic Practices of Engineering for Education”. Science Education, 101 (3), 486-505. <https://doi.org/10.1002/sce.21271>

Çakır, Z., Yalçın, S. A. and Yalçın, P. (2019). “Investigation of the Effects of Pre-School Teacher Candidates Creativity Skills on Montessori Approach Based STEM Effectiveness”. Journal of the International Scientific Research, 4 (2), 392-409.
<https://doi.org/10.21733/ibad.548456>

Çakmak, B. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Algıları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çakmak, M., Gündüz, M. and Emstad, A. B. (2019). “Challenging Moments Of Novice Teachers: Survival Strategies Developed Through Experiences”. Cambridge Journal of Education, 49 (2), 147-162. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2018.1476465>

Çalışıcı, S. (2018). FeTeMM Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinin Çevresel Tutumlarına, Bilimsel Yaratıcılıklarına, Problem Çözme Becerilerine ve Fen Başarılarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., Rannikmae, M. (2013). “Fen Eğitime Mühendislik Odaklı Bir Yaklaşım: Engineer Projesi ve Uygulamaları”. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 1(1), 12-22. <http://fead.org.tr/dergi>

Çavaş, B., Kesercioğlu T., Huyugüzel-Çavaş, P. ve Özdem, Y. (2011). Öğretmen Kılavuz Kitabı. Sorgulamaya Dayalı Fen Öğretimi Öğretmen Çalıştayı, İzmir.

Çaycı, B. (2007). “Kavram Değiştirme Metinlerinin Kavram Öğrenimi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi”. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27 (1), 87-102.

Çelik, H. (2021). STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Farkındalıklarına, Bilimsel Yaratıcılıklarına ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çelik, H. and Watson, F. (2021). “Understanding The Leaky Pipeline System: Behavioural Ecological Approach to the Social Marketing of Women Thriving in STEM careers”. Journal of Social Marketing, 11 (4), 616-632.

Çepni, S. (2010). Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, 5.Baskı. Trabzon: Celepler Matbaacılık.

Çepni, S. and Ormancı, Ü. (2018). “Doktora Öğrencilerinin Nitel Araştırma Yapmaya Yönelik Kaygıları”. Kastamonu Eğitim Dergisi, 26 (3), 875-886.
<https://doi.org/10.24106/kefdergi.413385>

Çevik, M. (2018). “Antik Çağ Mimarisinde STEM'den STEAM'e”. Dünya Eğitim Teknolojisi Dergisi: Güncel Konular, 10 (4), 221-240. <http://www.wj-et.eu/>

Çorbacı, Z. (2023). Ortaokul 7. Sınıf Oran Konusunun Öğretiminde STEAM Yaklaşımının Etkililiğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Dağlı, İ. ve Oğuztürk, B. (2018). “Planlı Dönemden Günümüze Türkiye’de Ulusal Bilim Ve Teknoloji Politikalarının Değişimi”. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23 (4), 1479-1503.

Dallı, A. (2019). Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları Konusunda STEM Yaklaşımına Dayalı Öğretim Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Daud, M. Y. ve Zakaria, E. (2012). WEB 2.0 Application To Cultivate Creativity in ICT Literacy. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 59, 459-466.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.301>

Deboer, G. E. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education (ss. 17-35). Dordrecht: Springer Netherlands.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_2

Demet, U. (2022). Ortaokul Öğrencilerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Hakkındaki Tutumlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Demir, İ. (2019). Yaşam Temelli Öğretimin Ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin Ağız ve Diş Hijyeni Konusunda Kavram Öğrenmelerine, Fen Bilimlerine Karşı Tutumlarına ve Motivasyonlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Demirel, R. (2021). Işık Konusunun Argümantasyon Destekli Tasarım Temelli Fen ve Mühendislik Uygulamaları ile Öğretiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri ve Öğrenme Ürünlerine Etkisi. Doktora Tezi. Aksaray: Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Deniz, G. (2022). Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Fiziksel Olaylar Konu Alanına Yönelik STEAM Etkinliklerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Departmanı, A. E. (2011). Institute of Education Sciences. National Center for Education Statistics.

Dewey, D. R. (1983). Historical and Current Taxonomic Perspectives of Agropyron, Elymus, and Related Genera 1. Crop Science, 23 (4), 637-642.
<https://doi.org/10.2135/cropsci1983.0011183X002300040009x>

DiBiase, W. and McDonald, J. R. (2015). "Science Teacher Attitudes Toward Inquiry-Based Teaching and Learning". The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 88 (2), 29-38. <https://doi.org/10.1080/00098655.2014.987717>

Dinçer, S. (2014). Uygulamalı Meta Analiz. Ankara: Pegem Akademi.

Dockers, J. E. (2010). Attitudes and beliefs, about inquiry science, of middle level and secondary science teachers in northwest Arkansas and northwest Oklahoma. University of Arkansas.

Dogan, A. and Kahraman, E. (2021). "The Effect of STEM Activities on the Scientific Creativity of Middle School Students". International Journal of Curriculum and Instruction, 13 (2), 2000-2025. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Dogan, M. (2019). Creative Marginality: Innovation at the Intersections of Social Sciences. New York: Routledge.

Doğan, İ. (2019). STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine, Fen ve STEM Tutumlarına ve Elektrik Enerjisi Ünitesindeki Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi.

Doğan, N. (2011). "Yaratıcı Düşünme". Özcan Demirel (Ed.), Eğitimde Yeni Yönelimler (ss. 167-196). Ankara: Pegemak Akademi.

Doğan, N. 2017. "Blending problem based learning and history of science approaches to enhance views about scientific inquiry: new wine in an old bottle". Journal of Education and Training Studies, 5 (10), 99–112. <https://doi.org/10.11114/jets.v5i10.2646>

Doğan, N., Han-Tosunoglu, C., Özer, F., and Akkan, B. (2020). "Middle School Students' Understanding of Scientific Inquiry: An Investigation of Gender, Grade Level And School Type". Pamukkale Journal of Education, 49 (1), 162-189. Doi: 10.9779/pauefd.515080

Doğru, C. (2020). Atık Malzemelerle Yapılan STEM Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Çevresel Farkındalık ve Geri Dönüşüm Algısına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Erzinan: Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dugger, W. E. (2010, January). Evolution of STEM in the United States. In Knowledge in Technology Education: Proceedings of the 6th Biennial International Conference on Technology Education: Volume One (TERC 2010) Volume One (TERC 2010) (ss. 117-123). Surfers Paradise, QLD: Griffith Institute for Educational Research.

Duran, M., Höft, M., Lawson, D. B., Medjahed, B. and Orady, E. A. (2014). “Urban High School Students’ IT/STEM Learning: Findings from A Collaborative Inquiry-And Design-Based Afterschool Program”. Journal of Science Education and Technology, 23, 116-137. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9457-5>

Duruk, Ü. (2020). Investigating students' scientific creativity and metacognitive awareness level according to riasec interest inventory. Online Submission, 7 (5), 1-20. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3831123>

Duyal, D. (2022). Çevre Eğitimi Kapsamında Geliştirilen FETEMM Etkinliklerinin Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Öğrencilerinin Çevre Eğitimi ve FETEMM Eğitimine Yönelik Tutumları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Dym, C. L. (1994). Engineering Design: A Synthesis of Views. Cambridge University Press.

Eagly, A. H. and Chaiken, S. (2007). The Advantages of an Inclusive Definition of Attitude. Social Cognition, 25 (5), 582-602. <https://doi.org/10.1521/soco.2007.25.5.582>

Eccles, J. S. and Wigfield, A. (2002). Motivational Beliefs, Values and Goals. Annual Review of Psychology, 53 (1), 109-132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>

Edmonds, W. A. and Kennedy, T. D. (2017). An Applied Guide to Research Designs. Los Angeles, USA: Sage Publications.

Efendioğlu, A., Berkant, H. G. ve Arslantaş, Ö. (2010). John Dewey’in Türk Maarifi Hakkında Raporu ve Türk Eğitim Sistemi. 1. Ulusal Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi, 54-60.

Eggen, P. D. (2006). Strategies and Models for Teachers: Teaching Content and Thinking Skills.

Ekici, D. I. (2017). “The use of edmodo in creating an online learning community of practice for learning to teach science”. Malaysian Online Journal of Educational Sciences, 5 (2), 91-106.

English, L. D. (2016). “STEM education K-12: Perspectives On İntegration”. International Journal of STEM Education, 3, 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>

English, L. and King, D. (2017). "Engineering Education with Fourth-Grade Students: Introducing Design-Based Problem Solving". *International Journal of Engineering Education*, 33 (1), 346-360.

English, L., Hudson, P. and Dawes, L. (2013). "Engineering-Based Problem Solving in the Middle School: Design and Construction with Simple Machines". *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 3 (2), 1-13. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1081>

Ercan, O. (2014). "Effect of 5E learning Cycle and V Diagram Use İn General Chemistry Laboratories on Science Teacher Candidates Attitudes, Anxiety and Achievement". *International Journal of Social Sciences and Education*, 5 (1), 161-175.

Ercan, S. (2014). Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarının Kullanımı: Tasarım Temelli Fen Eğitimi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Erdoğan, Yeliz. (2023). Görsel Sanatlar Öğretmen Eğitiminde STEAM Odaklı Öğrenme Süreci Geliştirme. Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Erdönmez, İ. (2019). Özel Yetenekli Öğrencilerin Coğrafya Eğitiminde SCAMPER Tekniği İle STEAM Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Erduran, S. and Cheung, K. K. C. (2024). "Using the Family Resemblance Approach to Inform STEAM Education". *London Review of Education*, 22(1). <https://doi.org/10.14324/LRE.22.1.10>

Eroğlu, G. (2021). Özgün Tasarlanan Eğitsel Robotiklerin Kuvvet Ve Enerji Ünitesinde Başarı Ve Bilimsel Yaratıcılığa Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Eroğlu, S. and Bektaş, O. (2022). "The Effect Of 5E-Based STEM Education on Academic Achievement (lise), Scientific Creativity and Views on the Nature of Science". *Learning and Individual Differences*, 98, 102181. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102181>

Erökten, S. (2017). "Pre-service elementary teachers attitudes towards chemistry course". *International Journal of Assessment Tools in Education*, 4 (2), 115-121. Doi: 10.21449/ijate.275803

Ewalt, K., Dortch, B. and Russell, V. (2015). "See Less Sea-Less Seagulls: Planning For an Interdisciplinary STEM Unit". *Science Scope*, 39(2), 18.

Fard, A. E., Asgary, A., Sarami, G. R. and Zarekar, A. (2014). "A Comparative Study of the Effect of Computer-Based Instruction and Problem-Solving Instruction on the Students' Creativity". *Journal of Education and Training Studies*, 2(2), 105-113. <http://dx.doi.org/10.11114/jets.v2i2.179>

Felix, A. L., Bandstra, J. Z. and Strosnider, W. H. (2010, April). "Design-Based Science for STEM Student Recruitment and Teacher Professional Development". In Mid-Atlantic ASEE Conference, Villanova University.

Forbes, C. T. (2011). "Preservice Elementary Teachers' Adaptation of Science Curriculum Materials for Inquiry-Based Elementary Science". *Science Education*, 95 (5), 927-955.
<https://doi.org/10.1002/sce.20444>

Fortus, D., Dersheimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W. and Mamlok-Naaman, R. (2004). "Design-Based Science and Student Learning". *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110. <https://doi.org/10.1002/tea.20040>

Freeman, C.E. (2004). Trends in Educational Equity of Girls and Women: 2004 (NCES 2005–016). U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

Gale, B. K., Jafek, A. R., Lambert, C. J., Goenner, B. L., Moghimifam, H., Nze, U. C. and Kamarapu, S. K. (2018). "A Review of Current Methods In Microfluidic Device Fabrication and Future Commercialization Prospects". *Inventions*, 3(3), 60.
<https://doi.org/10.3390/inventions3030060>

George, D. and Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step By Step: A Simple Guide and Reference*, 17.0 Update (10a ed.) Boston: Pearson.

Gess, A. H. (2017). "Steam education separating fact from fiction: many educators and researchers are now calling for stea (arts) m education to be the approach of choice through which teachers may facilitate growth in habits of mind and practice that are characteristic of a globally literate citizen". *Technology and Engineering Teacher*, 77 (3), 39-41.

Gettings, P. E. (2018). Discourses Of Retirement In The United States. *Work, Aging and Retirement*, 4(4), 315-329.

Gillies, D. (2011). "Agile bodies: a new imperative in neoliberal governance". *Journal of Education Policy*, 26 (2), 207-223. <https://doi.org/10.1080/02680939.2010.508177>

Glasnović Gracin, D., Babarović, T., Dević, I. and Burušić, J. (2018). "Development and Validation of New Objective School Achievement Tests in the STEM Field For Primary School Studentsdružja Za Učenike Osnovnih Skola". *Croatian Journal of Education: Hrvatski Časopis Za Odgoj I Obrazovanje*, 20 (3), 789-824.
<https://doi.org/10.15516/cje.v20i3.2791>

Gomez, R. L. and Suarez, A. M. (2020). "Do Inquiry-Based Teaching And School Climate Influence Science Achievement And Critical Thinking? Evidence from PISA 2015". *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1–11.
<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00240-5>

Gruber-Hine, L. (2018). *Engineering Is Elementary: Identifying Instances of Collaboration During The Engineering Design Process*. Doctoral Dissertation. Syracuse University.

Gu, X., Tong, D., Shi, P., Zou, Y., Yuan, H., Chen, C. and Zhao, G. (2023). "Incorporating STEAM Activities Into Creativity Training In Higher Education". *Thinking Skills and Creativity*, 50, 101395. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101395>

Guyotte, KW, Sochacka, NW, Costantino, TE, Kellam, NN ve Walther, J. (2015). "STEAM'de İşbirlikçi Yaratıcılık: Sanat Eğitimi Öğrencilerinin Disiplinlerarası Alanlardaki Deneyimlerinin Anlatıları". *Uluslararası Eğitim ve Sanat Dergisi*, 16 (15).

Güden, C. and Timur, B. (2016). "Ortaokul Öğrencilerinin Fen Bilimlerine Yönelik Tutumlarının Bazı Değişkenlere Göre İncelenmesi (Çanakkale örneği)". *International Journal of Active Learning*, 1(1), 4972. <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/ijal/>

Gül, Ş. ve Yeşilyurt, S. (2010). "Ortaöğretim Öğrencilerinin Biyoloji ve Biyoloji Dersine Yönelik Tutumları (Pilot uygulama)". *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (20), 28-47.

Gülhan, F. (2016). *Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik Entegrasyonunun (STEM) 5.sınıf Öğrencilerinin Algı, Tutum, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi*. Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Gülhan, F. and Şahin, F. (2018). "Fen Bilimleri Dersine STEM Entegrasyonu Etkinliklerinin 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi". *Sakarya University Journal of Education*, 8 (4), 40-59. <https://doi.org/10.19126/suje.423105>

Gülseven, E. (2020). *Argümantasyon Temelli Fetemm Eğitiminin 7.Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Enerji Ünitesine Yönelik Akademik Başarılarına, Tutumlarına ve Argümantasyon Seviyelerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Gümrah, A. (2013). *The Effects of Scientific Argumentation on Secondary Students' Conceptual Understanding of Chemical Changes, Nature of Science Views, Science Process, Communication and Argument Skills*. Unpublished Doctoral Dissertation. İstanbul: Marmara University, Institute of Education Science.

Günay Kılıç, H. S. (2023). *Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Kodlamaya Yönelik Tutum ve Öz-Yeterlik Düzeylerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ordu: Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Gündüz, Ş. (2020). *Farklı Lise Türlerindeki 12. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Sorgulama hakkındaki görüşlerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Güneş Varol, D. (2020). *Tasarım Temelli STEM Eğitimi Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına, STEM'e Yönelik Tutumlara ve STEM Meslek İlgisine Olan Etkisinin Belirlenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Gürliyenkaya Baş, G. (2020). *İlkokul Öğrencilerinin STEAM Tutumlarının Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale: Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Ha, V. T., Chung, L. H., Hanh, N. V. and Hai, B. M. (2023). "Teaching Science Using Argumentation-Supported 5e-STEM, 5e-STEM, and Conventional Didactic Methods: Differences In The Learning Outcomes Of Middle School Students". Education Sciences, 13 (3), 247. <https://doi.org/10.3390/educsci13030247>

Hacıoğlu, Y. (2017). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitimi Temelli Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eleştirel ve Yaratıcı Düşünme Becerilerine Etkisi. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Hacıoğlu, Y. (2020). "Tematik STEM Eğitimi Uygulaması: Sürtünme Kuvveti Örneği". Bogaziçi University Journal of Education, 37, 3-21.

Hacıoğlu, Y. and Gülhan, F. (2021). "The Effects of STEM Education On The Students' Critical Thinking Skills and STEM Perceptions". Journal of Education in Science Environment and Health, 7(2), 139-155. <https://doi.org/10.21891/jeseh.771331>

Hallaç, S. (2019). Disiplinlerüstü Bir STEAM Yaklaşımı İle Hazırlanmış Öğretim Programının Öğrencilerin Fizik Kavramlarını Öğrenmelerine, Bilime Karşı Tutumlarına, STEAM Tutumlarına Ve Kariyer Seçimlerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim bilimleri Enstitüsü.

Hallinen, E. (2017). Luottamuksen Rakentuminen Yksintulleiden Alaikäisten Turvapaikanhakijoiden Kanssa Tehtävissä Työssä. Pro Gradu-Tutkielma. Yhteiskuntatieteiden Ja Filosofian Laitos Jyväskylän Yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-201706032655>

Hamed, S., Rivero García, A. and Jiménez, J. P. (2017). "Views About Scientific Inquiry (VASI): The Case Of Spain and Sweden". Enseñanza De Las Ciencias, (Extra), 3561-3568.

Harkema, J., Jadrach, J. and Bruxvoort, C. (2009). "Science and Engineering". The Science Teacher, 76 (9), 27.

Hasançebi, F., Güner, Ö., Kutru, C. and Hasançebi, M. (2021). "Impact of STEM Integrated Argumentation-Based Inquiry Applications on Students' Academic Success, Reflective Thinking and Creative Thinking Skills". Participatory Educational Research, 8 (4), 274-296. <https://doi.org/10.17275/per.21.90.8.4>

Haury, D. L. (1993). "assessing student performance in science". Journal of Science Teacher Education, 4 (1), 31-32. <https://doi.org/10.1007/BF02628856>

Havice, W. L. (2015). "Integrative STEM education for children and our communities". Technology and Engineering Teacher, 75(1).

Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M. and Shanahan, M. C. (2010). "Connecting High School Physics Experiences, Outcome Expectations, Physics Identity, and Physics Career Choice: A Gender Study". Journal of Research In Science Teaching, 47 (8), 978-1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>

He, W., Yan, J., Wang, C., Liao, L. and Hu, X. (2023). "Exploring the Impact of the Design Thinking Model on Fifth Graders' Creative Self-Efficacy, Situational Interest, and Individual Interest in STEM Education". *Thinking Skills and Creativity*, 50, 101424. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101424>

Hee Kim, B. and Kim, J. (2016). Development and Validation of Evaluation Indicators for Teaching Competency In STEAM Education In Korea". *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12 (7), 1909-1924. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1537a>

Helvacı, İ. (2019). Görsel Sanatlar Eğitiminde STEAM Temelli Yaklaşımın Etkisi. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Henriksen, D. (2017). "Creating STEAM With Design Thinking: Beyond STEM and Arts Integration". *The STEAM Journal*, 3(1), 11. Doi: 10.5642/steam.20170301.11

Henriksen, D., Mehta, R. and Mehta, S. (2019). "Design Thinking Gives STEAM To Teaching: A Framework That Breaks Disciplinary Boundaries". *STEAM Education: Theory and Practice*, 57-78. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_4

Henriksen, E. K., Dillon, J. and Ryder, J. (Eds.) (2015). *Understanding Student Participation and Choice In Science and Technology Education* (s. 412). Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7793-4>

Herro, D. and Quigley, C. (2016). *Innovating With STEAM In Middle School Classrooms: Remixing Education*. *On the Horizon*, 24 (3), 190-204. <https://doi.org/10.1108/OTH-03-2016-0008>

Herro, D. and Quigley, C. (2017). "Exploring Teachers Perceptions of STEAM Teaching Through Professional Development: Implications for Teacher Educators". *Professional Development in Education*, 43 (3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>

Herro, D., Quigley, C., Andrews, J. and Delacruz, G. (2017). "Co-Measure: Developing an Assessment for Student Collaboration In STEAM Activities". *International journal of STEM Education*, 4, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0094-z>

Hiğde, E. (2018). Ortaokul 7. Sınıf Öğrencileri İçin Hazırlanan STEM Etkinliklerinin Farklı Değişkenlere Yönelik Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Hmelo, C. E. and Lin, X. (2000). "Becoming Self-Directed Learners: Strategy Development In Problem-Based Learning". *Problem-Based Learning: A Research Perspective on Learning Interactions*, 227-250.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). "Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?". *Educational Psychology Review*, 16, 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>

Hoachlander, G. and Yanofsky, D. (2011). Making STEM Real. Educational Leadership, 68 (6), 60-65. <https://eric.ed.gov/?id=EJ972169>

Holland, J. L. (1997). Making Vocational Choices: A Theory of Vocational Personalities and Work Environments. Psychological Assessment Resources.

Hutcheson, G. D. and Sofroniou, N. (1999). The Multivariate Social Scientist: An Introduction to Generalized Linear Models". Vocational Guidance Quarterly, 25 (3), 226-231. <http://doi.org/10.47366/sabia.v5n1a3>

Howard, T., Culley, S. J. and Dekoninck, E. (2007). Creativity in the Engineering Design Process. In DS 42: Proceedings of ICED 2007, The 16th International Conference On Engineering Design, Paris, France, 28.-31.07. 2007 (ss. 329-330).

Howitt, C., Lewis, S. and Upson, E. (2011). "It's a Mystery": A Case Study of Implementing Forensic Science in Preschool as Scientific Inquiry". Australasian Journal of Early Childhood, 36 (3), 45-55. <https://doi.org/10.1177/183693911103600307>

Hu, W. and Adey, P. (2002). "A Scientific Creativity Test for Secondary School Students". International Journal of Science Education, 24(4), 389-403. <https://doi.org/10.1080/09500690110098912>

Huang, N. T., Chang, Y. S. and Chou, C. H. (2020). "Effects of Creative Thinking, Psychomotor Skills, and Creative Self-Efficacy on Engineering Design Creativity". Thinking Skills and Creativity, 37, 100695. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100695>

Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogerss, C., Hammer, D. ve Cabrerry, A., (2011). Infusing Engineering Desing Into High School STEM Courses. 1-7. http://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications adresinden alınmıştır.

İnceoğlu, M. (2010). Tutum Algı İletişim (5. baskı). İstanbul: Beykent Üniversitesi Yayınevi. http://ees2.beykent.edu.tr/WebProjects/Uploads/Metin%20Inceoglu_Tutum_algiiletisim.pdf adresinden 16 Mayıs 2015 tarihinde edinilmiştir.

İzgi, S. (2020). Fen Bilimleri Dersi Elektrik Enerjisi Dönüşümü Konusuna 5E Modeli İle Temellendirilmiş Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Yaklaşımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı Ve Süreçlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Hatay: Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Jacobsen, D. and Jacobsen, R. H. (2004). Scholarship and Christian Faith: Enlarging the Conversation. Oxford University Press.

Janssen, W. and Goldsworthy, P. (1996). "Multidisciplinary Research for Natural Resource Management: Conceptual and Practical Implications". Agricultural Systems, 51 (3), 259-279. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(95\)00046-8](https://doi.org/10.1016/0308-521X(95)00046-8)

Jones C. F. (2014). Routes of Power: Energy and Modern America. Harvard University Press.

Jarrett, D. (1997). Inquiry Strategies for Science and Mathematics Learning. Northwest Regional Educational Laboratory. <https://books.google.com>

Johns, G. and Mentzer, N. (2016). “STEM İntegration through Design and İnquiry”. Technology and Engineering Teacher, 76 (3).

Johnson, C. C. (2013). “Conceptualizing İntegrated STEM Education”. School Science and Mathematics, 113(8). Doi: 10.1111/ssm.12043

Jolly, A. (2014). STEM vs. STEAM: Do The Arts Belong. Education Week, 18, 16. <https://www.edweek.org/>

Joyce, B, Weil, M and Calhoun, E. (2009). Models of Teaching (8. Baskı). Boston: Pearson Education, Incorporated.

Judson, E. (2014). “Effects of Transferring to STEM-Focused Charter and Magnet Schools on Student Achievement”. The Journal of Educational Research, 107 (4), 255-266. <https://doi.org/10.1080/00220671.2013.823367>

Kahya, V. (2019). Alan Uzmanlarının STEAM Epitome İle İlgili Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kahya, V. ve Özdilek, Z. (2021). “Alan Uzmanlarının STEAM Eğitimi İle İlgili Görüşleri”. Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi, (42), 122-147. <https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.862411>

Kalaycı, Ş. (Ed.). (2005). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri (1. Baskı). Ankara: Asil Yayıncılık.

Kalik, G. ve Kırındı, T. (2022). “Fen Bilimleri Dersinde Okul Dışı STEM Etkinliklerinin Üstün/Özel Yetenekli Öğrencilerin STEM’e Karşı Tutumlarına ve Girişimcilik Becerileri Üzerine Etkisi”. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 10 (1), 38-63. <https://doi.org/10.56423/fbod.1058632>

Kanematsu, H. and Barry, D. (2006, June). Science Fair Project for Delivery Classes İn Elementary and Secondary Schools and İts Significance İn Japan. In 2006 Annual Conference and Exposition (ss. 11-1105).

Kang, NH (2019). “Güney Kore’de Entegre STEM Veya STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) Eğitiminin Etkisine Dair Bir İnceleme”. Asya-Pasifik Bilim Eğitimi, 5 (1), 1-22.

Kar, H. and Çil, E. (2019). “The Effects Of Visual Art Supported İnquiry Based Science Activities On 5th Grade Students' Scientific Process Skills”. Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi, 9 (2), 2019, 351-380. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2019.011>

Karahan, M. (2019). 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Tutum Ve Bilimsel Yaratıcılıklarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kırşehir: Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karahan, M. and Mete, M. (2014). "Examination of Total Quality Management Practices İn Higher Education in the Context of Quality Sufficiency". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 109, 1292-1297. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.627>

Karakaş, A. C. (2017)." Paylaşma Tutum Ölçeği Geçerlilik Çalışması ve Bazı Değişkenlerle İlişkisi". *Journal of History, Culture ve Art Research, Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi*, 6 (3). Doi: 10.7596/taksad.v6i3.822

Karakurt, M. (2022). Hikâyelerle Bütünleştirilmiş Fen Etkinliklerinin Bilimsel Sorgulama ve Bilişsel Esneklik Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Karakuyu, S. (2021). Ortaokul 6. Sınıf Yoğunluk Konusunun Öğretiminde Fen-Teknoloji-Sanat-Matematik-Mühendislik (STEAM) Yaklaşımının Etkililiğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kilis: 7 Aralık Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Karcı, M. (2018). STEM Etkinliklerine Dayalı Senaryo Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının (STÖY) Öğrencilerin Akademik Başarıları, Meslek Seçimleri Ve Motivasyonları Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Adana: Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Karışan, D. and Yurdakul, Y. (2017). "Mikroişlemci Destekli Fen-Teknoloji-Mühendislik Matematik (STEM) Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin Bu Alanlara Yönelik Tutumlarına Etkisi". *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 37-52. <http://dergi.adu.edu.tr/egitimbilimleri/>

Karışan, D., Bilican, K. ve Şenler, B. (2017). "Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüş Anketi: Türkçeye Uyarlama, Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması". *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 326-343. <https://doi.org/10.17679/inuefd.307053>

Kartal, T. (2014). *Sorgulamaya Dayalı Öğrenme-Öğretme Yaklaşımı*, G. Ekici (Yay. haz.). *Etkinlik Örnekleriyle Güncel Öğrenme-Öğretme Yaklaşımları-I* (I. baskı, ss. 472-520). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Katehi, L., Pearson, G. and Feder, M. (2009). *Engineering İn K-12 Education: Understanding the Status and İmproving the Prospects*. Washington, DC: National Academies Press.

Katıtaş, S. (2019). "Karma Yöntem Araştırmalarına Bütüncül Bir Bakış". *International Social Sciences Studies Journal*, 5(49): 6250-6260. <http://dx.doi.org/10.26449/sssj.1858>

Katz-Buonincontro, J. (2018). "Gathering STE (A) M: Policy, curricular, and programmatic developments in arts-based science, technology, engineering, and mathematics education Introduction to the special issue of Arts Education Policy Review: STEAM Focus". *Arts Education Policy Review*, 119(2), 73–76. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1407979>

Kaufman, J. C. (2012). "Counting the Muses: Development of the Kaufman Domains of Creativity Scale (K-DOCS)". *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(4), 298. <https://doi.org/10.1037/a0029751>

Kaufman, J. C. and Baer, J. (2004). "Sure, I'm Creative But Not in Mathematics!: Self-Reported Creativity in Diverse Domains". *Empirical Studies of the Arts*, 22(2), 143-155. <https://doi.org/10.1037/a0029751>

Kavacık, İ. (2019). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Uygulamalarının; Öğrencilerin Öğrenme Yaklaşımlarına, Sorgulayıcı Öğrenme Becerisi Algılarına ve STEM'e Yönelik Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin: Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Keleş, C. B. (2019). Fen Bilimleri Dersi Uygulamalı Bilim Ünitesi Kapsamında Geliştirilen Etkinliklerin STEM Entegrasyonu Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon: Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Keller, B. (2001). "Introduction to A-infinity Algebras and Modules". *Homology Homotopy and Applications*, 3 (1), 1-35. <https://doi.org/10.4310/HHA.2001.v3.n1.a1>

Kelley, T. R. and Knowles, J. G. (2016). "A Conceptual Framework for Integrated STEM Education". *International Journal of STEM Education*, 3 (1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Kelly, G. J. and Cunningham, C. M. (2019). "Epistemic Tools in Engineering Design For K-12 Education". *Science Education*, 103 (4), 1080-1111. <https://doi.org/10.1002/sce.21513>

Kennedy, T. J. and Odell, M. R. (2014). "Engaging Students in STEM Education". *Science Education International*, 25 (3), 246-258. <https://doi.org/10.33828/sei.v25.i3.5>

Keselman, A. (2003). "Supporting Inquiry Learning By Promoting Normative Understanding of Multivariable Causality". *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (9), 898-921. <https://doi.org/10.1002/tea.10115>

Khine, M. ve Areepattamannil, S. (2019). "STEAM Eğitimi". *Springer*, 10 (978-3), 15-16. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1>

Kılıç, B. ve Tezel, Ö. (2012). "İlköğretim Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerinin Belirlenmesi". *Journal of Turkish Science Education*, 9(4), 84-101.

Kırıcı, M. G. (2019). FeTeMM Destekli Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılıkları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kırkıcı, K. A., Kırkıcı, A. P. and Berberoğlu, Ş. (2018). "The Educational Needs of Refugees in A Multicultural World: an Innovative Solution to the Problem". *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 8 (2), 233-254. <https://doi.org/10.31704/ijocis.2018.020>

Kim, B. and Bastani, R. (2017). "Students As Game Designers: Transdisciplinary Approach to STEAM Education". *Alberta Science Education Journal (ASEJ)*, 45(1), 45-53. <https://doi.org/10.11575/asej.v45i1.42307>

Kim, D. H., Ko, D. G., Han, M. J. and Hong, S. H. (2014). “The Effects of Science Lessons Applying STEAM Education Program on the Creativity and Interest Levels of Elementary Students”. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(1), 43-54.

<https://doi.org/10.14316/jkase.2014.34.1.43>

Kim, Y. and Park, N. (2012). “Development and Application of STEAM Teaching Model Based on the Rube Goldberg’s Invention”. In *Computer Science and Its Applications: CSA 2012* (ss. 693-698). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5699-1_70

Kim, Y., Kreke, T., Hendrickson, R., Parenti, J. and Ladisch, M. R. (2013). “Fractionation of Cellulase and Fermentation Inhibitors From STEAM Pretreated Mixed Hardwood”. *Bioresource Technology*, 135, 30-38.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.10.130>

King, D. and 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. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1262567>

Kinik Topalsan, A. (2015). Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik Açidan İncelenmesi ve Bulunan Yanılgıların Oluşturulan Argüman Ortamları ile Giderilmesi. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim bilimleri Enstitüsü.

Klahr, D. and Dunbar, K. (1988). “Dual Space Search During Scientific Reasoning”. *Cognitive Science*, 12 (1), 1-48. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90007-9](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90007-9)

Kleinmintz, O. M., Ivancovsky, T. and Shamay-Tsoory, S. G. (2019). “The Two-Fold Model of Creativity: The Neural Underpinnings of The Generation and Evaluation of Creative ideas”. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 27, 131-138.

<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.11.004>

Knezek, G. and Christensen, R. (1998, March). Internal Consistency Reliability for the Teachers’ Attitudes Toward Information Technology (TAT) Guestionnaire. In *Proceedings of the Society for Information Technology In Teacher Education Annual Conference* (ss. 831-836). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Knezek, G., Christensen, R. and Tyler-Wood, T. (2011). “Contrasts In Teacher and Student Perceptions of STEM Content and Careers”. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 11(1), 92-117. <https://doi.org/10.1007/s11528-011-0461-6>

Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T. and Periathiruvadi, S. (2013). “Impact of Environmental Power Monitoring Activities on Middle School Student Perceptions of STEM”. *Science Education International*, 24(1), 98-123.

<https://doi.org/10.33828/sei.v24.i1.7>

Koç, A. (2019). Okul Öncesi ve Temel Fen Eğitiminde Robotik Destekli ve Basit Malzemelerle Yapılan STEM Uygulamalarının Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kolodner, J. L., Camp, P., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J. vd. (2003). "Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning In The Middle-School Science Classroom: Putting Learning By Design(tm) Into Practice". Journal of the Learning Sciences, 12(4), 495-547. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1204_2

Kolsuz, S. (2018). Sosyo-Bilimsel Konuların İşlenmesinde STEAM Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi. Afyonkarahisar: Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Konca Şentürk, F. (2017). FeTeMM Etkinliklerinin Fen Bilimleri Dersindeki Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılık Üzerindeki Etkileri ve Öğrenci Görüşleri. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Muğla: Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kong, Y. T. and Ji, In-C. (2014). "The Effect of Subject Based STEAM Activity Programs on Scientific Attitude, Self Efficacy, and Motivation for Scientific Learning". International Information Institute. (Tokyo) Information, 17 (8), 3629-3636. <https://doi.org/10.2316/J.2014.221-029>

Koroğlu, E. (2019). STEM Odaklı Etkinliklerin Sosyo-ekonomik Açından Dezavantajlı Öğrencilere Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Sinop: Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kuhn, M. and McDermott, M. (2017). "Using Argument-Based Inquiry Strategies for STEM Infused Science Teaching". Science and Children, 54 (5), 80. https://doi.org/10.2505/4/sc17_054_05_80

Kunter, M., Baumert, J. and Köller, O. (2007). "Effective Classroom Management and the Development of Subject-Related Interest". Learning and Instruction, 17(5), 494-509. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.03.002>

Kurt, M. (2019). STEM Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine ve STEM'e Karşı Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.

Lammi, M., Denson, C. and Asunda, P. (2018). "Search and Review of the Literature on Engineering Design Challenges in Secondary School Settings". Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 8 (2), 5. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1177>

Larkin, T. L. (2015, September). Creativity in STEM Education: Reshaping the Creative Project. In 2015 international Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL) (ss. 1184-1189). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICL.2015.7312177>

Leavy, P., 2017. Research Design Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based, and Community-Based Participatory Research Approaches, The Guilford Press, New York, USA.

Leblebicioğlu, G., Çapkinoğlu, E., Peten, D. M. and Schwartz, R. (2020). "Lise Öğrencilerinin Bilimsel Araştırmaların Doğası Hakkındaki Görüşleri". Eğitim ve Bilim, 45 (201). <https://doi.org/10.15390/EB.2020.8581>

Leblebicioğlu, G., Metin, D., Çapkinoğlu, E., Çetin, P. S., Eroğlu Doğan, E. and Schwartz, R. S. (2017). "Changes in Students' Views About Nature of Scientific Inquiry at A Science Camp". *Science & Education*, 26 (7), 889-917. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9859-2>

Lederman, J., Bartels, S., Lederman, N. and Gnanakkan, D. (2014). "Demystifying Nature of Science". *Science and Children*, 52 (1), 40. <https://doi.org/10.1002/tea.21405>

Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., Jimenez, J., Akubo, M., Aly, S. and Zhou, Q. (2019). "An International Collaborative Investigation of Beginning Seventh Grade Students' Understandings of Scientific Inquiry: Establishing a Baseline". *Journal of Research in Science Teaching*, 56 (4), 486-515. <https://doi.org/10.1002/tea.21405>

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. and Schwartz, R. S. (2002). "Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science". *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6), 497-521. <https://doi.org/10.1002/tea.10004>

Lee, J. G., Henriksen, L., Rose, S. W., Moreland-Russell, S. and Ribisl, K. M. (2015). "A Systematic Review of Neighborhood Disparities in Point-Of-Sale Tobacco Marketing". *American Journal of Public Health*, 105 (9), e8-e18. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.302700>

Lee, J. S. and Lee, K. B. (2013). New Modulation Techniques for a Leakage Current Reduction and a Neutral-Point Voltage Balance in Transformerless Photovoltaic Systems Using a Three-Level Inverter. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 29(4), 1720-1732. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2013.2241399>

Lent, R. W., Brown, S. D. and Hackett, G. (1994). "Toward A Unifying Social Cognitive Theory Of Career and Academic Interest, Choice, and Performance". *Journal of Vocational Behavior*, 45, 79-122. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>

Leonard, M. J. (2004). Toward Epistemologically Authentic Engineering Design Activities in the Science Classroom. Online Submission. <https://eric.ed.gov/?id=ED490724>

Leonard, M. and Derry, S. (2011). What's The Science Behind It?. The Interaction of Engineering and Science Goals, Knowledge, and Practices in a Design-Based Science Activity, 2011-5.

Leontjew, A. N. (1982). Tätigkeit, Bewusstsein, Persönlichkeit [Activity, awareness, personality]. Köln: Studien zur Kritischen Psychologie.

Levy, B. L., Thomas, E. E., Drago, K. and Rex, L. A. (2013). "Examining Studies Of Inquiry-Based Learning In Three Fields Of Education: Sparking Generative Conversation". *Journal of Teacher Education*, 64(5), 387-408. <https://doi.org/10.1177/0022487113490707>

Lewis, B. (2006). A mad fight: Psychiatry and disability activism. In *The Disability Studies Reader* (Baskı:3, ss. 137–149). Routledge.

- Lewis, T. (2006). "Design and inquiry: bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum?". *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 43 (3), 255-281. <https://doi.org/10.1002/tea.20116>
- Liang, P. (2002). "A decade of differential display". *Biotechniques*, 33 (2), 338-346. <https://doi.org/10.2144/03332rr02>
- Liao, C. (2016). "From interdisciplinary to transdisciplinary: an arts-integrated approach to steam education". *ART Education*, 69 (6), 44-49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1235455>
- Lidya, N., Habibah, H. and Suryadi, A. (2024). "The Effect of Design-Based STEM Learning On Students' Scientific Creativity In Solar Energy Topic". *Momentum: Physics Education Journal*, 8 (2). <https://doi.org/10.21067/mpej.v8i2.5070>
- Lin, C., Hu, W., Adey, P. ve Shen, J. (2003). "The Influence of CASE on Scientific Creativity." *Research in Science Education*, 33 (2), 143-162. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.867493>
- Lin, T. C., Lin, T. J. and Tsai, C. C. (2014). "Research Trends in Science Education from 2008 to 2012: A Systematic Content Analysis of Publications in Selected Journals". *International Journal of Science Education*, 36 (8), 1346-1372. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.849>
- Liu, Y., He, W. and Zhao, L. (2022). "Effects of Inquiry Learning with Different Task Orders on Fifth Graders' Individual and Situational Interest and Concept Achievement in Science Education". *Journal of Baltic Science Education*, 21 (5), 849-861. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.849>
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire Within: Implementing Inquiry-Based Science Standards*. California: Corwin Press
- Lu, C. H., Wyszomierski, S. L., Tseng, L. M., Sun, M. H., Lan, K. H., Neal, C. L. and Yu, D. (2007). "Preclinical Testing of Clinically Applicable Strategies for Overcoming Trastuzumab Resistance Caused By PTEN Deficiency". *Clinical Cancer Research*, 13 (19), 5883-5888. <https://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-07-0699>
- Madenci, A. ve Yılmaz, İ. (2019). "Sanatsal Becerilerin STEAM Etkinliklerinde Yaratıcı Düşünme, İşbirliği ve Tasarım Becerileri Üzerine Etkileri". *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 3 (4), 52-63. <https://doi.org/10.36942/jmsed.v3i4.248>
- Madjar, N. and Shalley, C. E. (2008). "Multiple Tasks' and Multiple Goals' Effect on Creativity: Forced Incubation or Just A Distraction?". *Journal of Management*, 34 (4), 786-805. <https://doi.org/10.1177/0149206308317555>
- Maeda, J. (2013). STEM + Art = STEAM. *STEAM*, 1 (1), 1-3. <https://doi.org/10.5642/steam.201301.34>

Manches, A. and Plowman, L. (2017). “Computing Education İn Children's Early Years: A Call for Debate”. British journal of Educational Technology, 48(1), 191-201.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12377>

Marginson, S. (2013). The Changing Geo-Politics of Creativity: Rise of the Post-Confucian University. In The Creative University (ss. 9–32). Sense Publishers.

Martin-Hansen, L. (2002). Defining Inquiry. The Science Teacher, 69 (2), 34.

Marulcu, I. (2010). Investigating the İmpact of A LEGO™-Based, Engineering-Oriented Curriculum Compared to an Inquiry-Based Curriculum On Fifth Graders' Content Learning of Simple Machines. Doktora Tezi. Boston College.

Masnick, A. M., Valenti, S. S., Cox, B. D. and Osman, C. J. (2010). “A Multidimensional Scaling Analysis of Students’ Attitudes about Science Careers”. International journal of Science Education, 32 (5), 653-667. <https://doi.org/10.1080/09500690902759053>

Max-Neef, M. A. (2005). Foundations of Transdisciplinarity. Ecological Economics, 53 (1), 5-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.01.014>

McCullough, V. O. (2022). Conceptualization of STEAM Education in the Elementary Classroom. A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for The Degree of Doctor of Education In Curriculum and Leadership (Curriculum).

McWilliam, E. (2009). “Teaching For Creativity: From Sage to Guide to Meddler”. Asia Pacific Journal of Education, 29 (3), 281-293. <https://doi.org/10.1080/02188790903092787>

MEB Bilim ve Sanat Yönergesi, 2016 MEB, (2018). STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları. Pdf. 12.09.2022 adresinden erişilmiştir.

MEB, (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 Ve 8. Sınıflar), <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>

Meeth, L. R. (1978). Interdisciplinary Studies: A Matter Of Definition. Change: The Magazine Of Higher Learning, 10 (7), 10-10.
<https://doi.org/10.1080/00091383.1978.10569474>

Mercin, L. (2019). “STEAM Eğitiminde Sanatın Yeri”. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 9 (19), 28-41. <https://doi.org/10.16950/iujad.514132>

Metcalfe, E. ve Broomfield, J. P. (1984). Determination of Cliff-Lorimer K Factors For A Hitachi H700h 200 Kv Scanning Transmission Electron Microscope. Le Journal de Physique Colloques, 45 (C2), C2-407.

Mıcık, S. (2021). Okul Öncesi Öğretmenlerinin Bilimin Doğası ve Bilimsel Sorgulamanın Doğası Hakkındaki Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Miller, J. and Knezek, G. (2013, Mart). STEAM for Student Engagement. In Society for Information Technology and Teacher Education International Conference (ss. 3288-3298). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (MEB YEĞİTEK GM) (2016). STEM Eğitimi Raporu. 20 Temmuz 2017 tarihinde <http://yegitek.meb.gov.tr/www/meb-yegitek-genel-mudurlugu-stem-fen-teknoloji-muhendislik-matematik-egitim-raporu-hazirladi/icerik/719> adresinden erişilmiştir.

Mishra, G. P., Bagui, M., Tamboli, V. and Mitra, A. K. (2011). “Recent Applications of Liposomes In Ophthalmic Drug Delivery”. Journal of Drug Delivery, 2011(1), 863734. <https://yap.org /1/2011/86373>

Mohr, K. and Welker, R. W. (2017). The Role of Integrated Curriculum in the 21st Century School. Dissertations. 688. <https://irl.umsl.edu/dissertation/688>.

Moore, K. L., Dalley, A. F. and Agur, A. M. R. (2014). Moore Anatomia Orientada Para A Clínica. Guanabara Koogan.

Moore, T. J. and Smith, K. A. (2014). “Advancing the State of the Art of STEM Integration”. Journal of STEM Education: Innovations and Research, 15 (1), 5.

Morocz, R. J., Levy, B., Forest, C., Nagel, R. L., Newstetter, W. C., Talley, K. G. and Linsey, J. S. (2016, Haziran). Relating Student Participation In University Maker Spaces To Their Engineering Design Self-Efficacy. In 2016 ASEE Annual Conference and Exposition.

Morrison, K. (2006). Marx, Durkheim, Weber: Formations of Modern Social Thought. Mourtos, N. J. (2011, January). Teaching Engineering Design Skills. In Proceedings IETEC-11 Conference.

Munkvold, L., Kjølner, R., Vestberg, M., Rosendahl, S. and Jakobsen, I. (2004). “High Functional Diversity Within Species of Arbuscular Mycorrhizal Fungi”. New Phytologist, 164 (2), 357-364. <https://doi.org / 10/J.1469 -813.X>

Nadelson, L. S., Seifert, A., Moll, A. J. and Coats, B. (2012). “İ-STEM Summer Institute: An Integrated Approach to Teacher Professional Development in STEM”. Journal of STEM Education: Innovation and Outreach.

Nargund-Joshi, V., Liu, X., Chowdhary, B., Grant, B. and Smith, E. (2013, April). Understanding Meanings of Interdisciplinary Science Inquiry in an Era of Next Generation Science Standards. In Annual Meeting of National Association for Research In Science Teaching, Rio Grande, Puerto Rico.

National Academy of Engineering and National Research Council (2009). Engineering in K-12 Education: Understanding The Status and Improving The Prospects. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12635>

National Assessment Governing Board (NAGB). (2010). Technology and Engineering Literacy Framework for the 2014 National Assessment of Educational Progress (NAEP). Washington, DC:NAGB. Retrieved from.
<http://www.edgateway.net/cs/naepsci/print/docs/470>

National Council of Teachers of English Executive Committee. (2008). The NCTE Definition of 21st Century Literacies. Urbana, IL: National Council of Teachers of English.

National Research Council (NRC). (2000). Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning. Washington, DC: National Academy of Sciences.

National Research Council (NRC) (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board of Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, D.C.: The National Academies Press.

National Research Council [NRC] (1996). National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council, Division on Earth, Life Studies, Board on Environmental Studies, Board on Chemical Sciences, Committee on the Design, ... and Industry Decisions. (2014). A Framework to Guide Selection of Chemical Alternatives.

National Research Council, Division on Engineering, Physical Sciences, Board on Energy, Environmental Systems and Committee for The National Academies Summit on America's Energy Future. (2008). The National Academies Summit on America's Energy Future: Summary of a Meeting. National Academies Press.

National Research Council, Division on Engineering, Physical Sciences, Board on Infrastructure, the Constructed Environment, Committee on Advancing the Productivity and Competitiveness of the US Industry Workshop (2009). Advancing the Competitiveness and Efficiency of the US Construction Industry. National Academies Press.

National Research Council, Donovan, S. and Bransford, J. (2005). How Students Learn. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council. (2009). Mathematics Learning In Early Childhood: Paths Toward Excellence and Equity.

Newstetter, W. C. and Khan, S. (1997, November). A Developmental Approach To Assessing Design Skills and Knowledge. In Proceedings Frontiers in Education 1997 27th Annual Conference. Teaching and Learning in an Era of Change (Cilt: 2, ss. 676-680). IEEE.

Newstetter, W. C. and McCracken, M. (2000). Design Learning as Conceptual Change: A Framework for Developing A Science of Design Learning. Age, 5, 1.

NGSS (2013). Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington, DC: The National Academy Press.

Nicolai, L. M. (1998). "An İndustry View of Engineering Design Education". The International Journal of Engineering Education, 14 (1), 7-13.

Noh, S. W. and Ahn, D. S. (2012). "Seeking for a Direction to Advancement of STEAM for Elementary School". The Journal of Educational Research, 10 (3), 75-96.

Oba, S. (2021). Fen Bilimleri Ders Kitaplarının Bilimsel Sorgulama Becerileri Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Alanya: Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı.

Oh, J., Lee, J. and Kim, J. (2013). "Development and Application of STEAM Based Education Program Using Scratch: Focus on 6th Graders' Science İn Elementary School". In Multimedia and Ubiquitous Engineering: MUE 2013 (ss. 493-501). Springer Netherlands.

Okulu, H. Z. (2019). STEM Eğitimi Kapsamında Astronomi Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Muğla: Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Okumus, S. and Unal, S. (2012). "The Effects of Argumentation Model on Students' Achievement and Argumentation Skills in Science". Procedia-Social and Behavioral Sciences, 46, 457-461. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.155>

Ong, E. T., Luo, X., Yuan, J. and Yingprayoon, J. (2020). "The Effectiveness of a Professional Development Program on the Use of STEM-Based 5E İnquiry Learning Model for Science Teachers in China". Science Education International, 31 (2), 179-184.

Osborne, J. (2014). "Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change". Journal of Science Teacher Education, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>

Ozan, F. (2019). 5. Sınıf Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme Ünitesine Yönelik FeTeMM Uygulamalarının Etkililiğinin Çeşitli Değişkenler Bağlamında İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Amasya: Amasya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Ozkan, G. ve Topsakal, U. U. (2017). "Examining Students' Opinions About STEAM Activities". Journal of Education and Training Studies, 5 (9), 115-123. <https://doi.org/10.11114/jets.v5i9.2612>

Ozkan, G. and Topsakal, U. U. (2019). "Students' Views on the Ethnobotany-Based Nature Education Program and Their Attitudes towards the Plant". International Journal of Progressive Education, 15(5), 119-130. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2019.212.9>

Ozkan, G. and Umdü Topsakal, U. (2021). "Exploring the Effectiveness of STEAM Design Processes on Middle School Students Creativity". International Journal of Technology and Design Education, 31 (1), 95-116. <https://doi.org/10.1/s10798-020-0956-1>

Ozkan, G. and Umdü Topsakal, U. (2021). "Investigating the Effectiveness of STEAM Education on Students Conceptual Understanding of Force and Energy Topics". Research in Science and Technological Education, 39(4), 441-460.

Ozkizilcik, M. and Cebesoy, U. B. (2023). "The Influence of an Engineering Design-Based STEM Course on Pre-service Science Teachers Understanding of STEM Disciplines and Engineering Design Process". International Journal of Technology and Design Education, 1-32. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09837-7>

Özaslan, S. (2019). Işığın Kırılması Ve Mercekler Ünitesine Yönelik STEM Yaklaşımına Göre Geliştirilen Etkinliğin Öğrencilerin Akademik Başarısına ve Tutumuna Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Malatya: İnönü Üniversitesi.

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. <https://doi.org/10.24315/trkefd.331579>

Özçelik, C. (2021). Probleme Dayalı STEM Uygulamalarının Öğrencilerin STEM'e İlişkin Tutumlarına, Öz Düzenleme Becerilerine ve Biliş Üstü Yetilerine Etkisi. Doktora Tezi. Bartın: Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Özdamar K (2004). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi I, Genişletilmiş 5. Baskı, Eskişehir: Kaan Kitabevi.

Özdemir, S. ve Sezgin, F. (2011). "İlköğretim Okulu Öğrencilerinin Yönetici ve Öğretmen Desteği, Algılanan Şiddet ve Okul Memnuniyetine İlişkin Görüşleri". İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12(2), 181-199. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2010039070>

Özdemir, S., Sezgin, F., irin, H., Karip, E. ve Erkan, S. (2010). "İlköğretim Okulu Öğrencilerinin Okul İklimine ilişkin Algılarını Yordayan Değişkenlerin İncelenmesi". Hacettepe Üniversitesi Eitim Fakültesi Dergisi, 38, 213-224. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2010039070>

Özgüven, H. D. (1999). "Psikiyatrik Kriz Vakalarında Hatalı Otomatik Düşünceler ve Fonksiyonel Olmayan Tutumların Sıklığı". Kriz Dergisi, 7 (2), 9-16. https://doi.org/10.1501/Kriz_0000000146

Özkan, G. (2020). Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik Uygulamalarının Öğrencilerin Kavramsal Anlamalarına, Meslek Algılarına ve Yaratıcı Düşüncelerine Etkisi. Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Öztürk, H. H. (2004). "Experimental determination of energy and exergy efficiency of the solar parabolic-cooker". Solar Energy, 77 (1), 67-71. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2004.01.016>

Özyurt, M., Kayiran, B. K. ve Başaran, M. (2018). "İlkokul Öğrencilerinin STEM'e İlişkin Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi". Turkish Studies, 13 (4), 65-82. <https://doi.org/10.16990/turkishstudies.49799>

- Park, H. K., Kim, N., Lee, S. W., Park, J. J., Kim, J. I., Lee, S. Y., ... and Chung, I. S. (2012). "The Distribution of Endoscopic Gastritis in 25,536 Health Check-up Subjects in Korea". *The Korean Journal of Helicobacter and Upper Gastrointestinal Research*, 12 (4), 237-243. <https://doi.org/10.7704/kjhugr.2012.12.4.237>
- Park, H., Buchmann, C., Choi, J. and Merry, J. J. (2016). "Learning Beyond the School Walls: Trends and Implications". *Annual Review of Sociology*, 42 (1), 231-252. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-081715-074239>
- Park, J., Jang, K. A. and Kim, I. (2009). "An Analysis of the Actual Processes of Physicists' Research and the Implications for Teaching Scientific Inquiry in School". *Research in Science Education*, 39, 111-129. <https://doi.org/10.1007/s11165-008-9083-1>
- Patton, A. (2013). "Copula methods for forecasting multivariate time series". *Handbook of Economic Forecasting*, Cilt: 2, ss. 899-960. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53697-7.00015-7>
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel Araştırma ve Değerlendirme Yöntemleri* (Çev. Ed. Bütün, M. ve Demir, S. B.). Ankara: Pegem Akademi.
- Paulus, P. (2000). "Groups, Teams, and Creativity: The Creative Potential of Idea-Generating Groups". *Applied Psychology*, 49 (2), 237-262. <https://doi.org/10.1111/1464-0597.00011>
- Pedaste, M. and Sarapuu, T. (2006). "Developing an Effective Support System for Inquiry Learning in a Web-Based Environment". *Journal of Computer Assisted Learning*, 22 (1), 47-62. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00159.x>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, Ä. and Sarapuu, T. (2012). "Improving Students Inquiry Skills Through Reflection and Self-Regulation Scaffolds". *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 9 (1-2), 81-95. <https://doi.org/10.1613/jtc.9.1.81>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T. and Tsourlidaki, E. (2015). *Phases of Inquiry-Based Learning: Definitions and the Inquiry Cycle*. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Peen, T. Y. and Arshad, M. Y. (2014). "Teacher and Student Questions: A Case Study in Malaysian Secondary School Problem-Based Learning". *Asian Social Science*, 10 (4), 174. <https://doi.org/10.5539/ass.v10n4p174>
- Pekbay, C. (2017). *Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkileri*. Doktora Tezi. İstanbul: Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Pellegrino, J. W. (2017). *Teaching, Learning and Assessing 21st Century Skills*. Springer.

Penuel, W. R. and Means, B. (2004). "Implementation Variation and Fidelity in an Inquiry Science Program: Analysis of GLOBE Data Reporting Patterns". *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), 294-315. <https://doi.org/10.1002/tea.20008>

Perry, V. R. and Richardson, C. P. (2001, October). The New Mexico Tech Master of Science Teaching Program: An Exemplary Model of Inquiry-Based Learning. In 31st Annual Frontiers in Education Conference. Impact on Engineering and Science Education. Conference Proceedings (Cat. No. 01CH37193) (Cilt: 1, ss. T3E-1). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE.2001.963893>

Petrosino, A. J. (1998). At-risk Children's Use of Reflection and Revision in Hands-on Experimental Activities. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Vanderbilt University, Nashville, TN.

Petts, J., Owens, S. and Bulkeley, H. (2008). "Crossing Boundaries: Interdisciplinarity in the Context of Urban Environments". *Geoforum*, 39 (2), 593-601. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2007.07.003>

Playton, S. C., Hite, R. L., Coward, F. L. and Childers, G. M. (2023). Supporting STEM Career Knowledge and Interest for Rural Grade two Students through a University-School Partnership. In *Developing and Sustaining STEM Programs across the K-12 Education Landscape* (ss. 95-126). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-5491-5.ch006>

Pleasant, J. and Olson, J. K. (2019). "What Is Engineering? Elaborating the Nature of Engineering for K-12 Education". *Science Education*, 103(1), 145-166. <https://doi.org/10.1002/sce.21491>

Prenzel, M., Sälzer, C., Klieme, E. and Köller, O. (2013). PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.

Puntambekar, S. and Hubscher, R. (2005). "Tools for Scaffolding Students in a Complex Learning Environment: What Have We Gained and What Have We Missed?". *Educational Psychologist*, 40 (1), 1-12. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4001_1

Puntambekar, S. and Kolodner, J. L. (2005). "Toward Implementing Distributed Scaffolding: Helping Students Learn Science From Design". *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42 (2), 185-217. <https://doi.org/10.1002/tea.20048>

Quigley, C. F. and Herro, D. (2016). "Finding the Joy in the Unknown: Implementation of STEAM Teaching Practices in Middle School Science and Math Classrooms". *Journal of Science Education and Technology*, 25, 410-426. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9640-5>

Quigley, C. F., Herro, D. and Jamil, F. M. (2017). "Developing A Conceptual Model of STEAM Teaching Practices". *School Science and Mathematics*, 117 (1-2), 1-12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12191>

Rahmawati, D., Fanisyah, E., Chaeruman, U. A., Suwarno, S. and Wicaksono, D. (2022). "Research Trends of Branding in the Context of Education: A Bibliometric Analysis". AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 14 (4), 5933-5944.

<https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i4.2461>

Rawat, T. C. (2010). "A Study to Examine Fluency Component of Scientific Creative Talent of Elementary Stage Students of Himachal Pradesh With Respect to Area, Type of School and Gender". International Transactions in Humanities and Social Sciences, 2 (2), 152-161.

Regis, A., Albertazzi, P. G. and Roletto, E. (1996). "Concept Maps in Chemistry Education". Journal of Chemical Education, 73 (11), 1084.

<https://doi.org/10.1021/ed073p1084>

Reiff, R., (2002). If Inquiry is So Great, Why isn't Everyone Doing it?, Proceedings of the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, Charlotte, NC, January 10-13, 2002.

Resnick, P. and Zeckhauser, R. (2002). Trust Among Strangers in Internet Transactions: Empirical Analysis of EBay's Reputation System. In The Economics of the Internet and E-commerce (ss. 127-157). Emerald Group Publishing Limited.

Richardson, C. and Mishra, P. (2018). Thinking skills and creativity. Learning environments that support student creativity: Developing the SCALE.

Ricks, T. E. (2012). The Generals: American Military Command from World War II to Today. Penguin.

Rico-Bautista, N. A., Rico-Bautista, D. W. and Arévalo-Pérez, N. (2021, July). Construction of an Amusement Park Using STEAM and LEGO Education to Participate in the Science Fair. In Journal of Physics: Conference Series (Cilt: 1981, No. 1, s. 012019). IOP Publishing.

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1981/1/012019>

Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M. and Harbor, J. (2009). "Exploring the Effectiveness of an Interdisciplinary Water Resources Engineering Module in an Eighth Grade Science Course". International Journal of Engineering Education, 25 (1), 181.

Roberts, C. J. (2007). "Non-Native Protein Aggregation Kinetics". Biotechnology and Bioengineering, 98(5), 927-938.

Roberts, R. and Stewart, A. F. (2012). "Genes And Coronary Artery Disease: Where Are We?". Journal of the American College of Cardiology, 60 (18), 1715-1721.

<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.07.046>

Robinson, C. F. and Kakela, P. J. (2006). "Creating A Space To Learn: A Classroom Of Fun, Interaction, And Trust". College Teaching, 54 (1), 202-207.

<https://doi.org/10.3200/CTCH.54.1.202-207>

Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H. and 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.

<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00123.x>

Rogers, EM (2003). *Yeniliklerin Yayılması*, 5. Basım. New York: Free Press.

Rojewski, J. W. (1994). "Career Indecision Types For Rural Adolescents From Disadvantaged And Nondisadvantaged Backgrounds". *Journal of Counseling Psychology*, 41(3), 356.

Rowe, D. (2007). "Education for A Sustainable Future". *Science*, 317 (5836), 323-324.

<https://doi.org/10.1126/science.1142647>

Runco, M. A. (1988). *Creativity Research: Originality, Utility and Integration*. In C. R. Reynolds (Ed.), *Handbook of creative and innovative ability* (pp. 345-369). New York: Springer.

Runco, M. A., Acar, S. and Cayirdag, N. (2017). "A Closer Look At The Creativity Gap and Why Students Are Less Creative At School Than Outside Of School". *Thinking Skills and Creativity*, 24, 242-249. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.03.008>

Ryu, J. and Jae Lee, K. (2013). The effects of brain-based STEAM teaching-learning program on creativity and emotional intelligence of the science-gifted elementary students and general students. *Journal of Elementary Science Education*, 32 (1), 36-46.

<https://doi.org/10.1007/s43194-020-00016-3>

Sadeh, I. and Zion, M. (2009). "The Development of Dynamic Inquiry Performances Within An Open Inquiry Setting: A Comparison To Guided Inquiry Setting". *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(10), 1137-1160. <https://doi.org/10.1002/tea.20319>

Sadler, P. M., Sonnert, G., Hazari, Z. and Tai, R. (2012). "Stability and Volatility of STEM Career Interest in High School: A Gender Study". *Science Education*, 96(3), 411-427.

Sağat, E. (2019). *STEAM Temelli Fen Öğretiminin Üstün Zekâlı Ve Yetenekli Öğrencilerin STEAM Performanslarına, Tasarım Temelli Düşünme Becerilerine Ve STEAM Tutumlarına Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mersin: Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Sağdıç, M. (2019). *Rehberli Sorgulama Öğretim Modeline Göre Fen Eğitiminin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: Kuvvet Ve Enerji Ünitesi Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. <https://doi.org/10.23891/efdyyu>.

Said-Metwaly, S., Fernández-Castilla, B., Kyndt, E. and Van den Noortgate, W. (2018). "The Factor Structure of The Figural Torrance Tests of Creative Thinking: A Meta-Confirmatory Factor Analysis". *Creativity Research Journal*, 30 (4), 352-360. <https://doi.org/10.1080/10400419.2018.1535716>

Samuels, K. and Seymour, R. (2015). "The Middle School Curriculum: Engineering Anyone?". *Technology and Engineering Teacher*, 74 (6).

Sanders, J. (2009). *The God Who Risks: A Theology of Divine Providence*. Intervarsity Press.

Sanders, J. S. (2019). "National Internationalisation of Higher Education Policy in Singapore and Japan: Context and Competition". *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 49 (3), 413-429. <https://doi.org/10.1080/03057925.2018.1478997>

Saraçoğlu, M. and Kahyaoğlu, M. (2018). "Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Sorgulama Becerileri Algılarının, Merak, Motivasyon Ve Tutum Açısından İncelenmesi". *Journal of Computer and Education Research*, 6 (12), 358-376. <https://doi.org/10.18009/jcer.415181>

Sarı, U., Duygu, E., Şen, Ö. F. and Kirindi, T. (2020). "The Effects of STEM Education on Scientific Process Skills and STEM Awareness in Simulation Based Inquiry Learning Environment". *Journal of Turkish Science Education*, 17 (3), 387-405. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.47>

Sarıoğlu, A. B. and Bayırlı, M. G. (2017). "Sorgulamaya Dayalı Öğretiminin Ay'ın Evreleri Konusunda Öğrencilerin Kavramsal Anlamalarına Etkisi". *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (3), 147-154.

Sarışan Tungaç, A., Yaman, S. and Bal-Incebacak, B. (2018). "Students'views of Scientific Inquiry in a Creative Drama Activity". *Journal of Baltic Science Education*, 17 (3).

Savery, J. R. (2006). "Overview of Problem-Based Learning: Defi Nititions and Distinctions". *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>

Schank, R. C. (1983). "The Current State of AI: One Man's Opinion". *AI Magazine*, 4 (1), 3-3. <https://doi.org/10.1609/aimag.v4i1.543>

Schauble, L., Klopfer, L. E. and Raghavan, K. (1991). "Students' Transition From an Engineering Model to a Science Model of Experimentation". *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 859–882. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280904>

Schellinger, J., Mendenhall, A., Alemanne, N. D., Southerland, S. A., Sampson, V., Douglas, I. and Marty, P. F. (2017). "Doing Science" in Elementary School: Using Digital Technology to Foster The Development of Elementary Students' Understandings of Scientific Inquiry". *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4635-4649. <https://doi.org/10.12973/ejmste/77469>

Schwab, J. J. (1960). "Inquiry, The Science Teacher, And The Educator". *The School Review*, 68(2), 176 195. <https://doi.org/10.1086/442560>

Schwartz, R. S., Lederman, N. G. and Crawford, B. A. (2004). "Developing Views Of Nature Of Science In An Authentic Context: An Explicit Approach To Bridging The Gap Between

Nature Of Science And Scientific Inquiry”. Science Education, 88 (4), 610-645. <https://doi.org/10.1002/sce.10136>

Schwartz, R. and Lederman, N. (2008). “What Scientists Say: Scientists’ Views of Nature of Science and Relation to Science Context”. International Journal of Science Education, 30(6), 727-771. <https://doi.org/10.1080/09500690701490142>

Scott, C. E. (2009). A Comparative Case Study Of The Characteristics Of Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Focused High Schools. George Mason University.

Scott, G., Leritz, L. E. and Mumford, M. D. (2004). “The Effectiveness of Creativity Training: A Quantitative Review”. Creativity Research Journal, 16(4), 361-388. <https://doi.org/10.1080/10400419.2004.9650413>

Segarra, VA, Natalizio, B., Falkenberg, CV, Pulford, S. and Holmes, RM (2018). “STEAM: Sanatları Kullanarak Çok Yönlü Ve Yaratıcı Bilim İnsanları Yetiştirmek”. Mikrobiyoloji Ve Biyoloji Eğitimi Dergisi, 19 (1), 10-1128. <https://doi.org/10.14509/26842>

Setiawan, L., Heny, S. and Saputri, R. L. (2019). “Pengalaman Remaja Saat Menghadapi Manarche”. Jurnal Penelitian Keperawatan, 5(1). <https://doi.org/10.17509/jpk.v5i1.13220>

Sevilmiş, S. (2023). Argümantasyon Tabanlı STEM Uygulamalarının İlkokul Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Argümantasyon Kullanım Düzeylerine, STEM'e Yönelik Tutum Ve Algılarına, STEM Kariyerlerine İlgilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Afyon: Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Shaby, N., Staus, N., Dierking, L. D. and Falk, J. H. (2021). “Pathways of Interest and Participation: How STEM-Interested Youth Navigate A Learning Ecosystem”. Science Education, 105(4), 628-652. <https://doi.org/10.1002/sce.21683>

Shahbazloo, F. and Mirzaie, R. A. (2023). “Investigating the Effect of 5E-Based STEM Education in Solar Energy Context on Creativity and Academic Achievement of Female Junior High School Students”. Thinking Skills and Creativity, 49, 101336. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101336>

Shalley, C. E. (1995). “Effects of coaction, expected evaluation, and goal setting on creativity and productivity”. Academy of Management journal, 38 (2), 483-503. <https://doi.org/10.5465/256687>

Sharapan, H. (2012). “From STEM to STEAM: How early childhood educators can apply fred rogers' approach”. YC Young Children, 67 (1), 36.

Shen, S., Wang, S., Qi, Y., Wang, Y. and Yan, X. (2021). “Teacher Suggestion Feedback Facilitates Creativity of Students In STEAM Education”. Frontiers in Psychology, 12, 723171. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.723171>

- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M. and Ginsburg, L. (2017). “Assessing Teacher Education and Professional Development Needs for the Implementation of Integrated Approaches to STEM Education”. *International Journal of STEM Education*, 4, 1-16.
<https://doi.org/10.1186/s40594-017-0089-1>
- Shouse, A. W., Schweingruber, H. A. and Duschl, R. A. (Eds.) (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. National Academies Press.
- Siew, N. M., Amir, N. and Chong, C. L. (2015). The Perceptions of Pre-Service and In-Service Teachers Regarding A Project-Based STEM Approach To Teaching Science. *Springer Plus*, 4(8), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1074-x>
- Smith, J. and Karr-Kidwell, P. J. (2000). *The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers*.
- Song, Y. and Kong, S. C. (2014). Going Beyond Textbooks: A Study On Seamless Science Inquiry In An Upper Primary Class. *Educational Media International*, 51 (3), 226-236.
<https://doi.org/10.1080/09523987.2014.967302>
- Sousa, D. A. and Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Corwin Press.
- Soysal, M. T. (2019). 8. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Tematik Sistem Eğitimi: Deprem Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Sönmez, V., Alacapınar, F.G. (2011). *Örneklendirilmiş Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Sparkes, V. P. (2017). *STEAM Nedir?*. İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Stagg, B. C. (2020). “Meeting Linnaeus: Improving Comprehension of Biological Classification and Attitudes to Plants Using Drama in Primary Science Education”. *Research in Science and Technological Education*, 38 (3), 253-271.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1648492>
- Stagg, B. C. and Verde, M. F. (2019). “Story of a Seed: Educational Theatre Improves Students’ Comprehension Of Plant Reproduction And Attitudes To Plants In Primary Science Education”. *Research In Science and Technological Education*, 37 (1), 15-35.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1543104>
- Steele, A. and Ashworth, E. L. (2018). “Emotionality and STEAM Integrations in Teacher Education”. *Journal of Teaching and Learning*, 11 (2), 11-25.
- Sternberg, R. J. (2010). Teaching For Creativity. In R. A. Beghetto and J. C. Kaufman (Eds.), *Nurturing Creativity In The Classroom* (ss. 394–414). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511781629.020>

Stohlmann, M., Moore, T. J. and Roehrig, G. H. (2012). "Considerations for Teaching Integrated STEM Education". Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2(1), 4. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1031>

Strimel, G. and Grubbs, M. E. (2016). "Positioning Technology and Engineering Education As A Key Force In STEM Education". Journal of Technology Education, 27 (2), 21-36. <https://doi.org/10.21061/jte.v27i2.a.2>

Suduc, A. M., Bizoi, M. and Gorghiu, G. (2015). "Inquiry Based Science Learning In Primary Education". Procedia-Social and Behavioral Sciences, 205, 474-479. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.09.016>

Suescun-Florez, E., Iskander, M., Kapila, V. and Cain, R. (2013). "Geotechnical Engineering In US Elementary Schools". European Journal of Engineering Education, 38 (3), 300-315. <https://doi.org/10.1080/03043797.2013.788409>

Sumen, O. O. and Calisici, H. (2016). The Associating Abilities of Pre-Service Teachers Science Education Program Acquisitions with Engineering According to STEM Education. Journal of Education and Practice, 7 (33), 117-123.

Şahiner, D. (2022). Okul Öncesi Eğitimde STEAM Eğitim Yaklaşımından Esinlenerek 5E Öğrenme Modeli ile Fen Uygulamaları: Bir Eylem Araştırması. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Şentürk, F. K. (2017). The Effects of STEM Activities on Conceptual Understanding and Scientific Creativity in the Science Course and Student Views. Unpublished Master's Thesis. Muğla: Sıtkı Koçman University Institute of Educational Sciences.

Şimşek, P. and Kabapınar, F. (2010). "The Effects of Inquiry-Based Learning on Elementary Students' Conceptual Understanding of Matter, Scientific Process Skills and Science Attitudes". Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2 (2), 1190-1194 <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.175>

Şirin, E. (2020). Girişimcilik Odaklı STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Girişimcilik Becerilerine Ve STEM Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Tai, W. T. (2006). "Effects of training framing, general self-efficacy and training motivation on trainees training effectiveness". Personnel Review, 35 (1), 51-65. <https://doi.org/10.1108/00483480610641481>

Taljaard, J. (2016). "A review of multi-sensory technologies in a science, technology, engineering, arts and mathematics (steam) classroom". Journal of Learning Design, 9 (2), 46-55. <https://doi.org/10.5204/jld.v9i2.290>

Tashakkori, A. ve Teddlie, C. (2003). Sosyal ve Davranışsal Araştırmalarda Karma Yöntemler El Kitabı. Thousand Oaks: Adacıyı.

Tashakkori, A. and Creswell, J. W. (2007). “Exploring The Nature Of Research Questions In Mixed Methods Research”. *Journal Of Mixed Methods Research*, 1 (3), 207-211.
<https://doi.org/10.1177/1558689807301983>

Tashibekova, MH (2022). “İlkokullarda Doğa Bilimleri Öğretiminde STEAM-Yeterliliklerinin Oluşumu”. *Orta Asya Sosyal Bilimler ve Tarih Dergisi*, 3 (6), 233-238.
<https://doi.org/10.47148/ortasasbtd.1202766>

Taşçı, M. (2019). Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, STEM Tutum ve Algılarına Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi.

Tavşancıl E. (2014). Tutumların Ölçülmesi Ve SPSS İle Veri Analizi (5. baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Çınar-Temiz, B. (2016). The Effect of Teaching Based on Argumentation on Elementary School Students' Success Conceptual Understanding and Critical Thinking: Electricity on Our Lives Unit. Unpublished Phd Thesis. İstanbul: Marmara University.

Tenaglia, T. (2017). STEAM Curriculum: Arts Education as an Integral Part of Interdisciplinary Learning. Mechanicsburg: Messiah University, Graduate Education Student Scholarship.

Tezcan, M. N. (2021). Ortaöğretim 10. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Sorgulama Anlayışlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Thuneberg, H. M., Salmi, H. S. and Bogner, F. X. (2018). “How Creativity, Autonomy and Visual Reasoning Contribute To Cognitive Learning in A STEAM Hands-On Inquiry-Based Math Module”. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 153-160.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.003>

Thuneberg, H., Salmi, H. and Fenyvesi, K. (2017). “Hands-On Math and Art Exhibition Promoting Science Attitudes and Educational Plans”. *Education Research International*, 2017 (1), 9132791. <https://doi.org/10.1155/2017/9132791>

Topal, Ö. K. (2022). Ortaokul öğrencilerinin gözünden bir TÜBİTAK 4004 Projesi: Bilimleri birleştir, doğayı güzelleştir!.

Toprak Yallıhep, E., Akcay, H. and Kapıcı, H. (2021). “Impacts of Serious Games on Middle School Students Science Achievement and Attitudes Towards Science”. *International Journal of Technology in Education and Science*, 5 (2). <https://doi.org/10.46328/ijtes.179>

Toprak, E. (2023). Stem Eğitiminin İlkokul Dördüncü Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılık, Girişimcilik ve 21. Yüzyıl Öğrenme ve Yenilenme Becerileri Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Torrance, E. P. (1974). Torrance Tests of Creative Thinking. Lexington, MA: Personnel Press.

Trilling, B. and Fadel, C. (2009). 21st Century Skills: Learning For Life In Our Times. John Wiley and Sons.

Tunkham, P., Donpudsa, S. and Dornbundit, P. (2016). “Development of STEM Activities in Chemistry on “Protein” to Enhance 21 St Century Learning Skills for Senior High School Students”. Humanities, Arts and Social Sciences Studies (Former Name Silpakorn University Journal of Social Sciences, Humanities, and Arts), 217-234.

Turner, J., Lu, H., White, I., King, J. C., Phillips, T., Hosking, J. S. and Deb, P. (2016). “Absence of 21st Century Warming On Antarctic Peninsula Consistent With Natural Variability”. Nature, 535(7612), 411-415. <https://doi.org/10.1038/nature18645>

Tüccaroğlu, E. P. (2018). Canlılarda Üreme Büyüme Gelişme Ünitesinde Kullanılan Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğretimi Yaklaşımının Öğrencilerin Muhakeme Becerileri Ve Başarı Düzeylerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

TÜSİAD (2017). Türkiye’ nin sanayide dijital dönüşüm yetkinliği, Türkiye’nin 4. Sanayi Devrimi. The Boston Consulting Group. Retrieved from <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9864-tusiad-bcg-turkiye-nin-sanayide-dijitaldonusum-yetkinligi> Haziran 2023’de adresinden erişildi.

Ulusal Bilim Kurulu (National Science Board) (2018). Science and Engineering Indicators 2018 Digest. <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/nsb20181.pdf> adresinden Temmuz 2018’de erişilmiştir.

Uştu, H. (2019). İlkokul Düzeyinde Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin Uygulanması: Sınıf Öğretmenleriyle Bir Eylem Araştırması. Doktora Tezi. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Uyanık, Balat, G. ve Önkol, L. (2011). “Okul Öncesi Dönemde Fen Eğitimi Öğretim Yöntemleri”. Berrin Akman, Gül den Uyanık Balat, Tülin Güler (Ed.). Okul Öncesi Dönemde Fen Eğitimi. Ankara: Pegem Akademi.

Uz, G. Y. (2022). STEM Etkinliklerinin STEM Alanlarına Karşı Tutum, Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri, STEM Mesleklerine İlgi Ve Farkındalığa Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Ültay, N. and Ültay, E. (2020). “A Comparative Investigation of the Views of Preschool Teachers and Teacher Candidates about STEM”. Journal of Science Learning, 3 (2), 67-78. <https://doi.org/10.17509/jsl.v3i2.21688>

Ünlü, P. (2021). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Açık Uçlu Araştırma Sorgulamaya Dayalı Evde Bilim Uygulamaları İle İlgili Yansımaları. Yüksek Lisans Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Vaino, K., Vaino, T. and Ottander, C., 2018. "Designing an Ice Cream Making Device: A Design-Based Science Learning Approach". *Science Education International*, 29 (3), 149-162.

Vennix, J., den Brok, P. and Taconis, R. (2018). "Do Outreach Activities In Secondary STEM Education Motivate Students And Improve Their Attitudes Towards STEM?". *International Journal of Science Education*, 40 (11), 1263-1283. <https://doi.org/10.109500693.2018.1>

Vossen, T. E., Tigelaar, E. H., Henze, I., De Vries, M. J. and Van Driel, J. H. (2020). Student and teacher perceptions of the functions of research in the context of a design-oriented STEM module. *International Journal of Technology and Design Education*, 30 (4), 657-686. <https://doi.org/10.1080/105900693.2021.1877368>

Wallace, C. S. and Kang, N. H. (2004). "An Investigation of Experienced Secondary Science Teachers' Beliefs about Inquiry: An Examination of Competing Belief Sets". *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936-960. <https://doi.org/10.1002/tea.20032>

Walsh, E., Anders, K., Hancock, S. and Elvidge, L. (2013). "Reclaiming Creativity in the Era of Impact: Exploring Ideas about Creative Research in Science and Engineering". *Studies in Higher Education*, 38 (9), 1259-1273. <https://doi.org/10.1080/03075079.2011.620091>

Wan, Z. H., So, W. M. W. and Hu, W. (2021). "Necessary or Sufficient? The Impacts of Epistemic Beliefs on STEM Creativity and the Mediation of Intellectual Risk-Taking". *International Journal of Science Education*, 43 (5), 672-692. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1877368>

Wang, H. H. (2012). *A New Era of Science Education: Science Teachers' Perceptions and Classroom Practices of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Integration*. University Of Minnesota.

Wang, L., Malhotra, D. and Murnighan, J. K. (2011). "Economics Education And Greed". *Academy Of Management Learning and Education*, 10 (4), 643-660.

Watson, A. D. and Watson, G. H. (2013). "Transitioning STEM to STEAM: Reformation of Engineering Education". *Journal for Quality and Participation*, 36 (3), 1-5. <https://doi.org/10.5465/amle.2009.0185>

Webb, C. J. (2015). "A Review of Catalyst-Enhanced Magnesium Hydride as a Hydrogen Storage Material". *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 84, 96-106. <https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2015.04.016>

Weil, J. D. and Calhoun, E. (2009). *Model-model pembelajaran*. Bandung: Seri Manajemen Sekolah Bermutu.

Wendell, K., Connolly, K., Wright, C., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M. and Marulcu, I. (2010). AC 2010-863: Poster, Incorporating Engineering Design into Elementary School Science Curricula. *Yaş*: 15, 1.

Westbrook, R. F., Good, A. J. and Kiernan, M. J. (1997). "Microinjection of Morphine Into the Nucleus Accumbens Impairs Contextual Learning In Rats". Behavioral Neuroscience, 111 (5), 996. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0735-7044.111.5.996>

Wickson, F., Carew, A. L. and Russell, A. W. (2006). "Transdisciplinary Research: Characteristics, Quandaries and Quality". Futures, 38 (9), 1046-1059. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2006.02.011>

Wilhelm, P. and Beishuizen, J. J. (2003). Content Effects in Self-Directed Inductive Learning. Learning and Instruction, 13 (4), 381-402. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00013-0)

Winterman, B. and Malacinski, G. M. (2015). "Teaching Evidence-Based Innovation (EBI) As a Transdisciplinary Professional Skill in an Undergraduate Biology Writing Workshop". International Journal of Arts and Sciences, 8 (2), 423. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.3.354>

Wolf, M. and Laferriere, A. (2009). "Crawl Into Inquiry-Based Learning". Science Activities, 46 (3), 32-38. <https://doi.org/10.1123/jpah.6.3.354>

Woolfolk, R. L. (1998). The Cure of Souls: Science, Values, and Psychotherapy. Jossey-Bass. <https://doi.org/10.1002/tea.21592>

Wu, B., Hu, Y., Yu, X., Sun, M., Xie, H., Li, Z. and Wang, M. (2023). "How Do Secondary Students Engage In Complex Problem-Solving Processes In A STEM Project?" Knowledge Management and E-Learning, 15 (4), 506. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2023.15.506>

Wynn, T. and Harris, J. (2012). "Toward a STEM+ Arts Curriculum: Creating the Teacher Team". Art Education, 65(5), 42-47. <https://doi.org/10.1080/00043125.2012.11519191>

Wyss, V. L., Heulskamp, D. and 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. <https://doi.org/10.12973/ijese.2012.204a>

Xiang, S., Li, Y., Daker, R. J., Li, Y., Guo, X., Lei, W. and Hu, W. (2023). "Linking Creativity Anxiety to Two Creative Cognitive Styles through Creative Self-Efficacy and Novelty Seeking". Creativity Research Journal, 1-15. <https://doi.org/10.1080/10400419.2023.2275981>

Xiang, S., Li, Y., Yang, W., Ye, C., Li, M., Dou, S. and Hu, W. (2024). "The Interplay Between Scientific Motivation, Creative Process Engagement, and Scientific Creativity: A Network Analysis Study". Learning and Individual Differences, 109, 102385. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102385>

Yakman, G. (2007). STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education. Intellectual Property.

Yakman, G. (2008). STΣ@M education: An overview of creating a model of integrative education. In PATT-19: Pupils' attitudes towards technology conference: Research on

technology, innovation, design and engineering teaching (pp. 335–358). Salt Lake City, UT: PATT-19 Conference.

Yakman, G. (2008, February). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. In M. J. de Vries (Ed.), PATT-17 and PATT-19 proceedings (ss. 335–358). Reston, VA: ITEEA.

Yakman, G. and Lee, H. (2012). “Exploring the Exemplary STEAM Education in the US as A Practical Educational Framework for Korea”. Journal of the Korean Association for Science Education, 32 (6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>

Yakman, G. and Kim, J. (2007, October). Using BADUK to Teach Purposefully Integrated STEM/STEAM Education. In 37th Annual Conference International Society For Exploring Teaching And Learning, Atlanta, USA.

Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S. (2014). “5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri İle Fene Karşı Tutumlarına FETEMM Etkinliklerinin Etkisi”. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34 (2), 249-265. <https://doi.org/10.17152/gefd.15192>

Yaşar, Ş., Baker, D., Robinson-Kurpius, S., Krause, S. and Roberts, C. (2006). “Development of a Survey to Assess K-12 Teachers' Perceptions of Engineers and Familiarity With Teaching Design, Engineering, and Technology”. Journal of Engineering Education, 95 (3), 205-216. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00893.x>

Yazici, Y. Y. (2019). 6E Öğrenme Modeline Dayalı FETEMM Eğitiminin Girişimcilik, Tutum, Meslek İlgisine Etkisi Ve Öğrenci Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yenilmez, K. ve Yolcu, B. (2007). Öğretmen Davranışlarının Yaratıcı Düşünme Becerilerinin Gelişimine Katkısı. Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9 (18), 95-105.

Yeşildağ-Hasançebi, F. ve Günel, M. (2013). Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımının Dezavantajlı Öğrencilerin Fen Bilgisi Başarılarına Etkisi. İlköğretim Online, 12(4), 1056-1073.

Yetkin, N. ve Aküzüm, C. (2022). “İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Öğrenme Anlayışları ve STEM Eğitime Yönelik Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi”. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 11(1), 744-769. <https://doi.org/10.15869/itobiad.951520>

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (6. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, A.; Şimşek, H. (2005). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara. Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B. (2019). “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitiminde Biyomimikri Uygulamalarına Yönelik Görüşleri”. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39(1), 63-90. <https://doi.org/10.17152/geziefd.473017>

Yıldırım, H. İ. ve Kansız, F. (2018). “Ortaokul Öğrencilerinin Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyonları Üzerine Bir Araştırma”. Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 7(3), 241-268. <https://doi.org/10.30703/cije.423973>

Yıldırım, İ. (2021). Fen-Teknoloji-Mühendislik-Sanat-Matematik (STEAM) Yaklaşımının 7. Sınıf Karışımlar Ve Karışımların Ayrılması Konularının Öğretiminde Etkinliği. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kilis: 7 Aralık Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı.

Yıldırım, M. ve Altan, S. T. (2017). “Araştırma ve Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının İlkokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi”. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14 (38), 71-89. <https://doi.org/10.16992/mkufebd.30676>

Yılmaz, G. (2023). Okul Öncesi Eğitimde STEM Yaklaşımının Kullanımı: Oyun Temelli Mühendislik Tasarım Uygulamaları. Doktora Tezi. Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Yılmaz, K. G. (2019). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (STEM) Alanlarına Yönelik İlgi Düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi. Bartın: Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Young, A. T. and Pearson, G. (Eds.) (2002). Technically Speaking: Why All Americans Need To Know More About Technology. National Academies Press.

Yüzgeç, S. (2021). Stem Temelli Etkinliklerle Astronomi Öğretiminin Astronomi Tutumuna Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Malatya: İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Zafer Tangülü-Rabia Kübra Deniz (2022). Türkiye’de Yaşam Boyu Öğrenme Alanında Yapılan Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi. Kesit Akademi

Zarske, M. S., Vadeen, M. L., Tsai, J. Y., Sullivan, J. F. and Carlson, D. W. (2017). “Undergraduate Engineers And Teachers: Can Students Be Both?”. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 7 (1), 3. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1093>

Zeka, Ç. B. Y. Yürümezoğlu, K. ve Karabey, B. (2020). “Çocuklarda Bilim Yoluyla Zeka ve Yetenek Gelişimini Desteklemek”. Yeni Türkiye Dergisi, 116, 257-265. <https://www.yeniturkiye.com/display.asp?c=1161>

Zeldin, A. L., Britner, S. L. and Pajares, F. (2008). A Comparative Study of the Self-Efficacy Beliefs of Successful Men and Women in Mathematics, Science, and Technology Careers. Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National

Association for Research in Science Teaching, 45(9), 1036-1058.
<https://doi.org/10.1002/tea.20204>

Zhang, X. and Bartol, K. M. (2010). "Linking Empowering Leadership and Employee Creativity: The Influence of Psychological Empowerment, Intrinsic Motivation, and Creative Process Engagement". *Academy of Management Journal*, 53 (1), 107-128.
<https://doi.org/10.5465/amj.2010.4803711>

Zhou, Z., Akinbiyi, T., Xu, L., Ramcharan, M., Leong, D. J., Ros, S. J. and Sun, H. B. (2010). Tendon-Derived STEM/Progenitor Cell Aging: Defective Self-Renewal and Altered Fate. *Aging Cell*, 9 (5), 911-915. <https://doi.org/10.1111/j.1474-9726.2010.00616.x>

Zohar, A. and Nemet, F. (2002). "Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills through Dilemmas in Human Genetics". *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39 (1), 35-62. <https://doi.org/10.1002/tea.10008>

EK-3. Veli Onay Formu

ADİYAMAN ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU

VELİ ONAY FORMU

Sayın Veli,

Bu çalışma, Adıyaman Üniversitesi Eğitim Fakültesinde görev yapan sorumlu araştırmacı Doç. Dr. Ümit DURUK ile Yavuzeli İmam Hatip Ortaokulunda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapan Tuba ÇİFTÇİ tarafından yürütülmektedir. Bu araştırmanın amacı bilimsel sorgulamaya dayalı STEAM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, meslek tercihlerine, STEAM tutumlarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin belirlemektir. Bu çalışmaya çocuğunuzun katılımı mevcut fen bilimleri dersinin 8 haftasını kapsayacak şekilde 4 saat kadar zamanınızı alacak şekilde uygulama yürütülecektir. Katılım tamamen gönüllülük temeline dayanmaktadır. Sizden kimlik belirleyici hiçbir bilgi talep edilmeyecektir. Veli onayı yanı sıra çalışma öncesinde çocuğunuzun da sözlü olarak rızası alınacaktır. Cevaplar gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Elde edilen bilgiler sadece bilimsel yayınlarda kullanılacaktır.

Çocuğunuzun psikolojik gelişimine hiçbir olumsuz etkisi olmayan ve kişisel rahatsızlık verecek unsurlar içermeyen sorular kapsamında sorulardan ya da herhangi bir nedenden dolayı hoşnutsuzluk hissetmesi durumunda çocuğunuz uygulamadan ayrılabilir. Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak ve sorularınız için sorumlu araştırmacı Tuba ÇİFTÇİ (Yavuzeli İmam Hatip Ortaokulu, [redacted]@gmail.com) ile iletişim kurabilirsiniz. Çocuğunuzun bu çalışmaya katılımı ile ilgili lütfen aşağıdaki seçeneklerden size uygun olanını imzalayıp çocuğunuz ile okula gönderiniz.

Katkılarınız için teşekkür ederiz.

SORUMLU ARAŞTIRMACI

ADI SOYADI Tuba ÇİFTÇİ	TARİH 23.12.2022	İMZA 

Bu çalışmaya velisi bulunduğum Mehmet Emin KENDİRCİ gönüllü olarak kabul ediyorum/ kabul etmiyorum.

VELİ

ADI SOYADI FATMA KENDİRCİ	TARİH 23.12.2022	İMZA 

EK-4. Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi

1) Bir öğrenci hazırladığı siyah ve beyaz renkli karton kutulara özdeş buz kalıplarından birer tane yerleştiriyor. Kutuları eşit şekilde güneş ışığı alabilecekleri bir yere bırakıyor. Öğrenci deneyin sonunda beyaz renkli kutudaki buzun siyah renkli kutudaki buzdan daha uzun sürede eridiğini gözlemliyor.

Yalnız bu gözlemlerden yola çıkarak öğrencinin yaptığı aşağıdaki açıklamalardan hangisi doğrudur?

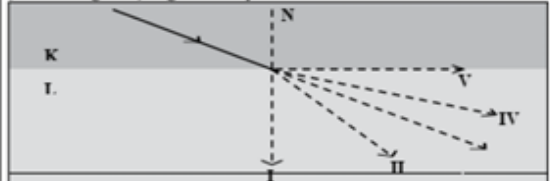
- A) Yalnız siyah renkli kutuda ışık soğurulmuştur.
- B) Yalnız beyaz renkli kutuda ışık soğurulmuştur.
- C) Her iki kutuda da ışık soğurulmuştur.
- D) Her iki kutuda da ışık soğurulmamıştır.

2) Işık ışınları farklı renkteki yüzeylerden tarafından farklı miktarda soğurulur mu? Sorusuna cevap arayan bir öğrenci yandaki gibi siyah bir karton üzerine el feneri ile 10 dakika ışık tutarak karton üzerindeki sıcaklık artışını gözlem yapabileceği bir deney düzeneği hazırlıyor.

Öğrencinin amacına ulaşabilmesi için hangi düzeneğini yukarıdaki düzenekle birlikte kullanmalıdır?

- A)  Kırmızı kartonu 2 el feneri ile 20 dk ışık altında tutmak
- B)  Açık mavi kartonu tek el feneri ile 20 dk ışık altında tutmak
- C)  Gri kartonu 2 el feneri ile 20 dk ışık altında tutmak
- D)  Beyaz kartonu tek el feneri ile 10 dk ışık altında tutmak

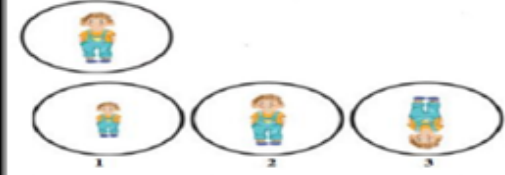
3) K saydam ortamından L saydam ortamı yüzeyine şekildeki gibi ışık gönderiliyor.



K ortamının yoğunluğu, L ortamının yoğunluğundan büyük olduğuna göre ışık I, II, III, IV ve V numaralı yollardan hangilerini izleyebilir?

- A) I veya II.
- B) II veya III.
- C) I veya V.
- D) IV veya V.

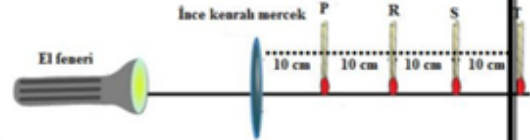
4)



Ali' nin 1, 2 ve 3 nolu aynalardaki görüntüsü şekildeki gibidir. Buna göre Ali' nin kullandığı aynalar aşağıdakilerden hangisi olabilir?

1	2	3
A) Düz ayna	Tümsek ayna	Çukur ayna
B) Düz ayna	Çukur ayna	Tümsek ayna
C) Çukur ayna	Tümsek ayna	Düz ayna
D) Tümsek ayna	Düz ayna	Çukur ayna

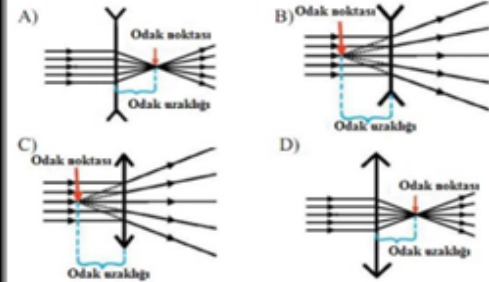
5)



İnce kenarlı mercek, fener ve kibritle yapılan şekildeki düzenekte sadece S kibriti alev alıyor. Bu merceğin odak noktası kaç cm dir?

- A) 10
- B) 20
- C) 30
- D) 40

6) İnce kenarlı mercekte asal eksene paralel gelen ışık ışınları odak noktasından geçecek şekilde kırılır. Aşağıdakilerden hangisi bu ifadeyi açıklamaktadır?



7)

- ★ Diş hekimlerinin diş muayenesinde kullandıkları ayna
- ▲ Periskop yapımında kullanılan ayna
- Güneş fırını yapımında kullanılan ayna
- Araba farları ve el feneri yapımında kullanılan ayna

Yukarıda kullanım alanları verilen aynalardan hangisi diğer üçünden farklıdır?

- A) 
- B) 
- C) 
- D) 

8)



Yukarıda verilenlerden hangilerinde beyaz ışığı oluşturan renkler görülebilir?

- A) I ve II B) I ve III
C) II ve III D) I, II ve III

9)



Yukarıdaki şemada boş olan kutulara hangisinin yazılması uygun değildir?

- A) Antikacı B) Otomobil tamircisi
C) Saat tamircisi D) Kuyumcu

10)

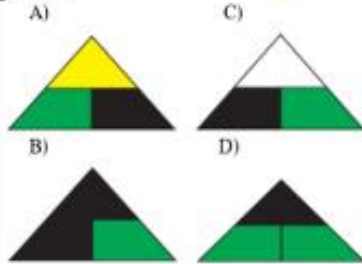
Aynalar	: ●, ▲, ●
Küresel Aynalar	: ▲, ●

Aynaların kullanım alanları ile ilgili hangisi doğrudur?

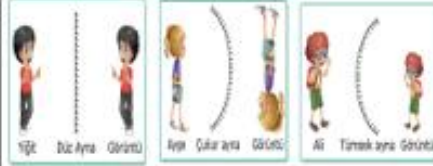
- A) ☐ Otomobil yan aynası ☐ Periskop ☐ Makyaj aynası
B) ☐ Tepegöz ☐ Dışçı aynası ☐ El feneri aynası
C) ☐ Periskop ☐ Makyaj aynası ☐ Otomobil yan aynası
D) ☐ Projeksiyon ☐ Güneş ocaklı aynası ☐ Periskop

11)

Yandaki üçgen beyaz ışık altında şekildeki gibi görünmektedir. Aynı üçgen yeşil ışık altında aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?



12)



Yukarıdaki öğrencilerden hangisi ya da hangilerinin görüntüsü doğrudur?

- A) Yiğit-Ayşe C) Yiğit-Ali
B) Ayşe-Ali D) Yiğit-Ayşe-Ali

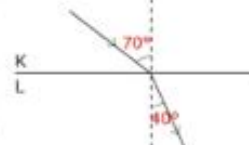
13)

- I. Evlere sıcak su temininde
II. Deniz suyunun damıtılarak içme suyu elde edilmesinde
III. Böbrek taşlarının kırılmasında
IV. Güneş ocaklarında yemek pişirilmesinde

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri Güneş enerjisi kullanılarak yapılan yeniliklerdendir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I, II ve III D) I, II ve IV

14) K ortamından L ortamına gönderilen ışık ışını ile ilgili aşağıdaki sorular sorulmuştur. Yandaki şekle bakılarak hangi soruya cevap verilemez?



- A) Gelme ve yansıma açısı kaç derecedir?
B) K ve L ortamlarının yoğunlukları arası ilişki nasıldır?
C) Işığın rengi farklı olsaydı kırılma nasıl değişirdi?
D) Işığın sürati hangi ortamda daha fazladır?

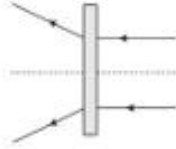
15) İçinde ayna bulunan, dış yüzeyinde ise aynanın ve oluşturduğu görüntünün belli özellikleri yazılı K, L ve M kutuları şekildeki gibidir.

K	Oluşturduğu görüntü : Düz Görüntü boyu : Her durumda cisimden küçük Kullandığı yer : Otomobil yan aynaları
L	Oluşturduğu görüntü : Düz Görüntü boyu : Cismin boyuna eşit Kullandığı yer : Ev ve berber salonları
M	Oluşturduğu görüntü : Düz veya ters Görüntü boyu : Cisimden küçük, büyük veya eşit Kullandığı yer : Makyaj aynaları

Buna göre kutu içindeki aynaların cinsi, aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

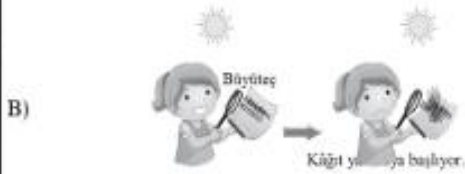
K	L	M
A) Tümsek	Çukur	Düz
B) Çukur	Düz	Tümsek
C) Tümsek	Düz	Çukur
D) Düz	Tümsek	Çukur

16) Şekilde kartonun arkasına yerleştirilmiş bir mercekte kırılan ışık ışınlarının izlediği yol modellenmiştir.

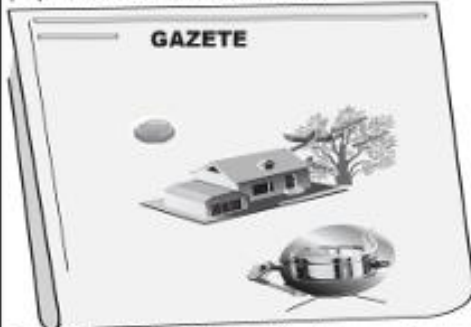


Karton

Aşağıda verilen durumların hangisinde şekildedeki gibi bir mercekle bulunmaktadır?



17) Aşağıdaki haberi gazeteden kesip alan Metin, buna proje çalışmasında örnek olarak kullanacaktır.

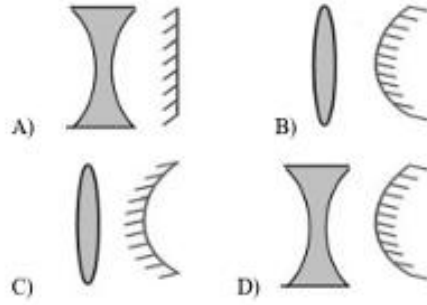


Gazete haberinde Bir bölgede kullanılmayan çanak antenleri Güneş enerjisi ile çalışan ocak haline getirildi.

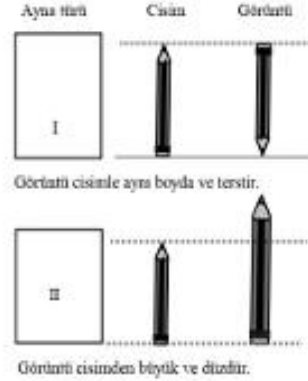
Metin'in proje çalışmasının konusu aşağıdakilerden hangisi olamaz?

- A) Kullanılmış malzemenin farklı bir amaçla tekrar kullanılması
- B) Çevreye atık bırakmadan enerji elde edilmesi
- C) Güneş enerjisinin günlük hayatta kullanımı
- D) Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi

18) Cüneyt ve Kemal ayna ve mercekleri kullanarak gökyüzünü gözlemleyebilecek bir gözlem aracı tasarlamak istemektedirler. Cüneyt ve Kemal yaptıkları araştırma sonucunda gözlem aracının yapımında ışığı toplayan maddeler kullanması gerektiğini sonucuna ulaşmışlardır. Buna göre bu öğrenciler hangi optik araçları kullanabilir?



19) Bir kalemin iki aynada oluşan görüntüleri şekilde verilmiştir.



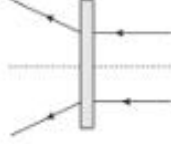
Buna göre, I ve II yerinde hangi aynalar olabilir?

	I	II
A) Çukur	Tümsek	
B) Çukur	Çukur	
C) Tümsek	Düz	
D) Çukur	Düz	

20) Bir gazete haberine göre, güneş enerjisiyle çalışan otomobillerin sayısı hızla artmaktadır. Bu durum devam ederse aşağıdakilerden hangisinin olması beklenir?

- A) Fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanan hava kirliliğinin azalması
- B) Kalıcı kirlilik yapan atık çeşitlerinin artması
- C) Havadaki oksijen oranının azalması
- D) Asit yağmurlarının artması

16) Şekilde kartonun arkasına yerleştirilmiş bir mercekte kırılan ışık ışınlarının izlediği yol modellenmiştir.



Karton

Aşağıda verilen durumların hangisinde şekildedeki gibi bir mercekle bulunmaktadır?

A)

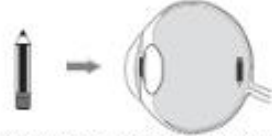


B)



C)

D)



17) Aşağıdaki haberi gazeteden kesip alan Metin, bunu proje çalışmasında örnek olarak kullanacaktır.

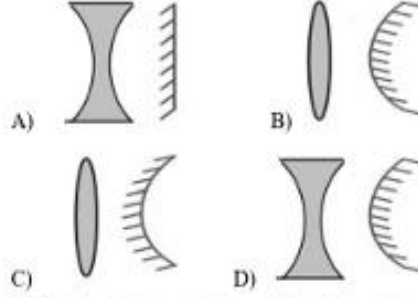


Gazete haberinde Bir bölgede kullanılmayan çanak antenleri Güneş enerjisi ile çalışan ocak haline getirildi.

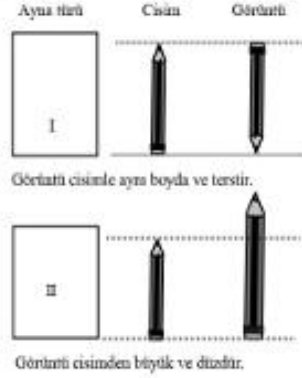
Metin'in proje çalışmasının konusu aşağıdakilerden hangisi olamaz?

- A) Kullanılmış malzemenin farklı bir amaçla tekrar kullanılması
- B) Çevreye atık bırakmadan enerji elde edilmesi
- C) Güneş enerjisinin günlük hayatta kullanımı
- D) Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi

18) Cüneyt ve Kemal ayna ve mercekleri kullanarak gökyüzünü gözlemleyebilecek bir gözlem aracı tasarlamak istemektedirler. Cüneyt ve Kemal yaptıkları araştırma sonucunda gözlem aracının yapımında ışığı toplayan maddeler kullanması gerektiğini sonucuna ulaşmışlardır. Buna göre bu öğrenciler hangi optik araçları kullanabilir?



19) Bir kalemin iki aynada oluşan görüntüleri şekilde verilmiştir.



Buna göre, I ve II yerinde hangi aynalar olabilir?

	I	II
A)	Çukur	Tümsek
B)	Çukur	Çukur
C)	Tümsek	Düz
D)	Çukur	Düz

20) Bir gazete haberine göre, güneş enerjisiyle çalışan otomobillerin sayısı hızla artmaktadır. Bu durum devam ederse aşağıdakilerden hangisinin olması beklenir?

- A) Fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanan hava kirliliğinin azalması
- B) Kalıcı kirlilik yapan atık çeşitlerinin artması
- C) Havadaki oksijen oranının azalması
- D) Asit yağmurlarının artması

EK-6. Bilimsel Sorgulamaya İlişkin Görüşler Ölçeği

Bilimsel Sorgulama Süreci Hakkında Görüşler

Ad-Soyad

Cinsiyet

Doğum yılı

Sınıf

Tarih

Okul Adı

*Aşağıdaki sorular, bilim ve bilimsel araştırmalar hakkındaki görüşleriniz ile ilgilidir.
Soruların doğru ya da yanlış cevapları yoktur.*

Lütfen her soruya cevap veriniz. Soruların altında yer alan boşlukları ve ihtiyaç duyarsanız arka sayfaları cevaplarınızı yazmak için kullanabilirsiniz.

Kuşlarla ilgilenen bir kişi, farklı yiyecekler ile beslenen yüzlerce değişik kuş çeşidini incelemiştir. Bu sırada benzer yiyecekler ile beslenen kuşların benzer gaga şekillerine sahip olma eğiliminde olduklarını fark etmiştir. Örneğin sert kabuklu yemişlerle beslenen kuşların kısa ve güçlü gagaları, böceklerle beslenenlerin ise uzun ve ince gagaları vardır. Kuşların gaga şekilleri ile beslendikleri yiyecek türleri arasında ilişki olup olmadığını merak eden araştırmacı, bu soruya cevap vermek için veri toplamaya başlamıştır. Araştırmacı kuşların gaga şekilleri ile beslendikleri yiyecek türleri arasında bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır.

- a. Bu kişinin yaptığı araştırmanın bilimsel olduğunu düşünüyor musunuz?
Lütfen verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

- b. Bu kişinin yaptığı araştırmanın bir deney olduğunu düşünüyor musunuz?
Lütfen verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

- c. Sizce bilimsel araştırmalar birden fazla yöntem takip edebilir mi?

Eğer cevabınız hayır ise, lütfen bilimsel araştırma yapmak için neden sadece bir yöntem olduğunu açıklayınız.

Eğer cevabınız evet ise, lütfen farklı bilimsel yöntemleri takip eden iki araştırmayı tarif ediniz, bu yöntemlerin nasıl farklılaştığını ve ikisinin de neden hala bilimsel sayılabileceğini açıklayınız.

2. İki öğrenciye, bilimsel araştırmaların her zaman bilimsel bir soru ile başlamak zorunda olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilerden biri “evet”, diğeri ise “hayır” yanıtı vermiştir. Siz hangi öğrenciye katılıyorsunuz, neden?

3. (a) Eğer farklı bilim adamları **aynı soruyu** sorup, veri toplamak için **aynı süreçleri** takip ediyorsa, araştırma sonunda *aynı sonuçlara* ulaşmaları gerekir mi? Lütfen verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

- (b) Eğer farklı bilim adamları **aynı soruyu** sorup, veri toplamak için **farklı süreçleri** takip ediyorsa, araştırma sonunda *aynı sonuçlara* ulaşmaları gerekir mi? Lütfen verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

4. “Veri” ve “delil” birbirinden farklı mıdır? Lütfen açıklayınız.

5. İki grup bilim insanı bir gün laboratuvarlarına doğru yürürken lastiği patlamış bir arabanın çekildiğini gördüler. Hepsinin aklına “Belirli markalara ait lastiklerin patlama olasılıkları daha yüksek midir?” sorusu geldi.

A araştırma grubu laboratuvara gittiklerinde farklı markalara ait lastiklerin performansını tek bir yol yüzey tipinde test ettiler.

B araştırma grubu laboratuvara gittiklerinde bir markaya ait lastiği üç farklı yol yüzey tipinde test ettiler.

Hangi grubun izlediği araştırma sürecinin neden diğerinden daha iyi olduğunu açıklayınız



6. Aşağıda veri tablosu, bitkinin bir hafta sürecindeki büyüme miktarı ile o hafta içerisinde maruz kaldığı günlük ışık süresi arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Bir günde alınan ışık süresi (dk.)	Bitkinin bir haftalık büyümesi/uzaması (cm)
0	25
5	20
10	15
15	5
20	10
25	0

Bu verilerden yola çıkarak, aşağıda verilen sonuçlardan hangisine katıldığınızı ve bunun nedenini açıklayınız.

Lütfen birini daire içine alınız:

- a) Bitkiler **daha fazla** gün ışığı aldıklarında daha çok uzarlar.
- b) Bitkiler **daha az** gün ışığı aldıklarında daha çok uzarlar.
- c) Bitkilerin büyümesi gün ışığı ile ilişkili değildir.

Lütfen seçtiğiniz sonucu açıklayınız.

Çünkü bir bitkinin oksijeni az olduğunda daha çok boyu uzar.

7. Bir grup bilim insanı tarafından fosilleşmiş dinazor kemikleri bulunmuştur. Bilim insanları, kemikleri olası iki farklı şekilde birleştirmişlerdir.

İskelet 1



İskelet 2



- a) Sizce niçin bilim insanlarının çoğu İskelet 1 de gösterilen kemiklerin yerleştirilme şeklinin uygun pozisyonda olduğunu düşünmektedir. en az iki sebep ortaya koyarak açıklayınız.
- b) Üstteki soruya verdiğiniz cevabı düşünerek, bilim insanları vardıkları sonuçları (çıkarımlarını) açıklamak için ne tür bilgiler kullanırlar?

EK-8. STEAM Algı Ölçeği

Bu ölçek sizin STEAM disiplin alanlarına yönelik algılarınızı değerlendirmek için hazırlanmıştır. Yanıtlarınız gizli tutulacaktır.

Talimat: Her sıfat çifti arasındaki satırda nasıl hissettiğinizi belirten size en uygun bir daireyi işaretleyiniz. Cevap verirken çok fazla düşünmeden ilk izleniminize göre yanıt veriniz.

Benim için Fen:

1	Etkileyici	1	2	3	4	5	6	7	Sıradan
2	Cazip	1	2	3	4	5	6	7	Cazip değil
3	Heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	Heyecansız
4	Hiçbir anlamı yok	1	2	3	4	5	6	7	Birçok anlamı var
5	Sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	İlginç

Benim için Matematik:

1	Sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	İlginç
2	Cazip	1	2	3	4	5	6	7	Cazip değil
3	Etkileyici	1	2	3	4	5	6	7	Sıradan
4	Heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	Heyecansız
5	Hiçbir anlamı yok	1	2	3	4	5	6	7	Birçok anlamı var

Benim için Mühendislik:

1	Cazip	1	2	3	4	5	6	7	Cazip değil
2	Etkileyici	1	2	3	4	5	6	7	Sıradan
3	Hiçbir anlamı yok	1	2	3	4	5	6	7	Birçok anlamı var
4	Heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	Heyecansız
5	Sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	İlginç

Benim için Teknoloji:

1	Cazip	1	2	3	4	5	6	7	Cazip değil
2	Hiçbir anlamı yok	1	2	3	4	5	6	7	Birçok anlamı var
3	Sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	İlginç
4	Heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	Heyecansız
5	Etkileyici	1	2	3	4	5	6	7	Sıradan

Benim için Sanat:

1	Cazip	1	2	3	4	5	6	7	Cazip değil
2	Hiçbir anlamı yok	1	2	3	4	5	6	7	Birçok anlamı var
3	Sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	İlginç
4	Heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	Heyecansız
5	Etkileyici	1	2	3	4	5	6	7	Sıradan

Benim için fen, teknoloji, mühendislik veya matematik alanlarında bir kariyer:

1	Hiçbir anlamı yok	1	2	3	4	5	6	7	Birçok anlamı var
2	Sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	İlginç
3	Heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	Heyecansız
4	Etkileyici	1	2	3	4	5	6	7	Sıradan
5	Cazip	1	2	3	4	5	6	7	Cazip değil

EK-9. STEAM Tutum Ölçeği

MATEMATİK					
	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1. Matematik benim en kötü olduğum derstir.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Matematiğin kullanıldığı bir kariyer 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 Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1. Fen ile ilgilenirken kendimden emin davranıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Fen üzerine bir kariyer yapmayı düşünebilirim.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Okuldan mezun olduğumda fen'i kullanmayı umut ediyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Fen konusunda bilgili olmam benim hayatımı kazanmama yardım edecek.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Gelecekteki çalışmalarım için fene ihtiyacım olacak.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Feni 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					
	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
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 ve yapılar tasarlamak gelecekteki çalışmalarım için önemli olacak.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Elektronik eşyaların nasıl çalıştığı konusunda meraklıyım.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Yaratıcılık ve yeniliği gelecekteki çalışmalarında kullanmak isterim.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Matematik ve Fen'i birlikte nasıl kullanacağımı bilmek bana kullanışlı şeyler icat etme şansı tanıyacak.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Mühendislik konusunda başarılı bir kariyere sahip olabileceğime inanıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
21. YÜZYIL YETENEKLERİ					
	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
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. Akranlarımdan 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.	☐	☐	☐	☐	☐

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
8. Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğime inanıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Kendi başıma çalışırken zamanımı akılcıca yönetebileceğimden eminim.	☐	☐	☐	☐	☐
10. Yapmam gereken görevler olduğunda hangilerinin önce yapılması gerektiğini seçebilirim.	☐	☐	☐	☐	☐
11. Farklı altyapılara sahip olan öğrencilerle iyi bir şekilde çalışabileceğimden eminim.	☐	☐	☐	☐	☐



SANAT					
	Kesinlikle Katlıyorum	Katlıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1. Sanatsal konularla ilgili sohbet etmekten hoşlanırım.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Sanat herkes için gerekli bir şeydir.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Zeki insanların sanatsal bir yönlerinin olduğunu düşünürüm.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Sanat yoluyla yaratıcılığımızın gelişeceğini düşünürüm.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Sanat eserlerinin insanda güzel duygular uyandırdığına inanırım.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Sanatı kendimi özgürce ifade edebileceğim bir alan olarak görürüm.	☐	☐	☐	☐	☐
7. İnsanlığın gelişiminde sanatın büyük katkısı olduğunu düşünürüm.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Sanatla ilgilenen bireyin çevresine karşı duyarlılık kazanacağını düşünmekteyim.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Sanatsal çalışmalarla kendimi daha iyi ifade edebildiğimi düşünürüm.	☐	☐	☐	☐	☐
10.Sanata toplumumuzda gereken önemin verilmediğini düşünmekteyim.	☐	☐	☐	☐	☐
11.Sanat kültürel değerlerimizin bir parçasıdır.	☐	☐	☐	☐	☐
12.Toplumların gelişmişlik düzeylerinin sanata verdikleri değerle doğru orantılı olarak artacağına inanmaktayım.	☐	☐	☐	☐	☐
13.Sanat eğitimi derslerine büyük bir hevesle katılırım.	☐	☐	☐	☐	☐
14.Sanat derslerinin ders sürelerinin uzatılmasını isterim.	☐	☐	☐	☐	☐
15.Sanat derslerinde ilgim çabuk dağılır.	☐	☐	☐	☐	☐
16.Kendimi yeteneksiz hissettiğim için sanatsal çalışmalar yapmamayı tercih ederim.	☐	☐	☐	☐	☐
17.Galeri ve müze gibi sanat eserlerinin sergilendiği ortamlarda bulunmaktan keyif alırım.	☐	☐	☐	☐	☐
18.Yaptığım sanatsal çalışmaların bir gün müze ya da galeride sergilenmesini hayal ederim.	☐	☐	☐	☐	☐
19.Kendimi gelecekte ünlü bir sanatçı olarak görmeyi çok isterim.	☐	☐	☐	☐	☐
20.Sinemaya gitmeyi severim.	☐	☐	☐	☐	☐
21.Konserler bana sıkıcı gelir.	☐	☐	☐	☐	☐

EK-10. Bilimsel Yaratıcılık Rubriği



“GÜNEŞ FIRINIMI TASARLIYORUM” ETKİNLİĞİ BİLİMSSEL YARATICILIK RUBRİĞİ

Düşünce Katmanları	Görevin Bileşenleri	
1.Farkındalık	Tasarımın çizimini yapınız. Tasarımın temel bileşenlerini yazınız.	10p 5-5
2.Gözlem	Güneş fırını yaptığınız tabakları pişirdi mi? Yaptığınız tasarımın çalışma sistemini ve sağladığı kolaylığı anlatınız.	20p
3.Strateji	Tasarımınızda hangi malzemeleri kullandınız, nedenlerini açıklayınız? Tasarımınızı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdiniz? Tasarımınızı nasıl test ettiniz? Nasıl sonuçlara ulaştınız? Tasarımı gerçekleştirirken minimum maliyet yüksek kalite beklentisi doğrultusunda maliyet hesabı yapınız. Diğer grupların tasarımları ile kendi grubunuzun tasarımını karşılaştırınız. Her birine göre eksik veya üstün yönlerini açıklayınız.	30 p 5-5-5-10-5
4. Yansıtma	Hayal ettiğiniz tasarıma ulaşabildiniz mi? Açıklayınız. Geliştirme sürecindeki başarılarınız ve karşılaştığınız zorlukları açıklayınız. Tasarımınızı en baştan yaptığınızı düşünseniz planlama ve uygulaması için hangi önerilerde bulunursunuz?	40p 10-10-20

EK-11. Ürün Değerlendirme Rubriği



KRİTERLER	Çok zayıf (1)	Zayıf(2)	Orta (3)	İyi (4)	Çok iyi (5)
Tasarımın amaca uygunluğu					
Tasarımın orijinallliği					
Tasarımın işlevselliği					
Tasarımın görsel kalitesi					
Tasarımın <u>kriterlere (koşullara) uygunluğu</u>					



EK-13. Mesleki İlgi Envanteri

MESLEKİ İLGİ ENVANTERİ

Açıklama: Bu bir mesleki ilgi envanteridir. İlgi envanterleri genellikle iş, meslek ve çeşitli sosyal ve kültürel etkinliklere karşı bireylerin ilgilerini ölçmek amacıyla hazırlanmaktadır. Bu envanter sizi değerlendirmeyi amaçlayan bir test olmadığı için önceden belirlenmiş doğru veya yanlış cevapları yoktur. Sizden istenen; ifadeleri dikkatlice okuyup, bu ifadelerin size ne kadar uygun olduğunu, sizin durumunuzu ne ölçüde yansıttığını belirtmenizdir.



Halkla İlişkiler Uzmanları



Kütüphaneci



Otomobil Tamircisi



Sosyal Hizmet Uzmanları



Psikolojik Danışman



Daktilograf



Pazarlamacı



Maden Mühendisi



Endüstri Mühendisi



Muhasebeci



Menajer



Astronot



Biyolog



Öğretmen



Makine Mühendisi



Banka Veznedarı



Postacı



Beden Eğitimi Öğretmeni



Hemşire



Tiyatro Sanatçısı



Çevre Mühendisi



Satış Elemanı



Dekoratör



Politikacı



Genetikçi



Mimar



Ressam



Yazar



Kimyager



Psikolog



Komisyoncu



Doktor



Müzisyen



Avukat



Antropolog



GEMİ KAPTANI

Gelecekte öncelikle olmak istediğiniz üç meslek nedir?

1.
2.
3.

Bu meslekleri seçmenizin nedenlerini yazınız.

Olmak istemediğiniz meslekler hangileridir? Nedenlerini yazınız.



EK-14. Görüşme Soruları

STEAM ETKİNLİKLERİ GÖRÜŞME SORULARI

1. Sizinle birlikte konu alanına uygun STEAM etkinlikleri gerçekleştirdik. Bu etkinliklerin size ne gibi katkısı oldu?
2. STEAM etkinliklerinin daha önceki derslerden farklı yönleri nelerdir? Uyguladığınız etkinliklerde sevdiğiniz veya sevmediğiniz yönler nelerdir? Açıklayınız.
3. Bu etkinliklerin Fen Bilimleri dersini sevmene katkısı oldu mu? Açıklayınız.
4. Bu etkinliklerin Fen Bilimleri dersindeki başarınıza etkisi oldu mu? Nedeniyle birlikte açıklayınız.
5. Gerçekleştirilen STEAM etkinliklerini üç kelime ile tanımlar mısınız?
6. Gerçekleştirilen STEAM etkinlikleri sonrasında hangi becerilerinin geliştiğini düşünüyorsunuz?



EK-15. Bilimsel Sorgulamaya Dayalı STEAM Ders Modülleri

SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME İLE STEAM ETKİNLİK PLANI-1 GÜNEŞ OCAĞI	
Etkinliğin Adı: Güneş Fırını Tasarlayalım	Etkinliğin Konusu: Işığın Soğurulması
Etkinlik Düzeyi: 7. Sınıf	Etkinliğin Süresi: 6 ders saati
I.BÖLÜM	
Etkinlikle İlişkili MEB Kazanımları	Fen Bilimleri: F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder. F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir. Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır. F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır. Matematik: M.7.4.1.1. Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar. Görsel Sanatlar: G.7.1.1. Görsel sanat çalışmalarını oluşturmak için araştırmaya dayalı uygulama sürecinin basamaklarını eskiz defterinde gösterir. G.7.1.6. Gözleme dayalı çizimler yapar. Teknoloji ve Tasarım: TT. 7. A. 1. 1. Teknoloji ve tasarım ile ilişkili kavramları tanımlar. TT. 7. A. 1. 4. Ülkemizdeki teknolojik gelişmeleri değerlendirir. TT. 7. A. 2. 5. Sanat/tasarım elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanarak bir tasarım oluşturur. TT. 7. B. 1. 2. Günlük hayatta karşılaşılan bir sorun, ihtiyaç veya gerçekleştirebileceği hayalini “tasarım problemi” şeklinde ifade eder. TT. 7. B. 1. 6. Tasarım oluşturulurken kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevre faktörlerinin önemini açıklar

	Siyah renkli cisimlerin ışığı emmesi ve siyah cisimlerin daha sıcak olmasının özelliklerini kazandırmak ve günlük yaşamdaki uygulamalarına örnekler verebilecek.
	Animasyon izleme ve termal kamera uygulaması ile teknolojik gelişmelerden yararlanarak tasarımlarındaki eksiklikleri tespit edebilecekler.
	Bilimsel bilgiyi kullanarak Güneş enerjisiyle yemekleri pişirebilecek bir ocak tasarımı ortaya koyabilecek.
	Yemek sanatıyla ilişkilendirerek masterchef sunum tabakları hazırlayabilmesi.
	Tasarım prototipini gerçekleştirmek için orantısal temel matematiksel hesaplamalar yaparak tasarımın küçük formlarını oluşturacak. Termometre ile sıcaklık ölçümü yapması ve zamana göre kaydederek grafik çizimi yapabilmesi.

II. BÖLÜM		
UYGULAMA		
MTS: Problemin Belirlenmesi	SS: Yönlendirme	1- Derse başlamadan önce öğrencilerin derse hazırlıklı gelip gelmedikleri kontrol edilir. Arttırılmış gerçeklik uygulamasıyla ilgili merak uyandırılır ve motivasyonun üst düzeyde olması sağlanır. Işığın nasıl yayıldığını gösteren bir fotoğraf gösterilir. Bu fotoğraf üzerinden öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri öğretmen tarafından açığa çıkarılır. Öğretmen gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Öğrencilerin 5. sınıfta gördükleri ışığın farklı ortamlarda nasıl yayıldığını keşfetmeleri, ışığın doğrusal bir yol ile yayıldığını kavramaları ve bu durumu basit ışın çizimleriyle göstermeleri, ışığın yansıma şekillerini kavramaları, maddeleri ışık geçirgenliğine göre sınıflandırma becerisi göstermeleri, tam gölgenin nasıl oluştuğunu tahmin etmeleri ve cisimlerin tam gölgeyi etkileyen faktörleri hatırlamaları sağlanır. Beyin fırtınası yaptırılır. Işıklar saydam cisimlerin içinden geçebilir. Saydam olmayan cisimlerle karşılaştığında ise ışınların bir kısmı yansır. Işığın yansımayan kısmı cisimlerde herhangi bir değişikliğe sebep olur mu? Soruları yöneltilerek bununla ilgili düşünceleri ve sınıf tartışması yapmaları sağlanır. 2- Öğrencilere “Güneşli ve sıcak bir günde parkta gezerken karşımıza çıkan iki banktan biri ağacın gölgesinde kalırken diğerinin güneşin altında kaldığını düşünün. Oturmak için hangi bankı seçersiniz?” sorusu sorulur ve ‘gölgedeki bankta’ cevabını vermeleri beklenir. (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 3- Öğrencilere ışığın soğurulması ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde tartışarak verilen soruları cevaplar. EK-16 (Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır)

4-“Soğrulmanın renklerle ilişkisi var mıdır?” Gruplar kendi aralarında tartıştıktan sonra sınıf tartışmasına geçilir. Öğrencilerden alınan soruların cevapları nedenleriyle birlikte istenir. Bu tartışmalar sonucunda bilimsel sorgulama yapan öğrencilerin “**Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez**” bileşeni hakkında yeterli ve doğru bilgiye sahip olmaları beklenir. Öğrenciler daha sonra ışığın soğrulması ile ilgili deneye geçerler. Siyah beyaz ve yeşil kumaşlara sarılan cisimlerin sıcaklıklarının değişimlerinin karşılaştırıldığı deneyi tasarlamaları istenir. (EK-17) Öğrencilerden tahmin yürüterek bir hipotez yazmaları istenir. Hipotez cümlesini yazmadan önce öğrencilere ödev verilerek internetten veri toplamaları istenir. İnternette veri toplayan öğrenciler bunun doğru olduğuna inanarak sorgulamadan kabul ederler. Burada öğretmen tarafından ortaya bir soru cümlesi atılır. “**Bilimsel veri ve bilimsel kanıt ifadeleri nedir?**” Gruplar kendi aralarında tartıştıktan sonra sınıf tartışmasına geçilir. Öğrencilerden alınan cevaplar nedenleriyle birlikte istenir. Bilişsel dengesizlik yaşayan öğrencilerin aklını kurcalayan sorulara yanıt arayabilmelerini sağlamak, kavram yanılgılarını giderebilmek için birleştirici sorular sorulur. Bu birleştirici sorular üzerinden sorgulayıcı bir tutum oluşturarak sınıfta “**Bilimsel veri ile bilimsel kanıtın aynı şey değildir**” bileşeni hakkında yeterli ve doğru bilgiye sahip olmaları beklenir. **Araştırma soruları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır**” bileşeninde bilgi sahibi olmak için, takım arkadaşlarıyla topladığı verileri analiz etmeleri istenir. Öğrenciler oluşturdukları hipotezlerin gerekçelerini belirtirler. Farklı görüşleri olan öğrenciler bilimsel tartışma yaparak karar verirler. (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.)

Bu deneyin sonunda “Hangi renk sıcaklığın daha çok artmasına sebep oldu? Sıcaklık artışı ile renk arasında nasıl bir ilişki kurulabilir?” sorularını sorup cevaplandırarak sonuçlara varmaları sağlanır.

5- Öğretim kanalı olarak akıllı tahtadan ışığın soğrulmasını içeren ve ışık değirmeni (radyometre) animasyonları izletilir. Öğretmen birleştirici sorulardan faydalanarak soru-cevap yöntemiyle ışığın soğrulmasıyla ilgili temel bilgi ve yapıların açıklanmasına rehberlik eder.

6- Öğrenciler öğrendikleri bilgileri günlük olaylarla bağdaştırırlar. Günlük hayattaki önemini fark ederler. Karikatür ve posterler gösterilerek öğrencilerin soru sormaları sağlanır. EK-18 (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.)

7- Öğrencilere tasarımı gerçekleştirmek için gerekli olan bilgileri keşfedebilecekleri postere dikkat çekmeleri için gerekli bilgileri keşfedebilecekleri araştırma soruları sorulur ve cevaplayabilmeleri için keşfetme süreci işe koşulur.

MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Araştırma (Keşfetme-Deney yapma-Verileri yorumlama) ve Sonuç Çıkarma	8-RIASEC Mesleki İlgi Envanterindeki Investigate (Sorgulamacı) kategorisindeki meslekler hakkında bilgi verilir. 9- Öğrencilere Güneş enerjisinin yenilikçi uygulamalarını belirlemek için ip uçları adlı şiir verilir. EK-19 10- Daha sonra “Tarladaki Sorun” adlı parça verilerek öğrencilerden minik mühendisler gibi çalışarak Güneş ocağını keşfederler (EK-20). EK-21 (Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.) . Öğrencilerin argüman üretmelerini, araştırma yapıp verileri kaydetmeleri için her gruba ikişer adet bilgi kartı verilir. Daha sonra tüm gruplar bilgi kartlarını değiştirir. Böylece tüm sınıf önce grup arkadaşlarıyla daha sonra tüm gruplarla fikir alışverişinde bulunur. (Bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir) Bilgi kartlarında geçmişten günümüze Güneş fırınına icat eden, üreten, kullanan bilim insanları ve çalışmaları yer almaktadır. Aynı zamanda öğrenciler kanıtlarla ilerleyerek sorgulamaya dayalı öğrenmenin temel felsefesini yansıtır. Çünkü öğrenciler kanıtı kadar konuşarak bilgi üretirler. (Araştırma verileri toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır) 11- Yaptıkları araştırmalarının tasarımlarına hizmet etmesi sürekli öğrencilere hatırlatılır. Elde ettikleri bilgiyi çözüm önerilerine uyarlayabilmek için planlama ölçütleri verilerek malzeme ve maliyet tablosunu doldurmaları istenir. Öğrencilerden seçmeyi düşündükleri malzemelerle bir model çizmeleri istenir. (Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur)
MTS: Prototipi tasarlama ve Test Etme	SS: Sonuç Çıkarma ve İletişim	12-Öğrencilere Güneş mühendisleri ve Güneş enerjisi meraklıları olarak seçtikleri malzeme ve materyallerle tasarımlarını üç boyutlu hale getirmeleri istenir. (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.) 13-Bu aşamada öğrencilere yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimini engelleyebileceği için tasarımı gerçekleştirmeye yönelik yönerge verilmemeli, öğrencilerin kendi tasarımlarını oluşturmalarına fırsat tanınmalıdır. Ancak değerlendirmenin bilimsel bilgi ışığında ve tasarım özellikleri doğrultusunda yapılacağı hatırlatılmalıdır. (STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği) 14- Her grup kendi tasarımını tamamladıktan sonra yaptıkları fırının sıcaklık artışını termometreyle gözlemlerini ve STEAM boyutunun matematik bileşeninde grafik çizmeleri istenir. Bunun için termometre ve cep telefonuna indirilebilen termal kamera uygulaması kullanılır. Termal kamera uygulamasıyla öğrenciler teknolojik bir uygulamayı kullanmayı öğrenerek yaptıkları tasarımları geliştirebilirler. 15-Sanat boyutunda öğrencilere yaptığımız Güneş fırınında yemek pişirelim etkinliği yaptırılır. Öğrencilere tabak ve kolay pişen ve eriyen ürünler verilerek kendilerini bir şef olarak hayal edip bir tabak oluşturmaları istenir. Ortaya çıkan tabaklardan sonra gruptaki öğrenciler birbirlerini değerlendirir. (Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır)
DEĞERLENDİRME		

MTS-SS: Sunma ve İletişim	1-Öğrencilerden grup olarak tasarımlarını sunmaları istenir. Sunarken tasarlama sürecini hangi bilgileri kullandıklarını ifade etmeleri istenir. Her grup üyesinin görüşünün alınmasına dikkat edilir. 2-Sınıftaki diğer öğrencilerin sunum yapan grubun tasarımlarını değerlendirmeleri ve sorular sormaları istenir. 3-Her bir grup için STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeğindeki puanlar hesaplanır ve aralarındaki farkın nedenleri tartışılır. 4-Öğrendikleri bilgileri başka yerlerde ve hangi problemleri çözmek için kullanabilecekleri tartışılır.

EK-16. Işığın Soğrulması Etkinliği



Yıkamış çamaşırlar

Fatih çok heyecanlıydı. Bugün il geneli sınav sonuçları açıklanacaktı. Birinci olan öğrenciler Yavuzeli'nden Gaziantep'e geziye götürüleceklerdi. Sınav sonuçları açıklandı ve Fatih birinci olmuştu. Fatih Antep de gezmeye gidecekleri için çok heyecanlıydı. Fatih sınav sonucunu öğrendikten sonra hazırlanmaya başladı. Koşarak giysi dolabına giden Fatih dolabında siyah, beyaz ve yeşil tişörtlerinin olmadığını fark etti. Bahçeye çıkıp annesine sordu. Annesi çamaşır ipinde asılı olan tişörtleri göstererek yeni yıkadıklarını ve ıslak olduklarını söyledi. Fatih sabırsızlıkla çamaşır ipinde asılı olan ıslak tişörtlerinin kurumasını bekledi. Tişörtlerin kuruyup kurumadığını 5 dakika arayla kontrol etmeye başladı. Fatih hangi tişörtünün daha çabuk kuruyacağını ve öğretmenin belirttiği saatte K-70 aracına yetişip yetişemeyeceğini düşünerek beklemekteydi.

1) Yukarıda verilen olay da problem nedir? Açıklayınız.

2) Olayda geçen kavramlar ile ilgili (soğrulma ve yansıma) ile ilgili bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

EK-17. Işığın Soğrulmasıyla İlgili Deneyin Tasarımı

Işığın Soğrulmasıyla İlgili Deneyin Tasarımı

Fatih'in konuyu anlaması için ona bir deney tasarlayalım.

Kullanılacak Malzemeler:

- ❖ Üç adet termometre
- ❖ Kronometre

Siyah, beyaz ve yeşil kumaş



Deneyin Amacı:

Hipotez:

Deneyin Yapılışı:

Veriler ve Deneyin Sonucu:

EK-18. Karikatür ve Poster Etkinliği



Işığın soğrulmasının etki ve sonuçları nelerdir? Açıklayınız.

EK-19. İp Uçlarını Okuyalım Çözelim Etkinliği

İPUÇLARI

Evlerin çatısında ayna
Isıtır suları doya doya
Banyoda, mutfak da gül oyna
Temizliğe kana kana

Yemekleri pişirir enfes enfes
Çok kolay hesap yapar herkes
Trafikteyse vazgeçilmez
Olmazsa deniz suyu tatlı suya dönüşmez.



Şiirimiz de güneş enerjisinin kullanım alanları belirleyen ipuçları verilmiştir.
Sizce kullanım alanlarına hangi örnekleri verebiliriz? Açıklayalım.

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

6.....

EK-20. Tarladaki Sorun Etkinliği

TARLADAKİ SORUN

Fatih, ailesi ile birlikte yaz tatilin de Yavuzeli’nden çok uzakta dağların arasında kalmış bir tarla da çalışmaya gitmişlerdir. Yavuzeli’ne ait olan yuvarlama yemeğinden annesi yapmış yanında götürmüşlerdir. Fatih yemek saatinde yemeğini yememiştir. Annesine “anne yemeği karıştırıyorum ama bu yağ donduğundan yiyemiyorum” demiştir. Annesi yemeği siyah örtüye sarıp getirdiğini ve tarla da ocak olmadığından yemeğini soğuk yemesi gerektiğini söylemiştir. Bunun zerine Fatih’in merakı daha da artmış tarla da çalışmaya devam ederken zaman kaybetmeden yemeği nasıl ısıtıp veya pişirebileceği konusunda düşünmeye başlamıştır.



Hadi Minik Mühendis belki de dünyanın konuşacağı o tasarımcı sensin. STEM+A Mutfağı’ ından getirdiğin yiyeceklerle lezzetli bir yemek pişiren bir ocağın tüm sırlarını ortaya çıkar. Aracın prototipini yapmak için süreyi en etkili şekilde kullan! “Yüksek kalite düşük maliyet” prensibini unutma. Yeryüzünün en temel enerji kaynağı ve evre dostu olan Güneş enerjisinden nasıl yemek pişireceğini dünyaya göster.

Güneş enerjisinin önemi nedir?

Güneş enerjisi diğer enerji türlerine nasıl dönüşebilir?

Güneş enerjisinin günlük hayattaki yenilikçi uygulamaları nelerdir?

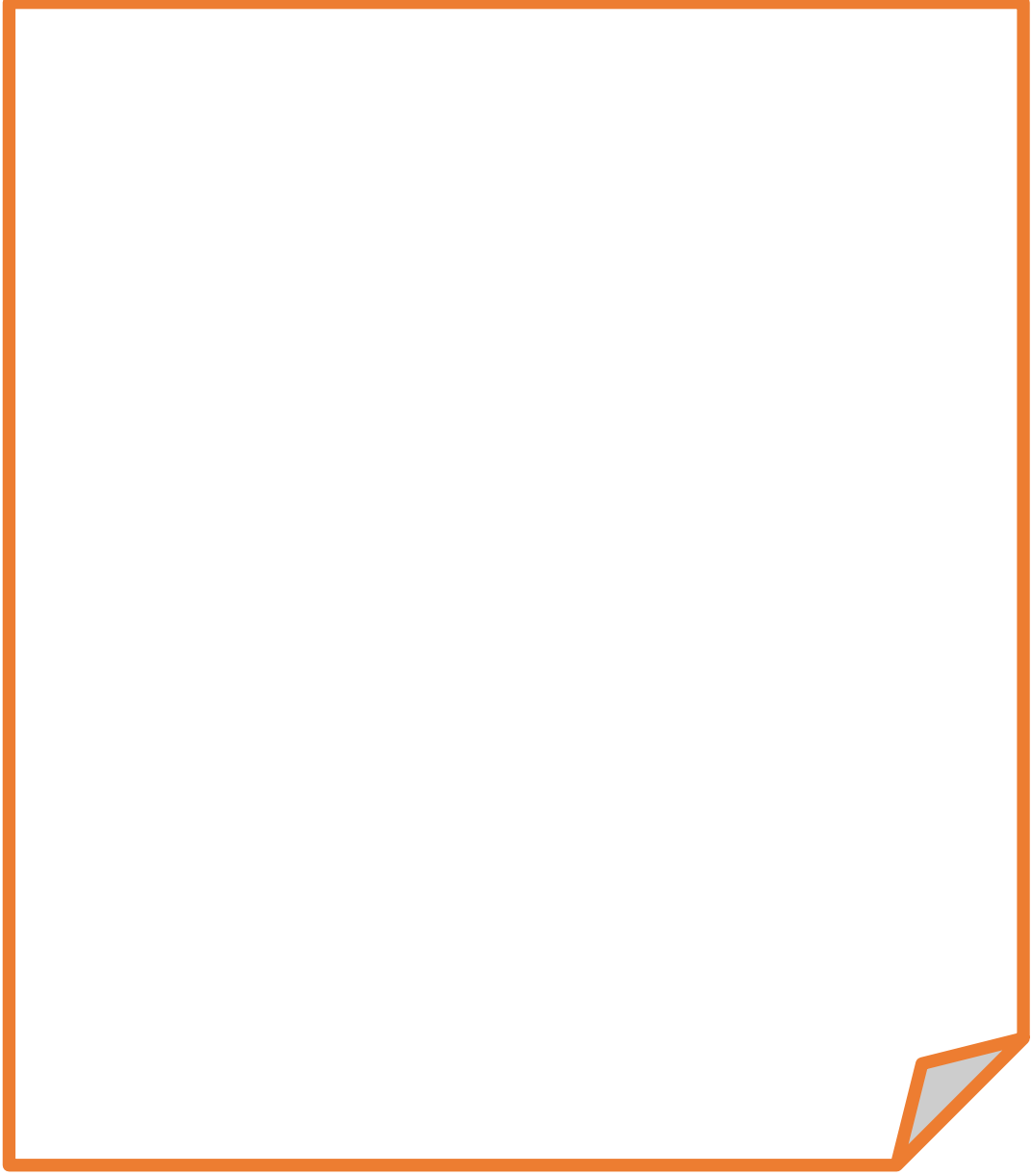
Kullanılan Malzemeler Tablosu

The diagram illustrates the structure of the 'Kullanılan Malzemeler Tablosu' (Used Materials Table). It is a rectangular table with a red border. The table is divided into two columns by a vertical line. The left column is labeled 'Kullanılan Malzemeler' (Used Materials) and the right column is labeled 'Hesaplanan Maaliyet' (Calculated Cost). The table is empty, with no data rows visible.

Kullanılan Malzemeler	Hesaplanan Maaliyet

Seçmeyi planladığın malzemeleri düşünerek bir model çiz.

MODEL ÇİZELİM



Model Gözlem Raporu:



Tasarımın nasıl çalıştı?



Tasarımda ne tür problemler gözlemledin?



Tasarımdaki problemlere çözüm önerilerin neler?

DEĞERLENDİRME

Şimdi “Güneş Ocağının” hakem kurulu tarafından değerlendirileceği an.

Daha iyi sonuç için değerlendirmeye açık olmalısın.

STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği

	1 Geliştirilmeli	2 Kabul Edilebilirlik	3 Orta	4 İyi	5 Çok İyi
Özgünlük					
Tasarımı Modelleme					
Bilimsel veriye Dayalı olma					
Kriterlere Uygun Olma					
Pratikte Uygulanabilirlik					
Takım Çalışması					
Toplam					

Güneş Ocağı Tasarımım için Özel Değerlendirme Yapalım

Ocak yemeği pişirdi mi?	Evet ☐	Hayır ☐
Pişirme süresince güneş ocağı ilk formunu koruyabildi mi?	Evet ☐	Hayır ☐
Toplam Hesaplanan Maliyet		

ÜRÜN İNOVASYONU

Her minik mühendis ortaya koyduğu ürünün sürdürülebilirliğini değerlendirip üst seviyeye çıkarmalıdır.

Şimdi sıra sende. Ürünün ile ilgili düşün ve hayal et.

Unutma: icat etme süreci durağan değil dinamiktir.

DÜŞÜNCELERİNİ TOPARLA

- Nasıl daha iyisi olabilirdi?
- Ne Yapmalıyım?
- Uzun vadede maliyeti nasıl azaltabilirim?

Kendi Değerlendirmemi Yapıyorum

	Açıklayabiliyorum	Örnek Verebiliyorum	Tespit Edebiliyorum
Işığın Soğrulması			
Güneş Enerjisi			
Güneş Enerjisi ile Çalışabilen Teknolojik Araçlar			

ART (Yetenek)



Masterchef Yavuzeli All Star!

Proje sürecinde yaşananları bir Masterchef olarak Güneş ocağında kolay pişen ve eriyen malzeme kullanılarak (çikolata, şeker, marshmelov vb.) yemek sanatıyla ilişkilendirdiğin özgün tabağın resmini çiz.

MİNİK MÜHENDİS'İN ALAN NOTLARI

GÜNEY FRANSA'DAKİ GÜNEŞ FIRINI

Bülent BÜKTAŞ
Yük. Müh.

Güney Fransa'da İspanya sınırına yakın Cerdagne yaylasında Odeillo adında küçük bir kentin yakınından geçenler, hiç beklemedikleri çok ilginç bir manzara ile karşılaşır. Gözlerinin önünde amfiteyatro biçiminde dev bir yapı yükselmekte ve bunun karşısındaki yamaçta üst-üste sıralanmış sekiz büyük terasta çok sayıda acaip aynalar parıldamaktadır.

Daha yakından bakınca, dev yapının 54 metre yüksekliğinde içe bükülmüş bir parabolik ayna ile bunun hemen dibinde bir kuleden oluştuğu anlaşılır. Karşıdaki teraslarda ise her biri 45 metre kare yüzeyinde 63 düz ayna yerleştirilmiştir. Bunlar güneş ışınlarını keserek parabolik aynaya yansıtmakta ve ışın demeti kulenin üstünde kurulu bir fırının ortasında birleşmektedir. Burada meydana gelen yüksek ısı, kalın bir çelik levhaya birkaç saniye içinde delmeye veya fırına yerleştirilmiş ateşe dayanıklı bir madeni çok kısa bir sürede eritmeye yeterlidir.

Bu hayret verici ayna sistemi dünyanın en büyük ve en güçlü güneş enerji santrali oluşturmaktadır. Elde edilen 1000 kilowattlık güç ve 3500°C düzeyinde sıcaklık ile Odeillo santrali, Birleşik Amerika'da Massachussets eyaletindeki Natik ve Japonya'daki Sendai güneş santrallerini geride bırakarak deneme düzeyini aşan ve endüstriyel amaçlarla kullanılan ilk güneş santrali olmuştur. Burada günde yaklaşık 5 ton miktarda ateşe dayanıklı metal oksitleri veya özel bileşimler işlenmektedir.

Odeillo güneş fırınının en ilginç tarafı yapıcısı, bugün yetmiş yaşında Dr. Felix Trombe'in öyküsüdür. Bu bilim adamının yorulma bilmez çabaları olmasaydı Odeillo santrali de gerçekleştirilemeyecekti.

Trombe çalışmalarına 1945 yılında çok yüksek ısı derecelerinde izole edilebilen kimyasal elemanlar üzerindeki çalışmaları ile başladı.

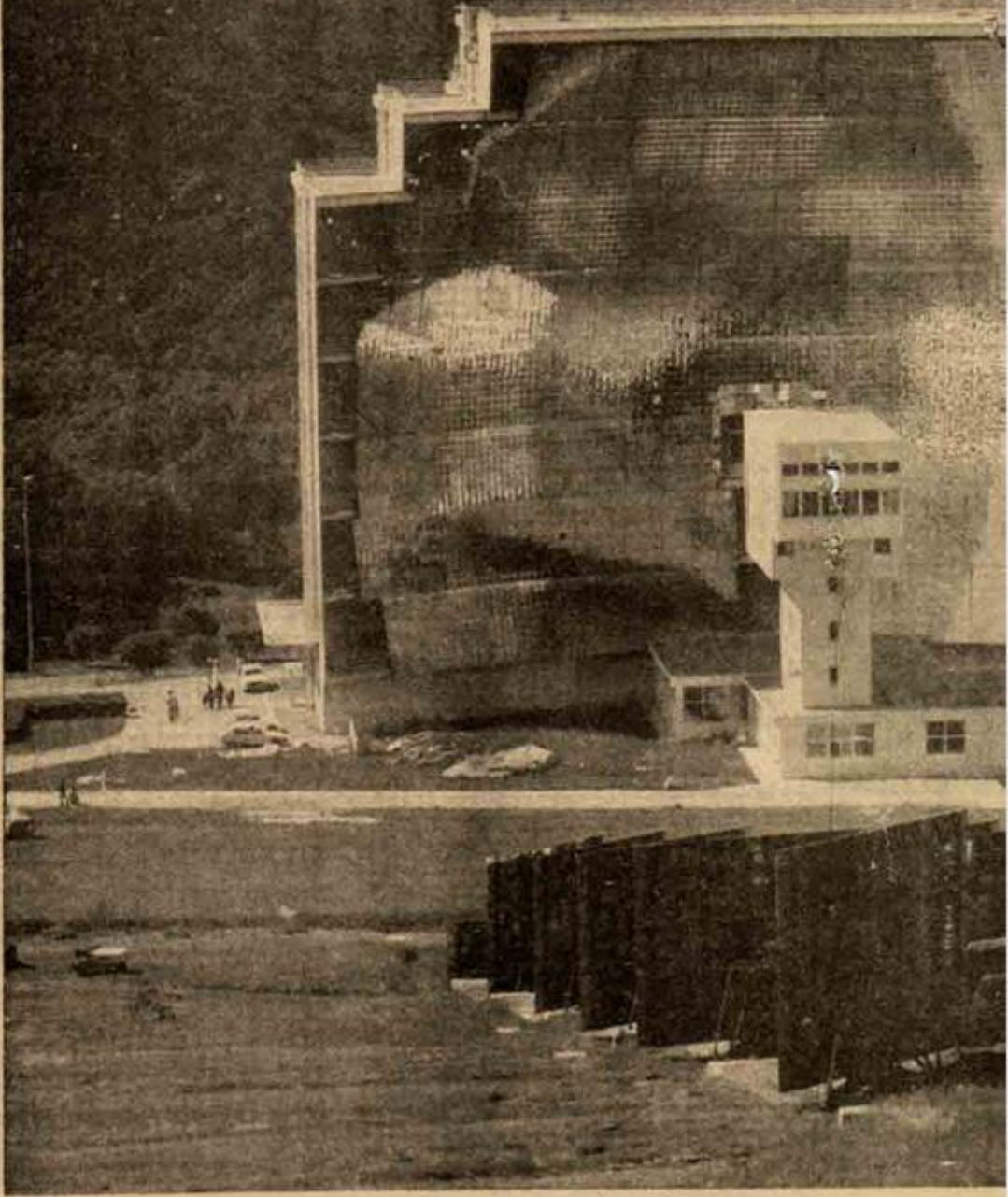
Yüksek ısı derecelerinin modern endüstride gitgide artan bir rol oynadığını biliyordu. Oysa klasik eritme ocakları işlenen malzemeleri kirletiyordu. Bir alevin oluşması için gerekli hava istenmeyen bir takım oksijen ve azot bileşimlerinin üremesine yol açıyordu. Eritme fırınının ark elektrotları kömür tanecikleri saçıyordu. Trombe denemeleri için gerekli "temiz" ısıyı nasıl elde edecekti? Bir ara, daha önce üzerinde durmadığı bir ısı kaynağını hatırladı. Gerçekten, yalnız güneş ısıttığı hiçbir şeyi kirletmiyordu. Güneş enerjisinden yararlanan bir fırın "temiz kaloriler" üretecekti.

Güneş fırınının prensibi çok basittir. Güneş ışınları birbirine paralel olduğundan rastladıkları düz ayna bunları yine paralel olarak yansıtır. İçe bükülmüş bir parabolik aynanın yüzeyine vuran paralel ışın demeti ise aynanın odak noktasında birleşerek yoğun ve çok parlak bir ışın oluşturur. (Nitekim elindeki büyüteci güneşe tutarak bir kağıt parçasını tutuşturan çocuk da bir nevi güneş fırını ile oynar). Bu olayın prensibini Archimedes de biliyordu. Kendisinin Milattan 212 yıl önce bir ayna sistemi ile güneş ışınlarını Syrakus'deki Roma filosuna çevirerek düşman gemilerinin yaktığı söylenir. Trombe'un başarısı güneş enerjisini ilk defa modern endüstrinin hizmetinde kullanmış olmasıdır.

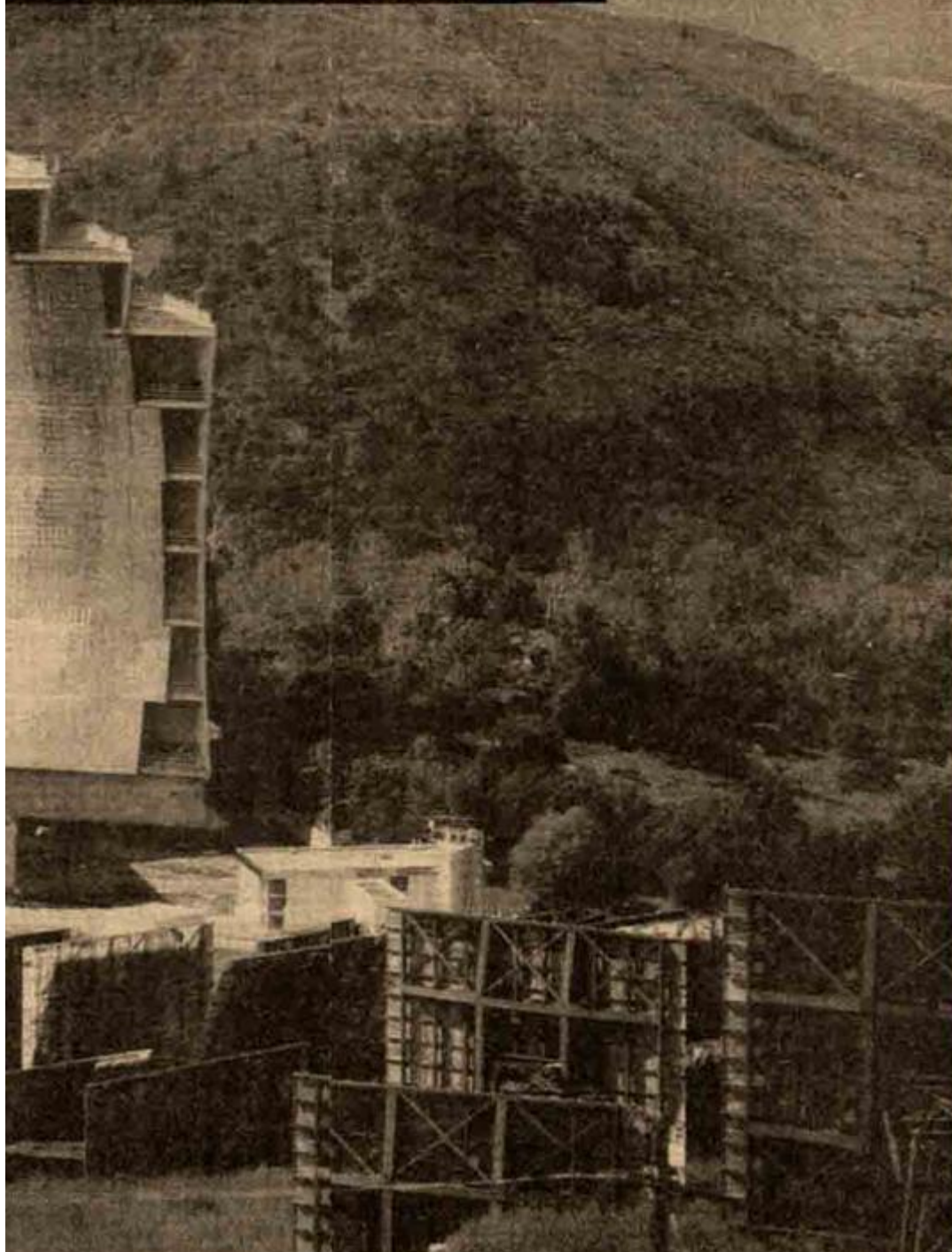
Trombe ilk güneş fırınına 1945 yılı sonunda Fransa'da Meudon Kentindeki laboratuvarında kurdu ve denemeleri için İkinci Dünya Savaşı bitince Fransa ordusunun toplandığı Alman projektör reflektörlerini kullandı. Böylece iki metre çapında parabolik aynalarla ateşe dayanıklı çeşitli oksitleri eritmeyi başardı.

Ancak havanın çok defa kapalı olması nedeniyle Meudon'daki denemelere sık sık ara verilmesi gerektiğinden Trombe ve ekibi 1949 yılında Fransa'nın güneyinde İspanya sınırına yakın Cerdagne yaylasına geçtiler. Burada güneş Meudon'un iki misli olarak yılda ortalama 2750

Dr. Felix Trombe'un gerçekleştirdiği



ODEILLO SANTRALI



saat parlıyordu. Trombe Fransız hükümetinden o bölgede 17. yüzyılda yapılmış Mont-Louis kalesini kullanma iznini aldı. Güneş fırını üç yıl içinde tamamlandı. Bu fırının enerji gücü 50 kilowat ve yanma noktası ısı derecesi 2500°C idi. Trombe Meudon'daki ilk denemesinde aynayı güneşe çeviriyor ve güneş hareket ettikçe aynayı döndürerek aynayı oynatmadan, güneş ışınlarını izleyen ve ışınları parabolik aynaya geri gönderen düz aynaların yardımı ile de aynı sonuç elde edebildi. Bu düşünce ile Trombe Mont-Louis'de güneşi sürekli olarak izleyen 135 metrekare yüzeyinde büyük bir düz aynadan yararlanarak güneş enerjisini 90 metrekare büyüklüğünde sabit bir parabolik ayna üzerine gönderdi. Bu biçimde bir ayna sisteminden oluşan güneş fırını büyük bir başarı olarak kutlandı. Oysa Trombe bu fırına bir deneme modeli gözü ile bakıyor ve bundan yirmi kat daha güçlü bir güneş fırını kurma hayaliyle yaşıyordu.

Tasarlanan çapta bir fırının kurulması için 1957 yılında uygun bir yer bulunmuştu. Mont-Louis'in 10 kilometre yukarısındaki alan Fransa'nın en berrak semalı bölgesi sayılabılırdı. Güneş santrali tesisleri bu ideal yerde kurulacaktı.

Ancak, herşeyden önce bir takım teknik zorlukların yenilmesi gerekiyordu. Dev güneş fırını yapıları için yeni konstrüksiyon yöntemlerinin düşünülmesi ve uygulanması zorunluğu vardı.

Öngörülen 1000 kilowattlık gücün sağlanabilmesi için güneş ışınlarını karşıdaki parabolik aynaya yansıtabilecek reflektör sisteminin toplam yüzeyi 3000 metrekare ve ışın demetlerini toplayarak fırına yollayacak parabolik aynanın yüzeyi 2500 metrekare olarak hesaplanmıştı. Bu çaplarda yapılan "tramotana" adı verilen kuvvetli dağ fırtınalarına nasıl dayanabilecekti?

Birinci problem, yapının bir dev amfiteyatrosu biçiminde gerçekleştirilmesi suretiyle çözüldü. Güneş ışınlarını karşılayarak bunları parabolik aynaya gönderecek toplam 3000 metrekarelik düz ayna yekpare bir yapı şeklinde değil, kuruluş yeri olarak seçilen yamaç sekiz basamak haline getirilmek ve herbiri 45 metrekarelik 63 düz aynanın teraştan üzerine oturtulması suretiyle gerçekleştirildi. Bu aynalar karşıdan bakılınca yekpare bir ayna yüzeyi gibi görünmekte ve fotoelektrik bir kumanda sisteminin yardımı ile sürekli olarak güneşe bakmaları sağlanmış bulunmaktadı.

İkinci problem için de Trombe bir çözüm şekli buldu. Parabolik ayna, aynı zamanda güneş

enerjisi araştırma laboratuvarını da içine alan ve karşıdaki yamaca bakan, yüzeyi zor eriyen özel metaller ile kaplı 30 metre yüksekliğinde sağlam bir yapı şeklinde gerçekleştirildi. Parabolik aynanın güneş ışınlarını çevirip birleştirdiği odak noktasında kurulu güneş fırını ise aynanın önünde bulunan bir kuleye yerleştirildi.

Bütün denemeler ve fırın işletmesi sözü geçen kulenin üstünde bir kontrol odasından yönetilmektedir. Bu odada görevli uzmanlar, üzerinde birçok kumanda düğmeleri, ölçü gereçleri ve yüzlerce kırmızı, sarı ve yeşil ampullerin bulunduğu bir tablodan güneş santralinin işleyişini yürütmekte ve izlemektedir. Buradan bakılınca, karşıdaki teraslarda değişik doğrultularda 63 ayna ışıdamaktadır. Bu durum, santralin çalışmadığı zaman alınan güvenlik önlemi gereğidir. Zira bütün aynalar aynı doğrultuya getirilip güneşe çevrilince parabolik aynaya çarpan ışınlar odak noktasında birleşip orada bulunan herşeyi yakabilir. Fırını işletmeye almak için fotoelektrik kumanda sistemi devreye sokulunca karşı yamaçtaki teraslara dizilmiş düz aynalar birden güneşe dönerek homojen tek bir ayna yüzeyi oluştururlar ve yolladıkları güneş ışınları parabolik aynaya çarpıp birleşerek daha önce kapakları açılmış olan fırında yoğun bir ısı gelişir.

İlk bir denemede, örneğin fırının ortasında 2 santim kalınlığında bir çelik levha bulunuyorsa fırın işletmeye alınır alınmaz odak noktasında meydana gelen 2100°C düzeyindeki ısıнын etkisiyle levhanın 50 saniye içinde eriyip ortasında bir deliğin açıldığı görülür. Deliğin çapı yaklaşık 5 dakikada 40 santimi bulur.

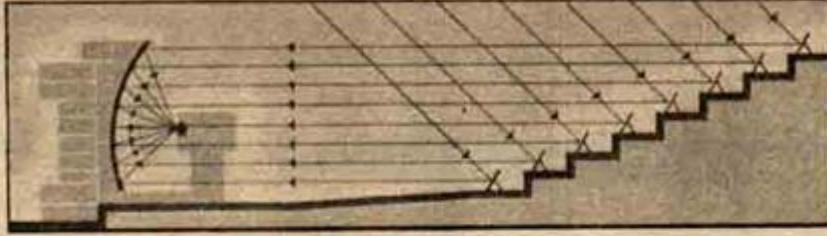
Güneş fırını özellikle zor eriyen maddelerin arındırılmasında kullanılmaktadır. Örneğin alüminyum oksidi söz konusu ise, belirli miktarda ham malzeme fırında biraz eğik bir oluğun içine konik biçimde yığılır. Fırın devreye sokulunca yoğun ısıнын etkisiyle bütün yabancı maddeler uçar ve arındırılmış alüminyum oksidi eriyerek oluktan su ile dolu bir kaba akar. Böylece elde edilen bembeyaz toz yüzdeyüz saf ve genellikle sanayide elektrikle eritilerek elde edilen donuk renkte "kirli" alüminyum oksidinden farklıdır.

Odeillo güneş fırını kurulduğundan bu yana, bundan yararlanmak isteyen sanayicilerin sayısının hızla artması nedeniyle taleplere verilecek önceliği karara bağlamak amacıyla ilgili endüstri kollarında çalışan uzmanlardan oluşan bir komite kurulmuştur. Çeşitli sanayi alanlarında (yüksek fırınlar, ısı ve atom kuvvet santralleri, füzeler...) özel malzemeler (alüminyum oksidi, hafniyum oksidi) kullanılmakta ve bunların 2000-2700°C

gibi yüksek ısı derecelerine erimeden dayanmaları gerekmektedir. Bunların her ne kadar klasik endüstriyel yöntemlerle de üretilmesi olanağı varsa da, elde edilen malzeme güneş fırınındaki kadar saf ve kaliteli değildir. Güneş enerjisinin endüstrinin hizmetinde kullanılmasının başlıca üstünlüğü de budur.

Güneş fırınının diğer bir özelliği de ekonomik olmasıdır. Zira enerji kaynağı olarak kullanılan güneş ışınları bedavadır. Enerji maliyetini yalnız başta amortismanlar olmak üzere sınırlı personel ve bakım giderleri oluşturmaktadır.

Nitekim toplam 10 milyon Franka mal olan Odeillo güneş santrali ile ilgili bir rantabilite



Bu şekil düz ayna sisteminin güneş ışınlarını parabolik aynaya nasıl gönderdiğini ve bu ışınların 3500°C ısı derecesi düzeyine kadar ısınan fırına nasıl çevrildiğini göstermektedir.

hesabı yılda 200 işletme günü ve günde işlenen 5 ton ateşe dayanıklı malzeme esasına göre tesislerin yaklaşık 10 yılda amorti edilebileceğini göstermiştir.

Alışılmamış büyük boyutlarıyla bugün bizi hayrete düşüren Odeillo güneş santrali geleceğin çok daha büyük bu tür tesisleri hakkında ufak bir örnek sayılmalıdır. Işınlarını dünyamıza cömertçe yollayan güneşten insanoğlu şimdiye kadar endüstride hemen hiç yararlanmamıştır. Oysa güneş ışınlarıyla hergün hektar başına düşen enerji, 5400 litre benzin veya 5500 kilogram kömür yahut da 55.800 kilowat-saat elektriğe eşdeğerlidir.

Tropikal ülkelerde güneşli gün sayısının yılda 300'ü bulduğu göz önünde tutulursa güneşin enerji ekonomisi açısından ne kadar büyük bir rol oynayabileceği anlaşılır.

Trombe ve ekibi en büyük doğal enerji kaynağının insanlığın hizmetinde endüstri alanında nasıl kullanılabileceğini göstermiştir. Odeillo "dünyanın güneş başkenti" adını bu değerli bilim adamına borçludur.

**Faydalanılan: Des Beste
V.D.I. Nachrichten**

- *Hepimiz büyük olamayız, fakat büyük olan bir şeye daima bağlanabiliriz.*

Harry Emerson FOSDICK

- *Akıllık, ne zaman akıllı olunamayacağını bilmek demektir.*

Paul ENGLE

- *Bürokrasi demokrasinin yabanisidir.*

Arnold H. GLASOW

EK-22. Bilimsel Yaratıcılık Rubriği

“GÜNEŞ FIRINIMI TASARLIYORUM” ETKİNLİĞİ BİLİMSEL YARATICILIK RUBRİĞİ

Düşünce Katmanları	Görevin Bileşenleri	
1.Farkındalık	Tasarımın çizimini yapınız. Tasarımın temel bileşenlerini yazınız.	10p 5-5
2.Gözlem	Güneş fırını yaptığınız tabakları pişirdi mi? Yaptığınız tasarımın çalışma sistemini ve sağladığı kolaylığı anlatınız.	20p
3.Strateji	Tasarımınızda hangi malzemeleri kullandınız, nedenlerini açıklayınız? Tasarımınızı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdiniz? Tasarımınızı nasıl test ettiniz? Nasıl sonuçlara ulaştınız? Tasarımı gerçekleştirirken minimum maliyet yüksek kalite beklentisi doğrultusunda maliyet hesabı yapınız. Diğer grupların tasarımları ile kendi grubunuzun tasarımını karşılaştırınız. Her birine göre eksik veya üstün yönlerini açıklayınız.	30 p 5-5-5-10-5
4. Yansıtma	Hayal ettiğiniz tasarıma ulaşabildiniz mi? Açıklayınız. Geliştirme sürecindeki başarılarınız ve karşılaştığınız zorlukları açıklayınız. Tasarımınızı en baştan yaptığınızı düşünseniz planlama ve uygulaması için hangi önerilerde bulunursunuz?	40p 10-10-20

EK-23. İkinci Hafta Modülü

SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME İLE STEAM ETKİNLİK PLANI- 2 SPEKTROSKOP	
Etkinliğin Adı: Spektroskop Tasarlayalım	Etkinliğin Konusu: Işığın Soğrulması
Etkinlik Düzeyi: 7. Sınıf	Etkinliğin Süresi: 4 ders saati
I.BÖLÜM	
Etkinlikle İlişkili MEB Kazanımları	Fen Bilimleri: Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır. Matematik: M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir. M.7.1.4.4. Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder. M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer. M.7.3.4.2. Farklı yönlerden görünümüne ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur.(b) Uygun bilgi ve iletişim teknolojileriyle etkileşimli çalışmalara yer verilebilir. Görsel Sanatlar: G.7.1.1.Görsel sanat çalışmalarını oluşturmak için araştırmaya dayalı uygulama sürecinin basamaklarını eskiz defterinde gösterir. Sosyal girişimcilik bağlamında planlama yapma, yaptıklarını raporlaştırma, sunma ve savunma konularına değinilebilir. G.7.1.3.Yaşantısının herhangi bir anını hikâyeleştirerek görsel sanat çalışmasına yansıtır. G.7.1.6. Gözleme dayalı çizimler yapar. G.7.1.7. Atık malzemeleri kullanarak üç boyutlu çalışma yapar. G.7.3.6. Sanat eserinde sosyal ve kültürel inanışların etkisini yorumlar. Teknoloji ve Tasarım: TT. 7. D. 1. 1. Tasarım problemini söyler. TT. 7. D. 1. 2. Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular. TT. 7. D. 1. 3. Tasarım planı hazırlar. TT. 7. D. 1. 4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. TT. 7. D. 1. 5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir. TT. 7. D. 1. 6. Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır TT. 7. D. 2. 1. Sergileyeceği ürün veya ürünlerini sunar.

STEAM Kazanımları		Beyaz ışığı prizmada gözlemleyerek kırmızı, yeşil ve mavi renklerin birleşiminden olduğunu ifade ederek ışığın ana renklerini ve boya renklerini ayırt eder. Üç ana rengin bir araya gelmesiyle beyaz ışık oluştuğunu ifade edebilecek.
		Animasyon izleyerek ve animasyon deneyleri ile teknolojik gelişmelerden yararlanarak tasarımlarını yapabilecekler.
		Bilimsel bilgiyi kullanarak beyaz ışığın renklerini gösteren bir spektroskop tasarımı yapabilecek.
		Resim sanatını kullanarak gökkuşağı çizimi ve prizmadan ışın çizimlerini yaparak müzik sanatıyla ilişkilendirebilecek. Renklerin insan psikolojisi üzerindeki etkisini ifade edebilecek.
		Prizmadan kırılan ışınların açılarını, tam ve yarım gökkuşağı oluşturma açılarını cetvelle hesaplayarak oluşturma ve tasarımında beyaz ışığın renklerini görebilmek için CD'nin yerleştirilme açısını hesaplayabilmesi.

II. BÖLÜM		
UYGULAMA		
MTS: Problemin Belirlenmesi	SS: Yönlendirme	1-Öğretmen derse elinde sabun köpüğü ile baloncuk oluşturarak girer. Öğretmen öğrencilere “Sabun köpüğündeki baloncuga ışık düştüğünde görünen farklı renkler nasıl oluşur?” sorusunu sorarak sınıf içerisinde tartışma ortamı oluşturur. (Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez) 2-Daha sonra öğretmen asfalt resmi göstererek asfalttaki yağ birikintisinde aynı durumun neden oluştuğunu sorar. Güneşten gelen ışığın beyaz ışık olduğunu ifade eder. “Cisimlerin üzerine düşen Güneş ışığı ile renkler arasında nasıl bir ilişki vardır?” sorusu sorulur ve öğrencilerin “Güneş ışığı beyazdır ve beyaz ışık birçok rengin birleşmesi ile oluşur” cevabını vermeleri beklenir. 3- Öğretmen öğrencilere beyaz ışığın renklere ayrılması ile ilgili birçok örnek resim gösterir (Gökkuşağı, CD üzerinde, suyun üzerine düşen yağ damlasında, sabun köpüğünde). (Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur. Aynı konu farklı örnekler üzerinde çalışılabilir.) 5- Öğretmen öğrencilerden günlük hayatta gökkuşağını gördükleri anı hayal etmelerini ister.” Gökkuşağının oluşması için gerekli şartlar nelerdir?” sorusu sorulur. Öğrencilerin yanıtlarından söyledikleri özetlenir geri yansıtmaya dikkat edilerek başka bir öğrenciye söz verilir. Öğrencilerden gökkuşağının renklerini ve oluşacağı ortamı çizmeleri istenir. (yağmurun gerekli olduğu kavram yanlışlığı ortaya çıkarılır) Öğretmen bu aşamada ip uçları vererek öğrencileri yönlendirebilir. Tartışmadan sonra öğrencilere cevapları ile ilgili dönüt ve düzeltmeler verilmez. Dersin sonunda bu cevapları bulacakları ifade edilerek bilimsel sorgulama ile ilgili sorulara geçilir.

		• Gökkuşağını merak edip sadece gözlemlemek bilim yapmak mıdır? (Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez) • Gökkuşağının oluşumu ile ilgili bilimsel bilgi nasıl elde edilmiştir? (Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur. Bilimsel bilgiler deneysel çıkarımlar içerir. Ancak her zaman gerçek deney nesnesi üzerinde çalışmak mümkün değildir.) • Aynı konu üzerinde çalışan bilim insanları farklı sonuçlar elde eder mi? (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.) 6- Öğretmen öğrencileri bu aşamadan vereceği görev için hazırlar. “Gaziantep Dene-Yap Atölyesinde Yapmak ve Farkına Varmak: Gerçek Renkler” adlı projesi Theodoric’in gökkuşağını anlama çabalarına yardımcı olabilmek için tasarım konusunda yetenekli minik mühendisler aramaktadır. Siz ve grup arkadaşlarınız minik mühendislerden oluşan ekiplerden biri olmaya hak kazandınız. Yapacağınız tasarımda ilk olarak ön araştırmalar yapıp kriterlere uygun çözüm önerileri geliştireceksiniz. Grup olarak en iyi çözüm önerisine karar verdikten sonra Theodoric’in gökkuşağını anlama çabalarına yardımcı olabilmek için belirtilen sorulara yanıtlar verip çalışmanızın ön başvurusunu yapacaksınız. Ön başvurularda gerekli belgeleri hazırlayıp proje gününden bir gün önce teslim edilmelidir. Ön başvuruyu geçen gruplar projenin üç boyutlu modelini oluşturacaklar. Tasarımın tamamlanmasının ardından tüm aşamalarda başarılı olarak en iyi raporu sunan grup Gaziantep Dene-Yap Atölyesi 1 tarafından ödüllendirilecektir (EK-24). 8- Tasarım görevini gerçekleştirmek için mühendis gibi çalışmaları gerektiği vurgusu yapılır. Minik mühendis kimlik kartını takarak çalışırlar ve “Ben.....mühendisiyim” kısmını doldurmaları istenir.

9-Öğrencilerin cevaplarının ardından çözüm önerilerine yardımcı olabilmesi için “Beyaz ışık gerçekte hangi renktir?” etkinliği yapılır ve tekrardan çözüm önerileri sunulmaları istenir. Işığın prizmadan geçerken gördüklerini çizmeleri istenir (EK-25). Daha sonra <http://seilias.gr/go-lab/html5/prisma.plain.html> adresinden animasyon deneyi yaptırılır.

10-Öğrencilere Newton çarkı verilerek çevirmeleri istenir. Öğretmen öğrencilere sorular yöneltir.

- Çarkı çevirdiğinizde hangi renk ya da renkleri gözlemlediniz?
- Newton çarkını çok hızlı çevirdiğinizde çark üzerindeki renkleri ayrı ayrı gözlemlediniz mi?

Öğrencilerin çözüm önerilerini detaylandırmaları ve bir mühendis gibi hissetmesi için bilimsel bilgiyi bulmalarına yardım edilir.

11- Öğrencilere “Yapmak ve Farkına Varmak: Gerçek Renkler adlı projeniz için hangi bilgilere sahip olmalısınız?” sorusu yönlendirilir ve onlara araştırma yapmaları için fırsat verilir. Bu sayede öğrenciler araştırma sorularını yapılandırarak araştırma keşfetme süreci işe koşulur.

12- Öğrencilerin araştırma keşfetme sürecine yardımcı olmak için “Bilim ve Teknik Dergisindeki Gökkuşağının Gizemi “adlı bölüm sınıfa getirilerek gruplara dağıtılır (EK-26).

(Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez. Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur. Bilimsel bilgiler deneysel çıkarımlar içerir. Ancak her zaman gerçek deney nesnesi üzerinde çalışmak mümkün değildir. Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir. Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanarak yapılır.)

MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Araştırma (Keşfetme-Deney yapma-Verileri yorumlama) ve Sonuç Çıkarma	13-Öğrenciler merak ettikleri soruları sorarlar ve morpa kampüsten video izletilir. Gerekli bilgiler buradan öğrenildikten sonra sınıf tartışması yapılarak sonuca ulaşılır. 14-Tüm keşif sürecindeki verileri ve öğrendiklerini yorumlayarak beyaz ışığın tüm renklerini ve ışık tayfı kavramlarını ifade eder. Theodoric'in gökkuşağını anlama çalışmalarını yorumlayarak sonuca ulaşır. (Bilimsel veri ve bilimsel kanıt aynı şey değildir.) https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=553&Itemid=32&catid=17 adresinden gökkuşağının oluşması için gereken şartlar göz önüne alınarak öğrenciler kendi gökkuşaklarını oluştururlar. 15- Öğrencilere tasarım aracının tanıtımı yapılır ve tanıtıma yardımcı olması için öğrencilerin internette araştırma yapmalarına zaman verilir.(spektroskop öğrenciler tarafından bilinmemektedir.) Yaptıkları araştırmaların tasarımlarına hizmet etmesi gerektiği öğrencilere sürekli hatırlatılır. Öğrencilere planlama kriterleri verilerek elde ettiği bilgilerle malzemelerin maliyet tablosu çıkarılır ve tasarımın temel bileşenlerini ifade ederler.
MTS: Prototipi tasarlama ve Test Etme	SS: Sonuç Çıkarma ve İletişim	16- Öğrencilerden konu ile ilgili çalışmalarını tamamlayanlar elde ettikleri bilimsel bilgileri tüm gruplarla paylaşırlar. 17- Maliyet malzeme tablosu oluşturan grupların çizdikleri modelleri oluşturmaları istenir. Tasarım için gerekli olan malzemeler laboratuvardan veya öğretmen tarafından öğrencilerin temin etmelerine yardımcı olunur. 18-Tasarımlarını tamamlayan öğrenciler model gözlem raporunu doldurur. Daha sonra STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği ve Yapmak ve Farkına Varmak: Gerçek Renkler Tasarımının özel Değerlendirme Ölçeği uygulanır. Konu ve kavram değerlendirmelerinin ardından gelişmiş prototip çizilerek yeniden gözden geçirilir.

DEĞERLENDİRME

MTS-SS: Sunma ve İletişim

- 1-Öğrencilerden grup olarak tasarımlarını sunmaları istenir. Sunarken tasarlama sürecini hangi bilgileri kullandıklarını ifade etmeleri istenir. Her grup üyesinin görüşünün alınmasına dikkat edilir.
- 2-Sınıftaki diğer öğrencilerin sunum yapan grubun tasarımlarını değerlendirmeleri ve sorular sormaları istenir.
- 3-Her bir grup için STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeğindeki puanlar hesaplanır ve aralarındaki farkın nedenleri tartışılır.
- 4-Öğrendikleri bilgileri başka nerelerde ve hangi problemleri çözmek için kullanabilecekleri tartışılır. Renklerin insan psikolojisi üzerindeki duygu ve düşüncelerini ifade ederler.

EK-24. Yarışma Duyurusu

MİNİK MÜHENDİSLER İŞ BAŞINDA

Dene-Yap Atölyelerinde ‘Yapmak ve Farkına Varmak: Gerçek Renkler’ adlı projesi Gaziantep de Theodoric’in gökkuşağını anlama çabalarına yardımcı olabilmek için tasarım konusunda yetenekli mühendisler arıyoruz. Bunun için beyaz ışığın içindeki tüm renkleri görebileceğimiz bir tasarıma ihtiyacımız var. Tasarımlarımız konusuna uygun şekilde proje gününden bir gün önce hazırda olmalıdır. Söz konusu tasarımlarda, “Gökkuşağının renkleri nasıl oluşur? Tüm renkleri içeren ışık ışınları var mıdır?” sorusunun cevabını da arıyoruz.

Ön başvurular aşağıda belirtilen adrese yapılmalıdır.

Gerekli belgeler: Ürünün prototip fotoğrafı, kullanılan malzeme listesi, maliyet raporu.

Adres: Gaziantep Dene-Yap Atölyesi 1



Hadi Minik Mühendis belki de dünyanın konuşacağı o tasarımcı sensin. STEM+A Laboratuvarı’ndan öğrendiklerinle gerçek renkleri gösteren bir tasarımın tüm sırlarını ortaya çıkar. Tasarımın prototipini yapmak için süreyi en etkili şekilde kullan! “Yüksek kalite düşük maliyet” prensibini unutma. Yeryüzünün en temel enerji kaynağı olan Güneş ışığının rengini ve gökkuşağının bir tanrıça olmadığını dünyaya göster.

1) Yukarıda verilen yarışma duyurusunda problem nedir? Açıklayınız.

2) Parçada geçen kavramlar (Güneş ışığı ve gökkuşağının renkleri) ile ilgili konularında bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

3) Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyacınız vardır? Açıklayınız.

4) Her dönemde neredeyse her toplumda ilgi konusu olan gökkuşağı oluşumunun doğru bir şekilde açıklanmasını sağlayan bilim dalı nedir?

5) Problemin çözümü için olası çözüm yolları geliştiriniz.

6) Tasarımın sınırlılık ve planlama kriterlerini göz önünde bulundurarak en iyi çözüm yolunu belirleyiniz.

PLANLAMA

Kriterler nelerdir?

- Minimum maliyet yüksek kalite beklentisini unutma.
- Zamanı etkili kullan.
- Temel ihtiyaç: beyaz ışığın içindeki renkleri görmek.
- Takım çalışmasına inan.

Kullanılan Malzemeler Tablosu

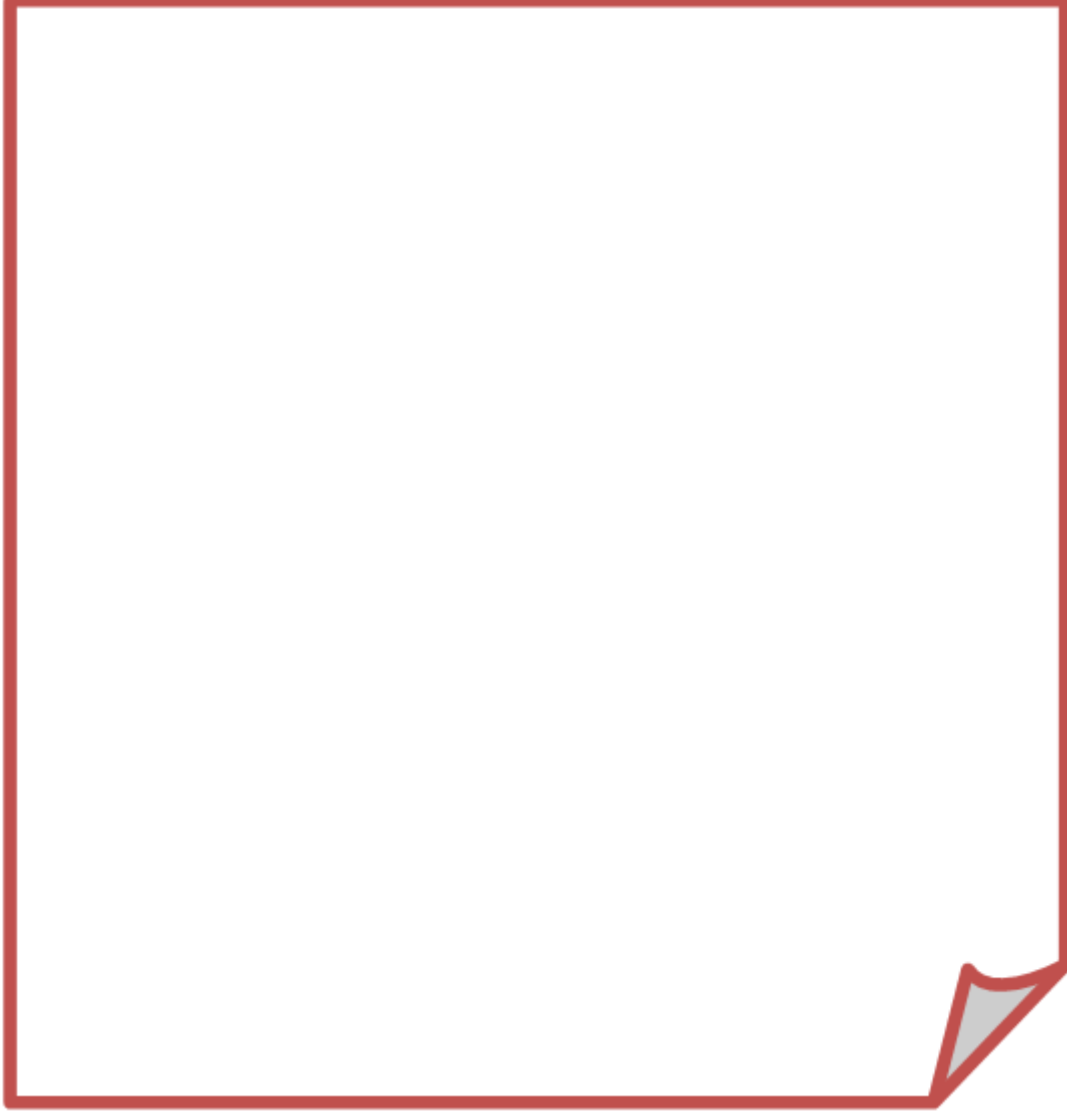
Kullanılan Malzemeler

Hesaplanan Maaliyet

X X K

Seçmeyi planladığın malzemeleri düşünerek bir model çiz.

MODEL ÇİZELİM



Model Gözlem Raporu:



Ne oldu? Farklı aydınlatma kaynaklarından yayılan beyaz ışıkların hepsinin yapısı birbirinin aynısı mı?



Tasarımında ne tür problemler gözlemledin?



Tasarımındaki problemlere çözüm önerilerin neler?

DEĞERLENDİRME

Şimdi “Yapmak ve Farkına Varmak: Gerçek Renkler” tasarımının hakem kurulu tarafından değerlendirileceği an.

Daha iyi sonuç için değerlendirmeye açık olmalısın.

STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği

	1 Geliştirilmeli	2 Kabul Edilebilirlik	3 Orta	4 İyi	5 Çok İyi
Özgünlük					
Tasarımı Modelleme					
Bilimsel veriye Dayalı olma					
Kriterlere Uygun Olma					
Pratikte Uygulanabilirlik					
Takım Çalışması					
Toplam					

Yapmak ve Farkına Varmak: Gerçek Renkler Tasarımım için Özel Değerlendirme Ölçeği

Renkler görüldü mü?	Evet ☐	Hayır ☐
Spektroskopumuzu yönelttiğimiz kaynaktan gelen ışık CD'nin yüzeyindeki çukurlara çarptığında kendini oluşturan dalga boylarına ayrıldı mı?	Evet ☐	Hayır ☐
Toplam Hesaplanan Maliyet		

ÜRÜN İNOVASYONU

Her minik mühendis ortaya koyduğu ürünün sürdürülebilirliğini değerlendirip üst seviyeye çıkarmalıdır.

Şimdi sıra sende. Ürünün ile ilgili düşün ve hayal et.

Unutma: icat etme süreci durağan değil dinamiktir.

DÜŞÜNCELERİNİ TOPARLA

- Nasıl daha iyisi olabilirdi?

- Ne Yapmalıyım?
- Uzun vadede maliyeti nasıl azaltabilirim?

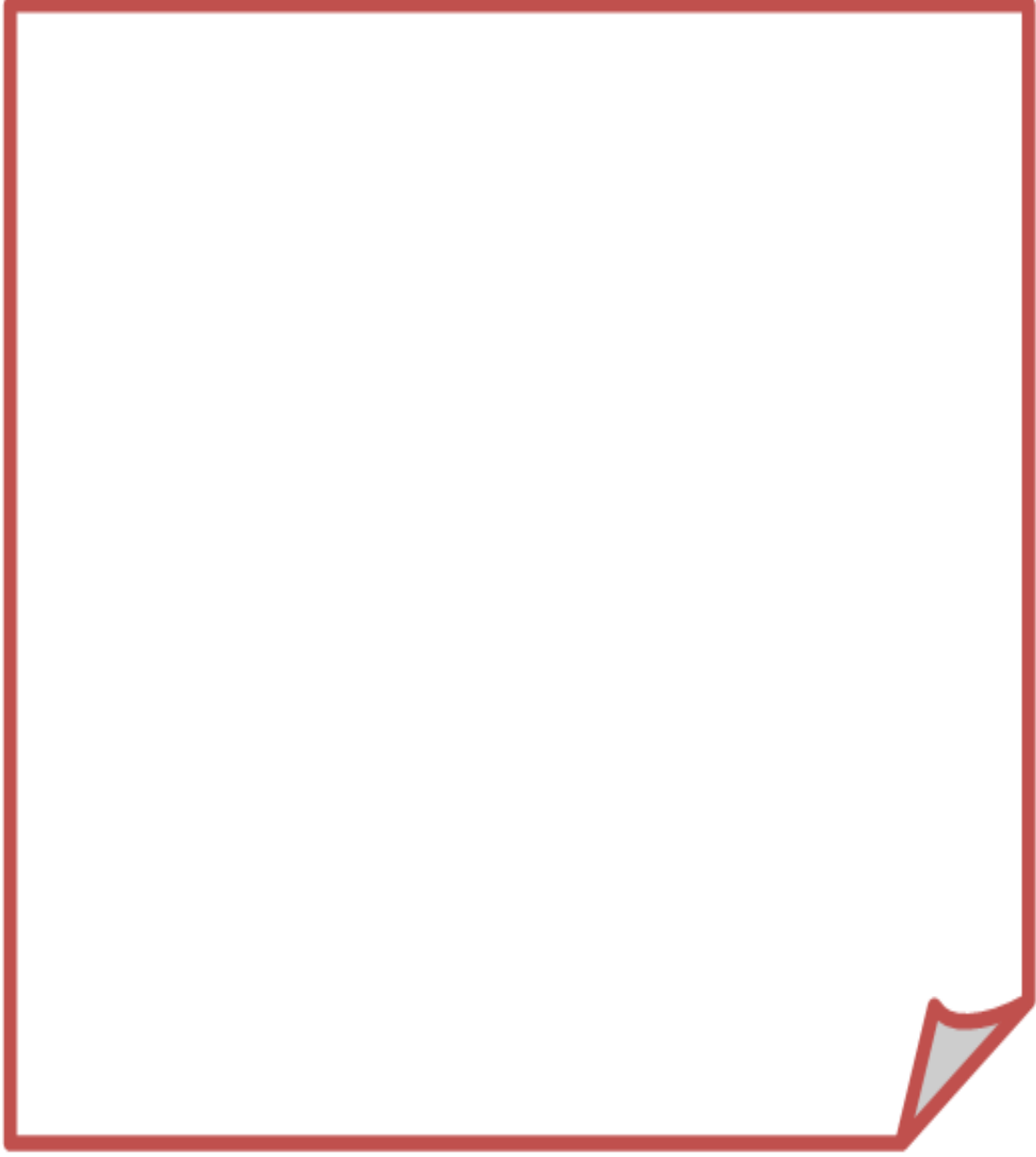
Kendimi Değerlendiriyorum

	Açıklayabiliyorum	Örnek Verebiliyorum	Tespit Edebiliyorum
Işığın renklere ayrılması			
Gökkuşağının gizemi			
ışık tayfı (spektrum)			

ART

Proje sürecinde prizma ışın çizimleriyle yaptığın resimlerde renkler ne şekilde duygu ve düşüncelerini etkiledi ve renklerin insan psikolojisi üzerindeki etkilerini anlatınız.

GELİŞMİŞ TASARIMIM



MİNİK MÜHENDİS'İN ALAN NOTLARI

EK-25. Beyaz ışık gerçekte hangi renktir?



Güneş'in içinde sakladığı renklerin gizemi.

Kullanılacak malzemeler: Işık ve prizma

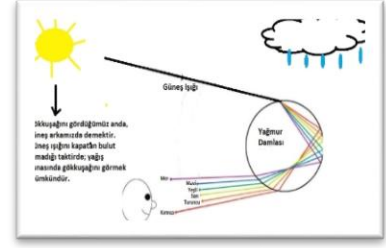
Deneyin Amacı:

Hipotez:

Deneyin Yapılışı:

Deneyin sonucunu çiziniz.

EK-26. THEODORIC' İN GÖKKUŞAĞI ÇALIŞMALARI



Theodoric'den önceki çalışmalar Gökkuşağı ile ilgili çalışmalar Aristoteles' e kadar uzanmaktadır. Aristoteles gökkuşağının nasıl oluştuğu ile ilgili probleme sunduğu çözüm:” çiyden daha iyi bir ayna” olan henüz biçimlenmemiş yağmur damlalarından yansıyan ışık, gökkuşağının görünmesine neden olur. Aristo'nun düşüncesine bakıldığında yağmur damlalarının ayna gibi bir düzlem oluşturması nedeniyle görüşün özünde bir yansıma olduğunu düşünüyordu. Alvernialı Peter gökkuşağının yansıma değil, kırılma nedeniyle oluştuğunu ileri sürdü.

Theodoric'in çalışmaları ve problemin çözümü

Theodoric çeşitli deneyler sonucunda renkler ışık ile su damlaları arasındaki etkileşimden doğduğunu ifade ediyordu. Theodoric'in renklerin oluşumu ile ilgili açıklamaları çok karmaşıktı. Dört ana renk olduğuna ve bunların tam bir karşıtlık içinde olduğuna inanıyordu. Renklerin nasıl oluştuğunu açıkladıktan sonra bu renklerin nasıl gökkuşağı oluşturduğunu açıklamak için bir dizi deneyler yapmaya başladı bunun için altıgen prizma ve su dolu büyük bir cam küre kullandı. Bu deneylerde ışığın izlediği yolları çizerek ışığın yüzeylerde nasıl kırılmaya uğradığını gösterdi. Renklerin gökkuşağındaki özel dizimi yani en üsteki rengin kırmızı en alttakininse mavi olduğu görülür. Renklerin bu özel dizilimin keşfi Theodoric'in laboratuvarında yaptığı deneyler sonucunda bulunmuştur. Bu olguyu denemek için Theodoric yağmur damlasını temsil edecek içi su dolu büyük bir şişe kullandı. Böylece deyim yerindeyse, sorunu laboratuvarında inceleyecekti. Bu deneyler sonucunda mavi rengin derinde ve yüzeye yakın olduğunu kırmızı rengin ise daha yüzeyde ve maviden en uzakta olduğunu keşfetti. Theodoric bu deneyler sayesinde doğrulanmış bilimsel bilginin bir parçası olan iki önemli olayı tam olarak göstermiş oldu. Belirli ışık ışınlarının damla içinde özel yollar izlediklerini, renklerin dizilişinin bu farklı yollardan kaynakladığı sonucuydu.

Gökkuşağının oluşumunu en sade şekilde özetleyecek olursak gökkuşağı ışığın su damlaları içindeki kırılma ve içeren yansımadan dolayı oluşmaktadır. Gökkuşağı bizim algılamamızdan bağımsız yağmur damlasının içinde oluşan bir olgudur.

- 1) Gökkuşağı üzerinde çalışan bilim insanlarının birbirinden farklı görüşler ortaya atmasının nedeni nedir? Okuduğunuz parçayı bilimsel sorgulamanın hangi bileşeni ile ilişkilendirdiniz açıklayınız.

EK-27. Bilimsel Yaratıcılık Rubriği

“SPEKTROSKOBUMU TASARLIYORUM” ETKİNLİĞİ BİLİMSEL YARATICILIK RUBRİĞİ

Düşünce Katmanları	Görevin Bileşenleri	
1.Farkındalık	Tasarımın çizimini yapınız. Tasarımın temel bileşenlerini yazınız.	10p 5-5
2.Gözlem	Yaptığınız spektroskop beyaz ışığı renklerine ayırdı mı? Yaptığınız tasarımın çalışma sistemini ve materyal olarak sağladığı kolaylığı anlatınız.	20p 10-10
3.Strateji	Tasarımınızda hangi malzemeleri kullandınız, nedenlerini açıklayınız? Tasarımınızı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdiniz? Tasarımınızı nasıl test ettiniz? Nasıl sonuçlara ulaştınız? Tasarımı gerçekleştirirken minimum maliyet yüksek kalite beklentisi doğrultusunda maliyet hesabı yapınız. Diğer grupların tasarımları ile kendi grubunuzun tasarımını karşılaştırınız. Her birine göre eksik veya üstün yönlerini açıklayınız.	30 p 5-5-5-10-5
4. Yansıtma	Hayal ettiğiniz tasarıma ulaşabildiniz mi? Açıklayınız. Geliştirme sürecindeki başarılarınız ve karşılaştığınız zorlukları açıklayınız. Tasarımınızı en baştan yaptığınızı düşünseniz planlama ve uygulaması için hangi önerilerde bulunursunuz?	40p 10-10-20

EK-28. Üçüncü Hafta Modülü

SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME İLE STEAM ETKİNLİK PLANI- 3 IŞIĞIN RENKLİ DÜNYASI	
Etkinliğin Adı: Işığın Renkli Dünyası	Etkinliğin Konusu: Işığın Soğrulması
Etkinlik Düzeyi: 7. Sınıf	Etkinliğin Süresi: 4 ders saati
I.BÖLÜM	
Etkinlikle İlişkili MEB Kazanımları	Fen Bilimleri: Gözlemleri sonucunda cisimleri siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini ışığın yansımaları ve soğrulmasıyla ilişkilendirir. Matematik: M.7.3.2.5. Alan ile ilgili problemleri çözer. M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer. Görsel Sanatlar: G.7.1.1. Görsel sanat çalışmalarını oluşturmak için araştırmaya dayalı uygulama sürecinin basamaklarını eskiz defterinde gösterir. G.7.1.6. Gözleme dayalı çizimler yapar. G.7.1.7. Atık malzemeleri kullanarak üç boyutlu çalışma yapar. G.7.1.8. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır. Teknoloji ve Tasarım: TT. 7. A. 2. 2. Sanat/tasarım elemanlarını bir ürün üzerinde gösterir. TT. 7. A. 2. 3. Tasarım ilkelerini bir ürün üzerinde göstererek açıklar. TT. 7. A. 2. 5. Sanat/tasarım elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanarak bir tasarım oluşturur. TT. 7. B. 1. 1. Tasarım sürecinin bir problem tanımlama ve çözüm önerme süreci olduğunu söyler. TT. 7. B. 1. 2. Günlük hayatta karşılaşılan bir sorun, ihtiyaç veya gerçekleştirebileceği hayalini “tasarım problemi” şeklinde ifade eder. TT. 7. B. 1. 3. Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini paylaşır. TT. 7. B. 1. 4. Tasarım sürecinin araştırma basamaklarını söyler. TT. 7. B. 1. 6. Tasarım oluşturulurken kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevre faktörlerinin önemini açıklar. TT. 7. C. 2. 3. Ergonomik bir ürün tasarlar.

STEAM Kazanımları		Cisimlerin renkli görünmesi ve farklı renk filtreler arasında ışığı soğurma- yansıtma özelliğini kazanarak günlük yaşamda bundan yararlanarak teknolojik gelişmedeki uygulamalarına örnek verebilecek. Renkli görme ve görme olayında göz, beyin ve ışık arasındaki ilişkiyi öğrenerek göz sağlığına dikkat edebilecektir.
		Animasyon izleyerek ve HTML5 simülasyonları iPad'ler ile yaptığı deneylerden öğrendikleriyle ürünler tasarlayacak.
		Öğrendiği bilimsel bilgilerden yararlanarak, ışığın renkli dünyasını öğrenerek ışık gösterisi aracı tasarımını gerçekleştirebilecek.
		Renk bileşimi renk şemasını ve pigmentin renklerini çizerek farklı olduğunu öğrenerek ve ışık gösterisine şarkı besteleyerek tasarımını tamamlayabilecektir. Işık resim, müzik ve diğer sanat dallarındaki önemini ifade edebilecektir. Tasarımın içindeki resimleri çizebilecek.
		Işık renklerinin birleşiminden oluşan venn şemalarını çizerek kesişim ve birleşimi öğrenerek istediği ışık rengini elde edebilecektir. Tasarımın prototipini oluştururken temel matematiksel hesaplamalar yaparak oluşturacak.

II. BÖLÜM		
UYGULAMA		
MTS: Problemin Belirlenmesi	SS: Yönlendirme	1-Öğretmen derse elinde renkli fenerleri açarak girer. Fenerleri öğrencilerin üzerindeki tişörtlere ve sınıftaki eşyalara yansıtarak “Cisimleri neden farklı renkte görürüz?” sorusunu sorar (Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez.) 2-Daha sonra öğretmen öğrencilere aşağıdaki sorularını yönelterek sorgulama sürecine rehberlik eder. • Atalarımız renkli görme olaylarını ilk olarak neleri ayırt etmede kullanmışlardır? • Çevremizde mesaj iletmek için renkleri kullanır mıyız? Örnek vererek açıklayınız. • Renkler bir araya geldiklerinde nasıl görülür? • Daha önce ışık gösterisi gördünüz mü?” Sorularını sorarak farklı düşünmelerine yardımcı olur. Öğrenciler düşüncelerini gerekçelendirerek açıklar ve araştırma yapmaları için tabletler verilir.(Çıkarımlar toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır, sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 3- Ardından gün batımı (manzara fotoğrafları) ve havai fişek poster fotoğraflarının önce renkli sonra renksiz olarak göstererek fotoğraflarda ne hissettikleri sorulur. 5- Laboratuvardaki bitkilerden gülü göstererek “taç yaprak ile çanak yapraklarının farklı olduğunu nasıl anlıyoruz?” sorusunu yöneltir ve sorunun cevabını dersin sonunda kendilerinin cevaplayacaklarını söyler. 7- Öğretmen öğrencileri görev için hazırlar. Işık ve resim sanatıyla ilişkilendirir. Dünyanın ilk ve tek ‘Işık Sanatı Müzesinin ‘ devamı ülkemizde açılacaktır. Müze müdürü ülkemize gelerek önerileri değerlendirecektir. Bulduğumuz şehirde yer alan Müzeyyen Erkul Gaziantep Bilim Merkezi ‘Işığın Renkli Dünyası’ adıyla proje başlatmıştır. Proje için minik mühendislerden oluşan ekip kurulacaktır. Siz ve takım arkadaşlarınız da minik mühendisler olarak bu ekiplerden olmaya hak kazandınız.

		Yapacağınız tasarımlarda problemi belirleyerek çözüm önerileri geliştireceksiniz. En iyi çözüm önerisini geliştirdikten sonra belirlenen kriterlere göre projenin üç boyutlu modeli oluşturulacaktır. Modelin tamamlanmasının ardından tüm kriterleri başarılı olarak tamamlayan grup müze müdürüne sunacak tasarımı ödüllendirilerek müzede yer alacaktır (EK-29). 8- Tasarım görevini gerçekleştirmek için mühendis gibi çalışmaları gerektiği vurgusu yapılır. Minik mühendis kimlik kartını takarak çalışırlar ve “Ben.....mühendisiyim” kısmını doldurmaları istenir.
MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Kavramsallaştırma (Soru Sorma-Hipotez Kurma)	9- Öğrencilerden gelen soru ve cevapların ardından nasıl bir tasarım yapacakları konusunda bilimsel bilgiye ihtiyaç duydukları hissettirilir. Yapacakları tasarımlara yönelik belirlenen kriterlere dikkat edilerek öneri sunmaları istenir. 10- Öğrencilerden ışık gösterisi aracı için gelen çözüm önerilerinden “tasarımınız için hangi bilgilere sahip olmalısınız?” sorusu sorularak araştırma yapmalarına fırsat verilir. Öğrenciler bu şekilde araştırma sorularını yapılandırır. 11- Öğrenci gruplarında sırasıyla gidilerek tasarımı gerçekleştirecek öğrencilere gerekli bilgileri keşfedebilecekleri sorular sorulup yönlendirerek keşfetme sürecinde aktif rol almaları sağlanır. Araştırma keşfetme süreci işe koşulur. (Sorgulama süreci sonuçlara etki eder.)

MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Araştırma (Keşfetme-Deney yapma-Verileri yorumlama) ve Sonuç Çıkarma	12- Öğrencilerin oluşturdukları sorular ile birlikte ışığın ana renkleri ve ara renkleri ile ilgili EBA üzerinden cisimlerin renkli görünmesi videosu izlenir. Ardından https://javalab.org/en/three_primary_colors_en/ ışık ve renk farkı deneyi yaptırılır. Deneyden sonra öğrencilerin venn şemesi çizerek ışığın ana ve ara renklerini göstermeleri istenir. 13- Öğrencilerden yaptıkları animasyon deneyinde ışık ve boya renklerinin farklı olduğu ile ilgili ayırt edici sonuçlara ulaşp ulaşamadıkları ile ilgili öğretmen rehberliğinde tüm gruplarla tartışma başlatılır. 14- Öğrencilere hangi ışıktaki hangi rengi gördüm etkinliği yaptırılır. Öğrencilerden farklı ışık altında farklı renkleri nasıl gördüklerini tabloya kaydetmeleri istenir. EK-30 16- https://phet.colorado.edu/tr/simulations/color-vision ve https://javalab.org/en/color_en/ HTML5 simülasyonları iPad'ler ile Öğrencilerin farklı renklerin kombinasyonlarında hangi renk gördükleri ve farklı renk filtreler kullanılarak hangi rengin ışığı soğurduğu ve yansıttığı öğrenim hedefleri kazandırılır. 15- Öğrencilere tablet, bilgisayar ve telefon verilerek ışık sanatı müzesi ile ilgili araştırma ve inceleme yapmalarına zaman verilir. Öğretmen tarafından gruplara müze fotoğrafları gösterilir. (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir. Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanarak yapılır.) 16- Tasarımlarına yardımcı olmak için RGB duvar kağıdını araştırmaları istenir. (Francesco Rugi (Françesko Rugi) ve Silvia Quintanilla (Silvia Kuantinila) bahsedilir.) 16- Öğrenciler kendi araştırma soruları ve yaptıkları araştırmalar sonucunda sunduğu çözüm önerilerinden en iyi olanı seçmeleri istenir.

MTS: Prototipi tasarlama ve Test Etme	SS: Sonuç Çıkarma ve İletişim	17- Öğrencilerden konu ile ilgili çalışmalarını tamamlayanlar elde ettikleri bilimsel bilgileri tüm gruplarla paylaşırlar. 18- Maliyet malzeme tablosu oluşturan grupların çizdikleri prototipleri oluşturmaları istenir. Tasarım için gerekli olan malzemeler laboratuvarından veya öğretmen tarafından öğrencilerin temin etmelerine yardımcı olunur. 19-Tasarımlarını tamamlayan öğrenciler prototip gözlem raporunu doldurur. Daha sonra STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği ve Işığın Renkli Dünyası Tasarımının Özel Değerlendirme Ölçeği uygulanır. Konu ve kavram değerlendirmelerinin ardından gelişmiş prototip çizilerek yeniden gözden geçirilir.
DEĞERLENDİRME		
MTS-SS: Sunma ve İletişim	1-Öğrencilerden grup olarak tasarımlarını sunmaları istenir. Sunarken tasarlama sürecini hangi bilgileri kullandıklarını ifade etmeleri istenir. Her grup üyesinin görüşünün alınmasına dikkat edilir. 2-Sınıftaki diğer öğrencilerin sunum yapan grubun tasarımlarını değerlendirmeleri ve sorular sormaları istenir. 3-Her bir grup için STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeğindeki puanlar hesaplanır ve aralarındaki farkın nedenleri tartışılır. 4-Öğrendikleri bilgileri başka nerelerde ve hangi problemleri çözmek için kullanabilecekleri tartışılır. Renkleri kullanarak çizdikleri resimleri sunarlar.	

EK-29. Işığın Renkli Dünyası



Dünya'nın ilk ve tek ışık sanatı müzesi Unna Lichtkunstzentrum müzesinin devamı ülkemizde açılacak. Müze müdürü Türkiye'ye gelecek ve müze için tasarlanan öneriler incelenecektir. **'Işığın Renkli Dünyası'** adıyla yaratıcı ışık gösterisi aracına ihtiyacımız var. Müzede kullanılacak ışık gösterisi aracı için tasarım konusunda yetenekli mühendisler arıyoruz. Araçlar müze konseptine uygun, ışığın renklerini dile getirecek şekilde olmalıdır. Söz konusu tasarımlarda, "Sanatçıların müze için özel olarak tasarladığı ışık ve sestten oluşan ilginç bir araç tasarımı için neler gereklidir?" sorusunun cevabını da arıyoruz.

Başvurular aşağıda belirtilen adrese yapılmalıdır.

Gerekli belgeler: Ürünün prototip fotoğrafı, kullanılan malzeme listesi, maliyet raporu.

Adres: Gaziantep Müzeyyen Bilim Merkezi
Unnan Star Işık Studyosu Tasarımları



Hadi Minik Mühendis belki de dünyanın konuşacağı o tasarımcı sensin. STEM+A Laboratuvarı'ndan öğrendiklerinle ışığın renkleriyle ışık gösterisi aracının tüm sırlarını ortaya çıkar. Işık gösterisi aracının prototipini yapmak için süreyi en etkili şekilde kullan! "Yüksek kalite düşük maliyet" prensibini unutma. Şimdi ışığın renkli dünyasını göster.

1)Yukarıda verilen yarışma duyurusunda problem nedir? Açıklayınız.

2) Parçada geçen kavramlar(ışığın renkleri) ile ilgili konularda bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

4) Renkler bir araya geldiğinde neler olur?

3) Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyacınız vardır? Açıklayınız.

5) Problemin çözümü için olası çözüm yolları geliştiriniz.

6) Tasarımın sınırlılık ve planlama kriterlerini göz önünde bulundurarak en iyi çözüm yolunu belirleyiniz.

PLANLAMA

Kriterler nelerdir?

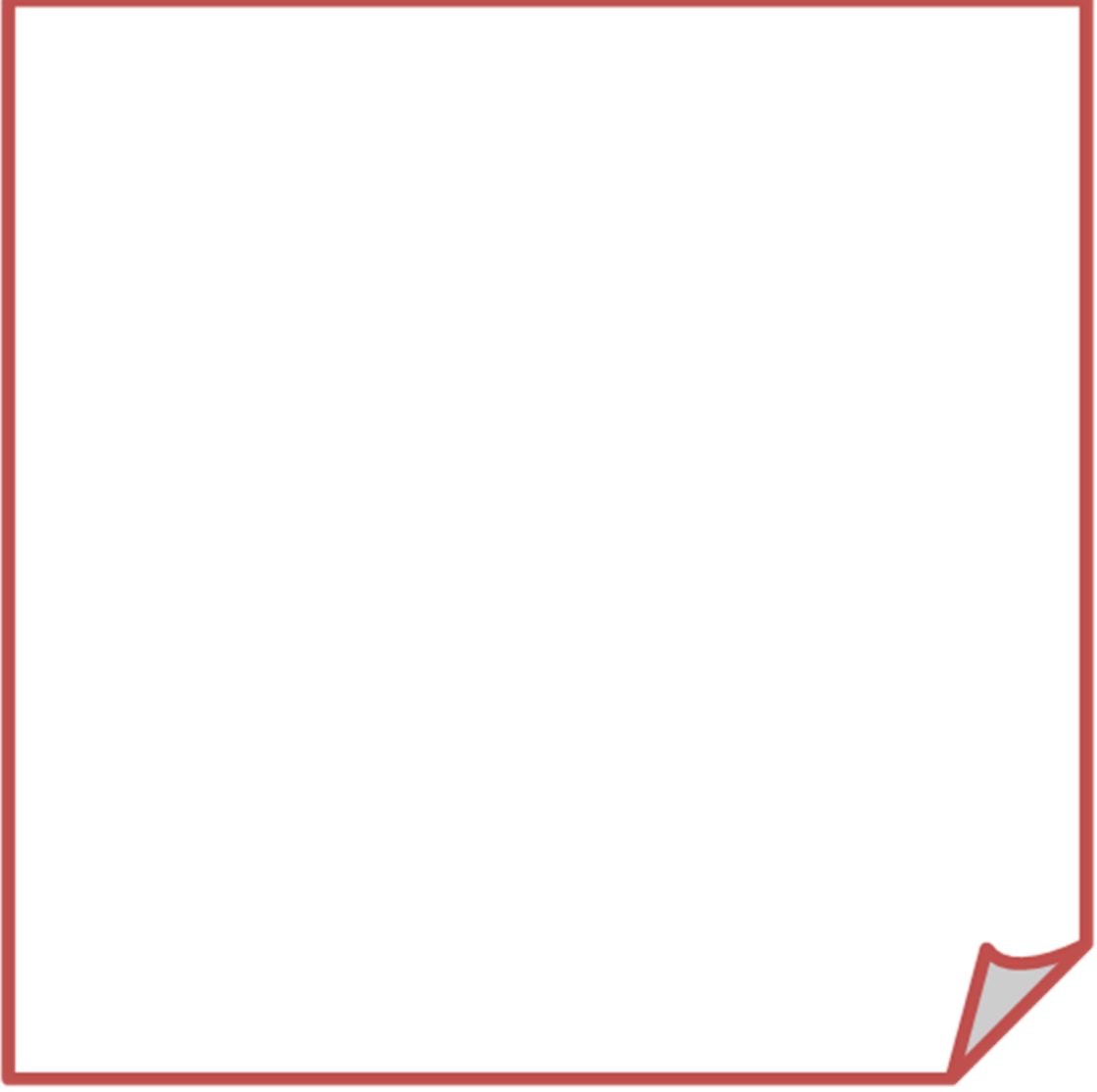
- Minimum maliyet yüksek kalite beklentisini unutma.
- Zamanı etkili kullan.
- Temel ihtiyaç: beyaz ışığın içindeki renkleri görmek.
- Takım çalışmasına inan.

Kullanılan Malzemeler Tablosu

[illegible]

Seçmeyi planladığın malzemeleri düşünerek bir model çiz.

MODEL ÇİZELİM



UYGULAMA

Tasarım Gözlem Raporu:



Tasarımında ne oldu? Farklı aydınlatma kaynaklarından yayılan farklı ışıkların hepsinin yapısı birbirinin aynısı mı? İstedığınız görüntüleri elde edebildiniz mi?



Tasarımında ne tür problemler gözlemledin?



Tasarımındaki problemlere çözüm önerilerin neler?

DEĞERLENDİRME

Şimdi “Işığın renkli dünyası adıyla ışık gösterisi aracı” tasarımının hakem kurulu tarafından değerlendirileceği an.

Daha iyi sonuç için değerlendirmeye açık olmalısın.

STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği

	1 Geliştirilmeli	2 Kabul Edilebilirlik	3 Orta	4 İyi	5 Çok İyi
Özgünlük					
Tasarımı Modelleme					
Bilimsel veriye Dayalı olma					
Kriterlere Uygun Olma					
Pratikte Uygulanabilirlik					
Takım Çalışması					
Toplam					

Işığın Renkli Dünyası: Işık Gösterisi Aracı Tasarımının Özel Değerlendirme Ölçeği

İstedığınız renklerdeki görüntüyü elde ettiniz mi?	Evet ☐	Hayır ☐
Işık gösterisi süresince araç ilk formunu koruyabildi mi?	Evet ☐	Hayır ☐
Toplam Maliyet		

ÜRÜN İNOVASYONU

Her minik mühendis ortaya koyduğu ürünün sürdürülebilirliğini değerlendirip üst seviyeye çıkarmalıdır.

Şimdi sıra sende. Ürünün ile ilgili düşün ve hayal et.

Unutma: icat etme süreci durağan değil dinamiktir.

DÜŞÜNCELERİNİ TOPARLA

- Nasıl daha iyisi olabilirdi?
- Ne Yapmalıyım?
- Uzun vadede maliyeti nasıl azaltabilirim?

Kendimi Değerlendirirmemi Yapıyorum

	Açıklayabiliyorum	Örnek Verebiliyorum	Tespit Edebiliyorum
Işığın yansıması ve soğrulması			
Cisimlerin farklı renkte görülmesi			
Bilimsel sorgulamanın 1-3-4-8 maddelerini			

ART

Proje sürecinde sinema ve müzik sanatına ilişkin “Bir şarkı besteleyelim ve ışık gösterisi aracını kullanarak şarkımıza klip çekelim.

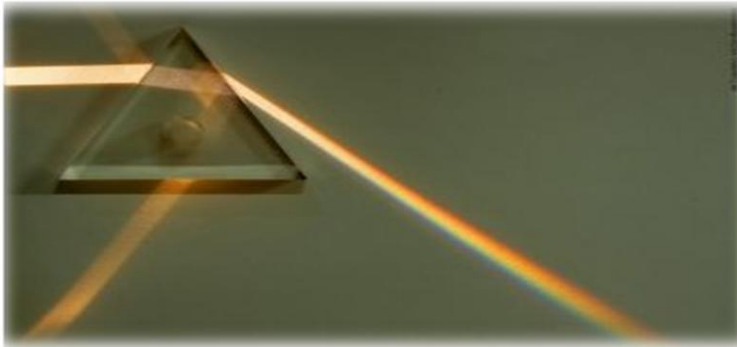
GELİŞMİŞ TASARIMIM



MINİK MÜHENDİS'İN ALAN NOTLARI

EK-30. Hangi Işıhta Hangi Renk Gördüm Etkinliği

İŞİK \ CİSİM	BEYAZ	SİYAH	KIRMIZI	YEŞİL	MAVİ	SARI	MOR	TURKUAZ
BEYAZ								
KIRMIZI								
YEŞİL								
MAVİ								
SARI								
MOR (MAGENTA)								
TURKUAZ (CYAN)								



EK-31. Bilimsel Yaratıcılık Rubriği**“IŞIĞIN RENKLİ DÜNYASI: IŞIK GÖSTERİSİ ARACI” ETKİNLİĞİ BİLİMSEL YARATICILIK RUBRİĞİ**

Düşünce Katmanları	Görevin Bileşenleri	
1.Farkındalık	Tasarımın çizimini yapınız. Tasarımın temel bileşenlerini yazınız.	10p 5-5
2.Gözlem	Tasarımınızın aydınlatması yeterli mi? Yaptığınız tasarımın çalışma sistemini ve kullanım alanlarını anlatınız.	20p
3.Strateji	Tasarımınızda hangi malzemeleri kullandınız, nedenlerini açıklayınız? Tasarımınızı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdiniz? Tasarımınızı nasıl test ettiniz? Nasıl sonuçlara ulaştınız? Tasarımı gerçekleştirirken minimum maliyet yüksek kalite beklentisi doğrultusunda maliyet hesabı yapınız. Diğer grupların tasarımları ile kendi grubunuzun tasarımını karşılaştırınız. Her birine göre eksik veya üstün yönlerini açıklayınız.	30 p 5-5-5-10-5
4. Yansıtma	Hayal ettiğiniz tasarıma ulaşabildiniz mi? Açıklayınız. Geliştirme sürecindeki başarılarınız ve karşılaştığınız zorlukları açıklayınız. Tasarımınızı en baştan yaptığınızı düşünseniz planlama ve uygulaması için hangi önerilerde bulunursunuz?	40p 10-10-20

EK-32. Dördüncü Hafta Modülü

SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME İLE STEAM ETKİNLİK PLANI-4 KALEYDOSKOP	
Etkinliğin Adı: Kaleydoskop Tasarlıyorum	Etkinliğin Konusu: Aynalar
Etkinlik Düzeyi: 7. Sınıf	Etkinliğin Süresi: 6 ders saati
I.BÖLÜM	
Etkinlikle İlişkili MEB Kazanımları	Fen Bilimleri: F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır. a. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez. b. Matematiksel bağıntılara girilmez. c. Çukur aynada cismin görüntüsünün özelliklerinin (büyük / küçük, ters / düz) cismin aynaya olan uzaklığına göre değişebileceği belirtilir. Matematik: M.7.1.1.1. Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar, ilgili problemleri çözer. M.7.4.1.1. Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar. M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir. M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer Görsel Sanatlar: G.7.1.1. Görsel sanat çalışmalarını oluşturmak için araştırmaya dayalı uygulama sürecinin basamaklarını eskiz defterinde gösterir. G.7.1.6. Gözleme dayalı çizimler yapar. G.7.1.7. Atık malzemeleri kullanarak üç boyutlu çalışma yapar. G.7.1.8. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır. Teknoloji ve Tasarım: TT. 7. D. 1. 1. Tasarım problemini söyler. TT. 7. D. 1. 2. Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular. TT. 7. D. 1. 3. Tasarım planı hazırlar. TT. 7. D. 1. 4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur. TT. 7. D. 1. 5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir. TT. 7. D. 1. 6. Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır. TT. 7. D. 2. 1. Sergileyeceği ürün veya ürünlerini sunar.

STEAM Kazanımları		Çevresinde gördüğü ayna çeşitlerini gözlemleyerek aynalardaki görüntü özelliklerini kazandırmak ve günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnekler verebilecek.
		Animasyon izlemeyerek ve çizgi film izleyerek etkileşimli tahtayı kullanabilme ve yapacağı tasarım hakkında bilgi sahibi olabilecek.
		Bilimsel bilgiyi kullanarak bir çiçek dürbünü tasarımı ortaya koyabilecek.
		Doğadaki veya çevresindeki yansıma resimlerini fark edip çizebilmesi.
		Tasarım prototipini gerçekleştirmek için orantısal temel matematiksel hesaplamalar yaparak tasarımın küçük formlarını oluşturacak.

II. BÖLÜM		
UYGULAMA		
MTS: Problemin Belirlenmesi	SS: Yönlendirme	1- Öğretmen derse eline hediye paketi şeklinde bir kutu alarak gelir ve öğrencilere bu kutunun içinde ne olabileceğini sorarak merak uyandırır. “Paketin içinde ne olduğunu bilmek için bana hangi soruları sorabilirsiniz?” sorusunu sorarak derse başlar. Öğrencilerden gelen cevapların ardından ipucu olarak en çok sorduğunuz “öğretmenim en sevdiğiniz öğrenci kim?” sorusunun cevabını vereceğini söyler ve öğrencilerin tahminlerini alır. (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) Öğrenciler sırasıyla düz, çukur ve tümsek ayna olan kutuya bakarak kendilerini farklı şekillerde görürler. Öğretmen derse “Kutuda neden üç ayna olduğunu ve görüntüleriniz tüm aynalarda aynı mıdır?” sorusunu sorarak tartışma ortamı oluşturur. 2-Öğrencilere “Aynaları günlük hayatta nerelerde kullanırsınız? , Günlük hayatta kullanılan tüm aynalar aynı mıdır?” sorularını yönlendirir. Daha sonra https://www.youtube.com/watch?v=u7J2lrRaHYE&t=2s (Ege ile Gaga Ayna) videosu izletilir. Öğrenciler grup içerisinde tartışarak verilen soruları cevaplar. (Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır) 3- Öğretmen öğrencileri bu aşamada vereceği görev için hazırlar. “Bulduğumuz şehirde yer alan Gaziantep Büyükşehir Belediyesi “Kaleydeskobumu(Çiçek Dürbünümü) Tasarlıyorum” adında proje geliştirerek Gaziantep Oyuncak Müzesinde çalışacak minik mühendisler aranmaktadır. Proje konusunda mühendislerden oluşan ekip kurulacaktır. Siz ve takım arkadaşlarınız da minik mühendisler olarak bu ekiplerden olmaya hak kazandınız. Yapacağınız tasarımlarda problemi belirleyerek çözüm önerileri geliştireceksiniz. En iyi çözüm önerisini geliştirdikten sonra belirlenen kriterlere göre projenin üç boyutlu modeli oluşturulacaktır. Modelin tamamlanmasının ardından tüm kriterleri başarılı olarak tamamlayan Gaziantep Büyükşehir Belediye Başkanı tarafından ödüllendirilerek orada çalışma imkânı verilecektir (EK-33).

MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Kavramlaştırma (Soru Sorma- Hipotez Kurma)	4- Öğrencilerden gelen cevapların ardından her gruba üç adet düz, çukur ve tümsek ayna verilerek cismin aynaya uzaklığına göre görüntü değişimini gözlemlmeleri istenir (EK-34). 5- Öğretim kanalı olarak akıllı tahtadan aynalar animasyonu izletilir. Öğretmen birleştirici sorulardan faydalananak soru-cevap yöntemiyle öğrencilerin aynalar konusunda merak ettikleri soruları sormalarını sağlar. (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 6- Öğrencilerden belirlenen kriterlere dikkat edilerek proje ile ilgili çözüm önerileri geliştirmeleri ve geliştirdikleri çözüm önerilerini açıklamaları istenir. (Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.) 7- Öğrencilere yapacakları tasarımı gerçekleştirmek için “Tasarımınız için hangi bilgilere sahip olmalısınız?” sorusunu yönlendirir ve gerekli olan bilgileri keşfedebilecekleri zaman verilir. Öğrenciler bu sayede araştırma sorularını yapılandırır.
MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Araştırma (Keşfetme-Deney yapma-Verileri yorumlama ve Sonuç Çıkarma)	8- Öğrencilerden oluşturdukları sorular ile beraber youtube üzerinden aynalar animasyonu izletilir. Daha sonra gözlemleri ile birlikte EK 2 yer alan tabloyu doldurmaları istenir. Düz, çukur ve tümsek aynaki görüntü özellikleri öğrenildikten sonra öğrenciler aynalardaki farklı görüntülerin nedenini sorgular ve aralarındaki farklılıkları ifade eder. (Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.) 9-Öğrencilerden aynalarda görüntü özelliğiyle ilgili doğru sonuçlara ulaşım ulaşmadıklarını kontrol edebilmek için öğretmen rehberliğinde sınıf tartışması başlatılır. Günlük hayattan örnek vermeleri istenir. Kaşığın iç ve dış yüzeyi öğrenciler tarafından incelenir. 11- Öğretmen İtfaiye ve ambulansın önündeki yazıların neden farklı yazıldığına dikkat çekmek için EK 3 etkinliğe geçer. Öğrencilere araçlardaki yazıların dikkatlerini çekip çekmediği sorularak tartışma ortamı oluşturulur (EK-35).

II. BÖLÜM

UYGULAMA

MTS: Problemin Belirlenmesi

SS: Yönlendirme

1- Öğretmen derse eline hediye paketi şeklinde bir kutu olarak gelir ve öğrencilere bu kutunun içinde ne olabileceğini sorarak merak uyandırır. “Paketin içinde ne olduğunu bilmek için bana hangi soruları sorabilirsiniz?” sorusunu sorarak derse başlar. Öğrencilerden gelen cevapların ardından ipucu olarak en çok sorduğunuz “öğretmenim en sevdiğiniz öğrenci kim?” sorusunun cevabını vereceğini söyler ve öğrencilerin tahminlerini alır. **(Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.)** Öğrenciler sırasıyla düz, çukur ve tümsek ayna olan kutuya bakarak kendilerini farklı şekillerde görürler. Öğretmen derse “Kutuda neden üç ayna olduğunu ve görüntüleriniz tüm aynalarda aynı mıdır?” sorusunu sorarak tartışma ortamı oluşturur.

2-Öğrencilere “Aynaları günlük hayatta nerelerde kullanırız? , Günlük hayatta kullanılan tüm aynalar aynı mıdır?” sorularını yönlendirir. Daha sonra <https://www.youtube.com/watch?v=u7J2lrRaHYE&t=2s> (Ege ile Gaga Ayna) videosu izletilir. **Öğrenciler grup içerisinde tartışarak verilen soruları cevaplar. (Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır)**

12- Öğretmen öğrencileri bu aşamada vereceği görev için hazırlar. “Bulduğumuz şehirde yer alan Gaziantep Büyükşehir Belediyesi “Kaleymiskobumu(Çiçek Dürbünümü) Tasarlıyorum” adında proje geliştirerek Gaziantep Oyuncak Müzesinde çalışacak minik mühendisler aranmaktadır. Proje konusunda mühendislerden oluşan ekip kurulacaktır. Siz ve takım arkadaşlarınız da minik mühendisler olarak bu ekiplerden olmaya hak kazandınız. Yapacağınız tasarımlarda problemi belirleyerek çözüm önerileri geliştireceksiniz. En iyi çözüm önerisini geliştirdikten sonra belirlenen kriterlere göre projenin üç boyutlu modeli oluşturulacaktır. Modelin tamamlanmasının ardından tüm kriterleri başarılı olarak tamamlayan Gaziantep Büyükşehir Belediye Başkanı tarafından ödüllendirilerek orada çalışma imkanı verilecektir (EK-35).

MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Kavramlaştırma (Soru Sorma- Hipotez Kurma)	13- Öğrencilerden gelen cevapların ardından her gruba üç adet düz, çukur ve tümsek ayna verilerek cismin aynaya uzaklığına göre görüntü değişimini gözlemlmeleri istenir (EK-34). 14- Öğretim kanalı olarak akıllı tahtadan aynalar animasyonu izletilir. Öğretmen birleştirici sorulardan faydalanarak soru-cevap yöntemiyle öğrencilerin aynalar konusunda merak ettikleri soruları sormalarını sağlar. (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 15- Öğrencilerden belirlenen kriterlere dikkat edilerek proje ile ilgili çözüm önerileri geliştirmeleri ve geliştirdikleri çözüm önerilerini açıklamaları istenir. (Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.) 16- Öğrencilere yapacakları tasarımı gerçekleştirmek için “Tasarımınız için hangi bilgilere sahip olmalısınız?” sorusunu yönlendirir ve gerekli olan bilgileri keşfedebilecekleri zaman verilir. Öğrenciler bu sayede araştırma sorularını yapılandırır.
MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Araştırma (Keşfetme-Deney yapma-Verileri yorumlama ve Sonuç Çıkarma)	17- Öğrencilerden oluşturdukları sorular ile beraber youtube üzerinden aynalar animasyonu izletilir. Daha sonra gözlemleri ile birlikte EK 2 yer alan tabloyu doldurmaları istenir. Düz, çukur ve tümsek aynaki görüntü özellikleri öğrenildikten sonra öğrenciler aynalardaki farklı görüntülerin nedenini sorgular ve aralarındaki farklılıkları ifade eder. (Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.) 9-Öğrencilerden aynalarda görüntü özelliğiyle ilgili doğru sonuçlara ulaşip ulaşmadıklarını kontrol edebilmek için öğretmen rehberliğinde sınıf tartışması başlatılır. Günlük hayattan örnek vermeleri istenir. Kaşığın iç ve dış yüzeyi öğrenciler tarafından incelenir. 20- Öğretmen İtfaiye ve ambulansın önündeki yazıların neden farklı yazıldığına dikkat çekmek için EK 35’deki etkinliğe geçer. Öğrencilere araçlardaki yazıların dikkatlerini çekip çekmediği sorularak tartışma ortamı oluşturulur (EK-35).

		21- Aynalardaki görüntü özelliği öğrenciler tarafından keşfedildikten sonra tasarımlarını yapabilmeleri için farklı aynaların farklı kullanım alanları etkinliği yapılır. Etkinliğe geçilmeden önce öğrencilere araştırma yapmaları için imkan ve zaman verilir.(bilgisayar ve akıllı tahta) (Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır) 22- Sanat boyutuna geçiş yapılarak Anish Kapoor'un Cloud Gate, adlı heykeli gösterilir. Heykelin yansımasında ne kullanılmıştır? Sorunu yönelterek öğrencilerin cevabını alır ve heykel hakkında bilgilendirerek Sky Mirror eserine geçirilerek öğrenciler bilgilendirilir. 23- Daha sonra öğrencilerden 'kalemimden yansıyanlar' adıyla resmini çizmesi istenir. (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.) 24- Yaptıkları araştırmalarının tasarımlarına hizmet etmesi sürekli öğrencilere hatırlatılır. Elde ettikleri bilgiyi çözüm önerilerine uyarlayabilmek için planlama kriterleri verilerek malzeme ve maliyet tablosunu doldurmaları istenir. Öğrencilerden seçmeyi düşündükleri malzemelerle bir prototip çizmeleri istenir (Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur).
MTS: Prototipi tasarlama ve Test Etme	SS: Sonuç Çıkarma ve İletişim	3- Öğrencilere ışık mühendisleri ve ışık enerjisi meraklıları olarak seçtikleri malzeme ve materyallerle tasarımlarını üç boyutlu hale getirmeleri istenir. (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.) 4- Bu aşamada öğrencilere yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimini engelleyebileceği için tasarımı gerçekleştirmeye yönelik yönerge verilmemeli, öğrencilerin kendi tasarımlarını oluşturmalarına fırsat tanınmalıdır. Ancak değerlendirmenin bilimsel bilgi ışığında ve tasarım özellikleri doğrultusunda yapılacağı hatırlatılmalıdır. (STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği) 5- Her grup kendi tasarımını tamamladıktan sonra yaptıkları çiçek dürbünlerinde elde ettikleri görüntüyü sınıfta paylaşırlar. 6- Sanat boyutunda öğrencilere yaptığımız kaleydoskoplardan yola çıkarak bir koordinat sistemi çizmeleri istenir ve kesişen dört ayna varmış gibi düşünerek simetrik görüntüler çizmeleri istenir. Fotoğraf sanatıyla ilişkilendirme yapılarak her gruptan 'kalemimden yansıyanlar' adıyla yaptığı resmi sınıfta paylaşılır.(Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.)

DEĞERLENDİRME

MTS-SS: Sunma ve İletişim

1-Öğrencilerden grup olarak tasarımlarını sunmaları istenir. Sunarken tasarlama sürecini hangi bilgileri kullandıklarını ifade etmeleri istenir. Her grup üyesinin görüşünün alınmasına dikkat edilir.

2-Sınıftaki diğer öğrencilerin sunum yapan grubun tasarımlarını değerlendirmeleri ve sorular sormaları istenir.

3-Her bir grup için STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeğindeki puanlar hesaplanır ve aralarındaki farkın nedenleri tartışılır.

4-Öğrendikleri bilgileri başka yerlerde ve hangi problemleri çözmek için kullanabilecekleri tartışılır.

EK-33. Yarışma Duyurusu

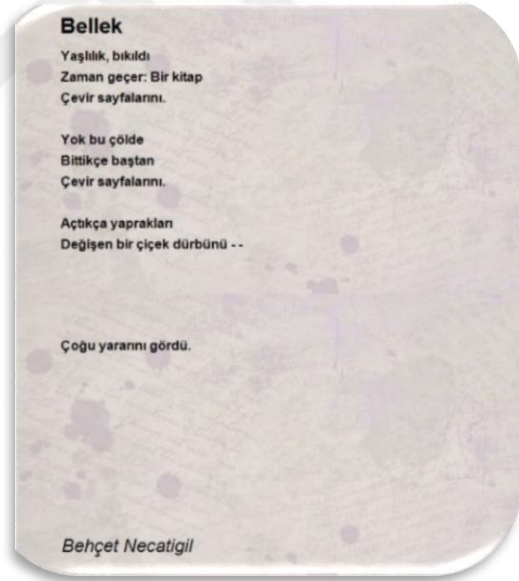
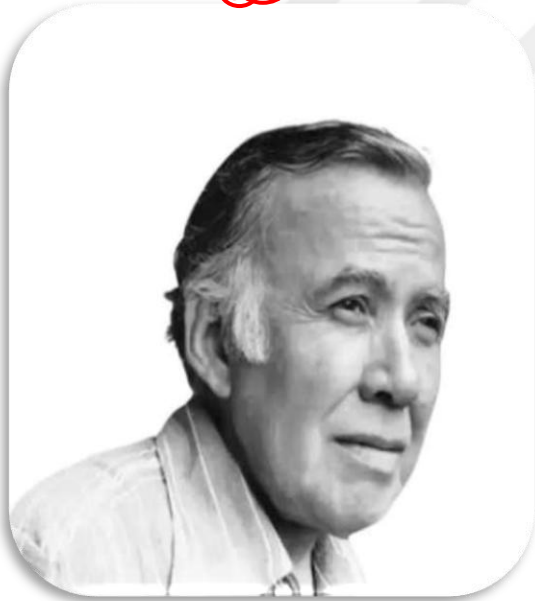


**Çiçek dürbünü konusunda yetenekli ve bilgili
mühendisler arıyoruz!**

**Bilimsel sorgulama yapan eğlenceli
ve güzel bir ekibin parçası olmak ister misin?**

Behçet Necatigil'in "Bellek" şiirinde yer alan "Açtıkça
yaprakları/değişen bir çiçek dürbünü "mısraların da kaleydoskopla
değiştiğini biliyor muydunuz?

Behçet Necatigil' in bu şiirini daha iyi anlamak için haydi bizde
"kaleydoskop (çiçek dürbünü)" yapalım ve ışığın renkli dünyasını
hayal dünyamızla birleştirelim.



Gerekli Belgeler: Ürün modelinin fotoğrafı, kullanılan malzemeler listesi, maliyet raporu.

Adres: Gaziantep Oyuncak Müzesi

1)Yukarıda öğrenciler için verilen iş ilanı duyurusunda problem nedir? Açıklayınız.

2) Parçada geçen kavramlar(çiçek dürbünü, aynalar) ile ilgili konularda bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

3) Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyacınız vardır? Açıklayınız.

5) Problemin çözümü için olası çözüm yolları geliştiriniz.

6) Tasarımın sınırlılık ve planlama kriterlerini göz önünde bulundurarak en iyi çözüm yolunu belirleyiniz.

PLANLAMA

Kriterler nelerdir?

- Minimum maliyet yüksek kalite beklentisini unutma.
- Zamanı etkili kullan.
- Temel ihtiyaç: beyaz ışığın içindeki renkleri görmek.
- Takım çalışmasına inan.

Kullanılacak Malzemeler Tablosu

[illegible]

Seçmeyi planladığın malzemeleri düşünerek bir model çiz.

MODEL ÇİZELİM



UYGULAMA

Tasarım Gözlem Raporu:



Ne oldu? İstedığınız görüntüleri elde edebildiniz mi?



Tasarımda ne tür problemler gözlemledin?



Tasarımdaki problemlere çözüm önerilerin neler?

DEĞERLENDİRME

Şimdi “Kaleydoskop (çiçek dürbünü)” tasarımının hakem kurulu tarafından değerlendirileceği an.

Daha iyi sonuç için değerlendirmeye açık olmalısın.

STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği

	1 Geliştirilmeli	2 Kabul Edilebilirlik	3 Orta	4 İyi	5 Çok İyi
Özgünlük					
Tasarımı Modelleme					
Bilimsel Veriye Dayalı olma					
Kriterlere Uygun Olma					
Pratikte Uygulanabilirlik					
Takım Çalışması					
Toplam					

Işığın Renkli Dünyası: Kaleydoskop (Çiçek Dürbünü) Tasarımının Özel Değerlendirme Ölçeği

İstedığınız renklerdeki ve şekildeki görüntüyü elde ettiniz mi?	Evet ☐	Hayır ☐
Sunum süresince kaleydoskop ilk formunu koruyabildi mi?	Evet ☐	Hayır ☐
Hesaplanan Toplam Maliyet		

ÜRÜN İNOVASYONU

Her minik mühendis ortaya koyduğu ürünün sürdürülebilirliğini değerlendirip üst seviyeye çıkarmalıdır.

Şimdi sıra sende. Ürünün ile ilgili düşün ve hayal et.

Unutma: icat etme süreci durağan değil dinamiktir.

DÜŞÜNCELERİNİ TOPARLA

- Nasıl daha iyisi olabilirdi?
- Ne Yapmalıyım?
- Uzun vadede maliyeti nasıl azaltabilirim?

Kendi Değerlendirmemi Yapıyorum

	Açıklayabiliyorum	Örnek Verebiliyorum	Tespit Edebiliyorum
Düz aynada görüntü özellikleri ve kullanım alanları			
Küresel aynalarda görüntü özellikleri ve kullanım alanları			
Bilimsel sorgulamanın 1-3-4-8 maddelerini			

ART

Proje sürecinde düz aynada simetri çizimleri ve kalemimden yansıyanlar adıyla doğadaki yansımadan çizdiği resimleri paylaşır.

GELİŞMİŞ TASARIMIM



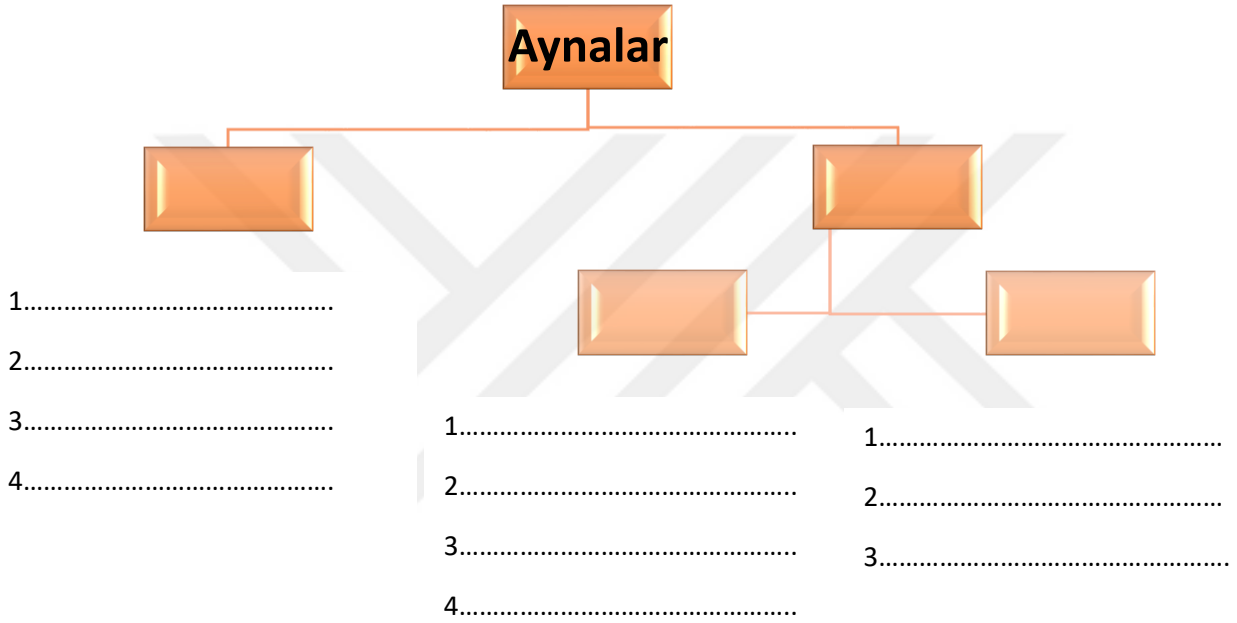
MINİK MÜHENDİS'İN ALAN NOTLARI

EK-34. Farklı Aynalarda Görüntü Oluşumu

Halil İbrahim Fen Bilimleri dersinde aynalar konusunu öğrenecekti. Derse hazırlık yapmaya başladı. Halil İbrahim'in derse hazırlık yapabilmesi için aşağıda aklına takılan araştırma soruları bulunmaktadır.

- Günlük hayatta kullanılan tüm aynalar aynı mıdır? Farklı aynalardan baktığımızda kendimizi nasıl görürüz?
- Bazı aynalar bizi olduğumuzdan küçük bazıları ise daha büyük göstermesinin nedeni nedir?
- Kaç çeşit ayna vardır? Görüntü özelliklerini karşılaştırınız.

Halil İbrahim'in bu araştırma sorularını cevaplaması, aşağıdaki tabloyu doldurması ve gerçekleştireceği tasarımı yapabilmesi için aynalardaki görüntü özelliğini öğrenmesi gerekmektedir.



Malzemeler:

*Düz ayna *Tümsek ayna *Çukur ayna *Kalem veya küçük oyuncak * Üç ayak ve bağlama parçası



EK-35. Yazılar Neden Farklı Görünüyor Etkinliği



İtfaiye ve ambulans yazılarının ters yazılma sebebi nedir? Aynadaki görüntülerini çiziniz.

Aşağıda verilen örneklerde farklı aynaların farklı kullanım alanları verilmiştir. Örneklerde hangi aynaların kullanıldığını araştırıp işaretleyiniz.

Kullanım Alanları	Düz ayna	Çukur ayna	Tümsek ayna
Makyaj aynası			
Araba farı			
Kavşak aynası			
Mağaza güvenlik aynası			
Dış hekimlerinin kullandığı ayna			
El feneri			
Arabaların dikiz aynası			
Arabaların yan aynası			
Mağaza güvenlik aynaları			
Tepegöz			
Mikroskop			
Teleskop			
periskop			
Projeksiyon cihazı			

EK-36. Bilimsel Yaratıcılık Rubriği**“KALEYDOSKOBUMU TASARLIYORUM” ETKİNLİĞİ BİLİMSEL YARATICILIK RUBRİĞİ**

Düşünce Katmanları	Görevin Bileşenleri	
1.Farkındalık	Tasarımın çizimini yapınız. Tasarımın temel bileşenlerini yazınız.	10p 5-5
2.Gözlem	Kaleydoskopta istediğiniz görüntüyü elde ettiniz mi? İstediğiniz görüntüler nasıl oluştu? Bir ayna ile aynı görüntüleri elde edebilir miyiz? Yaptığınız tasarımın çalışma sistemini anlatınız. Kaleydoskop sanat ve teknolojide hangi gelişmelere yol açmıştır?	20p 5-5-5-5
3.Strateji	Tasarımınızda hangi malzemeleri kullandınız, nedenlerini açıklayınız? Tasarımınızı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdiniz? Tasarımınızı nasıl test ettiniz? Nasıl sonuçlara ulaştınız? Tasarımı gerçekleştirirken minimum maliyet yüksek kalite beklentisi doğrultusunda maliyet hesabı yapınız. Diğer grupların tasarımları ile kendi grubunuzun tasarımını karşılaştırınız. Her birine göre eksik veya üstün yönlerini açıklayınız.	30 p 5-5-5-10-5
4. Yansıtma	Hayal ettiğiniz tasarıma ulaşabildiniz mi? Açıklayınız. Geliştirme sürecindeki başarılarınız ve karşılaştığınız zorlukları açıklayınız. Tasarımınızı en baştan yaptığınızı düşünseniz planlama ve uygulaması için hangi önerilerde bulunursunuz?	40p 10-10-20

EK-37. Beşinci Hafta Modülü

SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME İLE STEAM ETKİNLİK PLANI-5 DENEYİMİ TASARLIYORUM	
Etkinliğin Adı: Deneyimi Tasarlıyorum	Etkinliğin Konusu: Işığın Kırılması
Etkinlik Düzeyi: 7. Sınıf	Etkinliğin Süresi: 2 ders saati
I.BÖLÜM	
Etkinlikle İlişkili MEB Kazanımları	Fen Bilimleri: F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. a. Tam yansımaya ve prizmalarda kırılmaya girilmez. b. Snell (Kırılma) Yasası'na girilmez. Matematik: M.7.1.1.3. Tam sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapar. M.7.3.1.1. Bir açıyı iki eş açıya ayırarak açıortayı belirler. M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümelerini çizer. M.7.4.1.1. Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar. Görsel Sanatlar: G.7.1.5. Görsel sanat çalışmasında farklı perspektif tekniklerini kullanır. G.7.1.6. Gözleme dayalı çizimler yapar. G.7.1.7. Atık malzemeleri kullanarak üç boyutlu çalışma yapar. G.7.1.8. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır. G.7.3.8. Bilgi ve deneyimlerin sanat eserine yönelik bakış açısını nasıl etkilediğini açıklar. Teknoloji ve Tasarım: TT. 7. A. 1. 1. Teknoloji ve tasarım ile ilişkili kavramları tanımlar. TT. 7. A. 1. 4. Ülkemizdeki teknolojik gelişmeleri değerlendirir. TT. 7. A. 2. 5. Sanat/tasarım elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanarak bir tasarım oluşturur. TT. 7. B. 1. 2. Günlük hayatta karşılaşılan bir sorun, ihtiyaç veya gerçekleştirebileceği hayalini “tasarım problemi” şeklinde ifade eder. TT. 7. B. 1. 6. Tasarım oluşturulurken kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevre faktörlerinin önemini açıklar.

STEAM Kazanımları		Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile açıklayabilmek ve günlük yaşamdaki uygulamalarına örnekler verebilecek.
		Animasyon ve simülasyonlardan yararlanarak tasarımlarındaki eksiklikleri tespit edebilecekler.
		Bilimsel bilgiyi kullanarak kırılma olayını gösteren bir deney tasarımı ortaya koyabilecek.
		Resim sanatıyla ilişkilendirerek su altındaki cisimlerin görüntüsünü çizebilmesi. (Yakın ve uzaklığı dikkate alınır.)
		Tasarım prototipini gerçekleştirmek için orantısal temel matematiksel hesaplamalar yaparak tasarımın küçük formlarını oluşturacak. Açılar konusuna dikkat ederek gelme ve yansıma açılarını hesaplayabilmesi.

II. BÖLÜM		
UYGULAMA		
MTS: Problemin Belirlenmesi	SS: Yönlendirme	1- Öğretmen derse başlamadan önce öğrencilerin derse hazırlıklı gelip gelmedikleri kontrol edilir. Öğrencilere ışığa yönelik ön bilgilerini açığa çıkaracak sorular yöneltilerek bununla ilgili düşünceleri ve sınıf tartışması yapmaları sağlanır.(Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 2- Öğretmen sınıfa getirdiği bir çay bardağı ve kaşığı göstererek gözlem yapmalarını ve gözlemlerini ifade etmeleri istenir.(Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır.) 3- Öğretmen öğrencileri bu aşamada vereceği görev için hazırlar. Okulumuzda “7. Sınıflar İçin Deneyimi Tasarlıyorum Yarışması Başlıyor” ve yarışmaya katılacak ekipler kurulmuştur. Siz ve takım arkadaşlarınız minik mühendisler olarak yarışmaya katılmaya hak kazandınız. Yarışmaya katılan tüm gruplardan ışığın ortam değiştirirken kırıldığını gösteren bir deney tasarımı istenmektedir. Yapacağınız tasarım deneyinde araştırmalar yapıp kriterlere uygun çözüm önerileri geliştirerek bir hipotez belirleyerek ona uygun deney tasarlamanız beklenmektedir. Ön tanıtımı geçen ekipler deneyinin modelini oluşturarak ve posterini hazırlayarak yarışmaya katılacaktır. Tüm kriterleri başarılı olarak en iyi şekilde sunan takım okul müdürü tarafından ödüllendirilecek ve tasarladığı deneyi ilçedeki diğer okullara sunma imkanı verilecektir (EK-38)

MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Kavramsallaştırma (Soru Sorma-Hipotez Kurma)	4- Öğrencilerden gelen soru ve cevapların ardından “aracın hareketini gözlemleyelim.” etkinliği yaptırılır. Etkinlikten önce https://www.youtube.com/watch?v=46nTHlFPE_U adresinden öğrencilere nasıl yapılması gerektiği izletilir ve laboratuvardaki malzemeleri kullanarak her grubun yapması istenir. Etkinlikten sonra her grup kendi içinde “araba neden yön değiştirdi?” sorusunun cevabını tartışır daha sonra öğretmen rehberliğinde sınıf tartışması başlatılır. Arabanın yön değiştirme nedenini ifade eden öğrencilere bu durumun ışığın kırılmasına benzetmeleri için yönlendirici sorular sorulur. Öğrenciler bu etkinlikte ışığın kırılmasını gözlemleyerek açıklarlar. (Bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir.) 5- Öğrenciler öğrendikleri bilgileri günlük olaylarla bağdaştırmaları için “günlük hayatta ışığın kırılması örnekleri nelerdir?” sorusu yönlendirilerek araştırma sorularını oluştururlar. (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 6- Öğrenciler öğrendikleri bilgileri günlük olaylarla bağdaştırmaları için “günlük hayatta ışığın kırılması örnekleri nelerdir?” sorusu yönlendirilerek araştırma sorularını oluştururlar. (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 7- Öğrencilerden belirlenen kriterlere dikkat ederek tasarlayacağı deney ile ilgili çözüm önerileri geliştirerek bir hipotez kurmaları istenir. Ve hipotezini kağıda yazarak açıklar (EK-39). 8- Öğrenciler “deneyimi tasarlıyorum projeniz için hangi bilgilere sahip olmalısınız?” sorusu yönlendirilir ve araştırma yapmaları için gerekli bilgileri keşfedebilecekleri fırsat verilir. Öğrenciler bu sayede araştırma sorularını yapılandırır. (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.)

MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Araştırma (Keşfetme-Deney yapma-Verileri yorumlama) ve Sonuç Çıkarma	8-Öğrencilerin oluşturdukları sorular ile beraber morpa kampüsten bir video izletilir. Gerekli bilgiler buradan öğrenilerek tekrardan hipotezlerini gözden geçirmeleri istenir. Yazdıkları hipotezin amaçla ilişkili olup olmadığına karar verirler. Öğrencilerin yaptığı araştırmalar ve gözlemleri sonucunda ışığın izlediği yolu gözlemleyerek tüm topladığı verileri toplamaları ve çizerek göstermesi istenir. 9-RIASEC Mesleki İlgi Envanterindeki Investigate (Sorgulamacı ve araştırmacı) kategorisindeki meslekler hakkında bilgi verilir. 10- https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_tr.html uygulamasından farklı ortamlarda ışığın kırılması simülasyonları yaptırılır. 11- Kırılmanın özellikleri öğrenildikten sonra öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları olaylarla ilişkilendirmeleri istenerek bilimsel tartışma yapmaları sağlanır. (Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.) 12- Mirim Çelebi videosu izletilerek çalışmalarında bahsedilir ve tartışma kapsamı genişletilir. Öğrencilere reflaktometre tanıtımı yapılır. 13- Balığın suda farklı konumlarda görünmesini anlamak için https://javalab.org/en/refraction-a-fish-under-water-en/ kırılma simülasyonu yaptırılır. 14- Yaptıkları araştırmalarının tasarımlarına hizmet etmesi sürekli öğrencilere hatırlatılır. Elde ettikleri bilgiyi çözüm önerilerine uyarlayabilmek için planlama kriterleri verilerek malzeme ve maliyet tablosunu doldurmaları istenir. Öğrencilerden seçmeyi düşündükleri malzemelerle deney düzeneğinin modelini çizmeleri istenir. (Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur.)
MTS: Prototipi tasarlama ve Test Etme	SS: Sonuç Çıkarma ve İletişim	15-Öğrencilere ışık mühendisleri ve ışık enerjisi meraklıları olarak seçtikleri malzeme ve materyallerle deney tasarımlarını üç boyutlu hale getirmeleri istenir. (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.) 16-Bu aşamada öğrencilere yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimini engelleyebileceği için tasarımı gerçekleştirmeye yönelik yönerge verilmemeli, öğrencilerin kendi tasarımlarını oluşturmalarına fırsat tanınmalıdır. Ancak değerlendirmenin bilimsel bilgi ışığında ve tasarım özellikleri doğrultusunda yapılacağı hatırlatılmalıdır. (STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği) 17- Sanat boyutunda öğrencilere yaptığımız simülasyon deneylerinde sonra su altındaki cisimlerin görüntüsünü çizme çalışması yaptırılır. (Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır.)

DEĞERLENDİRME	
MTS-SS: Sunma ve İletişim	1-Öğrencilerden grup olarak tasarladıkları deneyleri sunmaları istenir. Sunarken tasarlama sürecini hangi bilgileri kullandıklarını ifade etmeleri istenir. Her grup üyesinin görüşünün alınmasına dikkat edilir. 2-Sınıftaki diğer öğrencilerin sunum yapan grubun tasarımlarını değerlendirmeleri ve sorular sormaları istenir. 3-Her bir grup için STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeğindeki puanlar hesaplanır ve aralarındaki farkın nedenleri tartışılır. 4-Öğrendikleri bilgileri başka nerelerde ve hangi problemleri çözmek için kullanabilecekleri tartışılır.



Hadi Minik Mühendis belki de dünyanın konuşacağı o deney tasarımcısı sensin. STEM+A Laboratuvarı'ndan öğrendiklerinle ışığın kırılmasını gösteren deney tasarımının tüm sırlarını ortaya çıkar. Işığın kırılmasını gösteren bir deney tasarımını yapmak için süreyi en etkili şekilde kullan! “Yüksek kalite düşük maliyet” prensibini unutma. Şimdi ışığın kırılmasını gösterme zamanı.

1) Yukarıda verilen yarışma duyurusunda problem nedir? Açıklayınız.

2) Yarışma duyurusunda geçen kavramlar(ışığın kırılması) ile ilgili konularda bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

3) Yarışmaya katılmak için hangi bilgilere ihtiyacınız vardır? Açıklayınız.

Deney malzemelerinize karar vererek ışığın kırılması ile ilgili bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyin aşamalarını gerekçeleriyle açıklayınız.

DENEYİN ADI



DENEYİN AMACI

PLANLAMA KRİTERLERİ

Minimum maliyet yüksek kalite beklentisini unutma. Zamanı etkili kullan. Takım çalışmasına inan.

Malzemeler

Maliyet

DESTEKLEDİĞİN HİPOTEZ CÜMLESİ VE NEDENLERİ

DENEYİN ŞEKİL ÇİZİMİ

DENEYİN YAPILIŞI



DENEYDE GÖZLEMLenenLER



DENEYDEN ÇIKARILACAK SONUÇLAR VE KAZANILAN BİLİMSEL SORGULAMA BİLEŞENLERİ

Deneyimi Tasarlıyorum Model Gözlem Raporu:



Tasarımında ne oldu?



Tasarımında ne tür problemler gözlemledin?



Tasarımındaki problemlere çözüm önerilerin neler?

DEĞERLENDİRME

Şimdi “Işığın Kırılmasını Gösteren Bir Deney Tasarımının” hakem kurulu tarafından değerlendirileceği an. Daha iyi sonuç için değerlendirmeye açık olmalısın.

STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği

	1 Geliştirilmeli	2 Kabul Edilebilirlik	3 Orta	4 İyi	5 Çok İyi
Özgünlük					
Deney Tasarımı Modelleme					
Bilimsel veriye Dayalı olma					
Kriterlere Uygun Olma					
Pratikte Uygulanabilirlik					
Takım Çalışması					
Toplam					

İşığın Kırılmasını Gösteren Deney Tasarımım için Özel Değerlendirme Ölçeği

Yaptığınız tasarımlarda ışığın kırılmasını gördünüz mü?	Evet ☐	Hayır ☐
Yarışma süresince tasarladığınız deney ilk formunu koruyabildi mi?	Evet ☐	Hayır ☐
Toplam Maliyet		

ÜRÜN GELİŞTİRME

Her minik mühendis ortaya koyduğu ürünün sürdürülebilirliğini değerlendirip üst seviyeye çıkarmalıdır.

Şimdi sıra sende. Tasarladığın deney ile ilgili düşün ve hayal et.

Unutma: Tasarım süreci durağan değil dinamiktir.

DÜŞÜN

- Nasıl daha iyisi olabilirdi?
- Ne Yapmalıyım?
- Uzun vadede maliyeti nasıl azaltabilirim?

Kendi Değerlendirmemi Yapıyorum

	Açıklayabiliyorum	Örnek Verebiliyorum	Tespit Edebiliyorum
İşığın Kırılması			
Günlük hayatta ışığın kırılması örnekleri			
Bilimsel Sorgulama Bileşenleri			

ART

Su altındaki cisimlerin görüntüsünü çizme çalışmasını sınıfta paylaşır.

GELİŞMİŞ DENEY TASARIM ÇİZİMİM



MİNİK MÜHENDİS'İN ALAN NOTLARI

Ek-39. Bilimsel Yaratıcılık Rubriği**“DENEYİMİ TASARLIYORUM” ETKİNLİĞİ BİLİMSEL YARATICILIK RUBRİĞİ**

Düşünce Katmanları	Görevin Bileşenleri	
1.Farkındalık	Tasarımın çizimini yapınız. Tasarımın temel bileşenlerini yazınız.	10p 5-5
2.Gözlem	Ortam değiştiren ışığın kırılması gözlemlendi mi? Yaptığınız tasarımlarda ışığın farklı ortamlardaki yoğunluklarını karşılaştırarak ışığın kırılmasını açıklayınız. Tam yansımanın günlük hayattaki ve teknolojideki kullanım alanlarını örnek vererek açıklayınız.	20p 5-10-5
3.Strateji	Tasarımınızda hangi malzemeleri kullandınız, nedenlerini açıklayınız? Tasarımınızı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdiniz? Tasarımınızı nasıl test ettiniz? Nasıl sonuçlara ulaştınız? Tasarımı gerçekleştirirken minimum maliyet yüksek kalite beklentisi doğrultusunda maliyet hesabı yapınız. Diğer grupların tasarımları ile kendi grubunuzun tasarımını karşılaştırınız. Her birine göre eksik veya üstün yönlerini açıklayınız.	30 p 5-5-5-10-5
4. Yansıtma	Hayal ettiğiniz tasarıma ulaşabildiniz mi? Açıklayınız. Geliştirme sürecindeki başarılarınız ve karşılaştığınız zorlukları açıklayınız. Tasarımınızı en baştan yaptığınızı düşünseniz planlama ve uygulaması için hangi önerilerde bulunursunuz?	40p 10-10-20

EK-40. Altıncı Hafta Modülü

SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME İLE STEAM ETKİNLİK PLANI-6	
Etkinliğin Adı: Kendi teleskobumuzu Yapalım “Galileoskop” Etkinlik Düzeyi: 7. Sınıf	Etkinliğin Konusu: Işığın Soğrulması Etkinliğin Süresi: 4 ders saati
I.BÖLÜM	
Etkinlikle İlişkili MEB Kazanımları	Fen Bilimleri: F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler. F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler. Matematik: M.7.1.1.3. Tam sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapar. M.7.3.1.1. Bir açıyı iki eş açıya ayırarak açıortayı belirler. M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümelerini çizer. M.7.4.1.1. Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar. Görsel Sanatlar: G.7.1.5. Görsel sanat çalışmasında farklı perspektif tekniklerini kullanır. G.7.1.6. Gözleme dayalı çizimler yapar. G.7.1.7. Atık malzemeleri kullanarak üç boyutlu çalışma yapar. G.7.1.8. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır. G.7.3.8. Bilgi ve deneyimlerin sanat eserine yönelik bakış açısını nasıl etkilediğini açıklar. Teknoloji ve Tasarım: TT. 7. A. 1. 1. Teknoloji ve tasarım ile ilişkili kavramları tanımlar. TT. 7. A. 1. 4. Ülkemizdeki teknolojik gelişmeleri değerlendirir. TT. 7. A. 2. 5. Sanat/tasarım elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanarak bir tasarım oluşturur. TT. 7. B. 1. 2. Günlük hayatta karşılaşılan bir sorun, ihtiyaç veya gerçekleştirebileceği hayalini “tasarım problemi” şeklinde ifade eder. TT. 7. B. 1. 6. Tasarım oluşturulurken kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevre faktörlerinin önemini açıklar.

STEAM Kazanımları		Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemleyebilecek. Oluşturduğu hipotezlerle merceklerin odak noktasını belirleyebilecek.
		Animasyon izleme ve teknolojik gelişmelerden yararlanarak tasarımlarındaki eksiklikleri tespit edebilecekler.
		Bilimsel bilgiyi kullanarak kendi teleskobunu yapabilecek tasarımı ortaya koyabilecek.
		Müzik sanatıyla ilişkilendirerek mercekler şarkısı dinletilir. Galileo ve Newton'un çalışmalarından bahsedilir.
		Tasarım prototipini gerçekleştirmek için orantısal temel matematiksel hesaplamalar yaparak tasarımın küçük formlarını oluşturacak.

II. BÖLÜM		
UYGULAMA		
MTS: Problem Belirlenmesi	SS: Yönlendirme	1- Öğretmen derste geçen konuya değinerek ışığın kırılmasını ve örneklerini öğrencilere hatırlatır. Daha sonra “kalın ve ince kenarlı merceklerde ışığın kırılması nasıl oluşur?” sorusunu yönelterek öğrencilerin ön bilgileri açığa çıkarılır. Öğretmen öğrencilere rehberlik ederek sınıfta tartışma ortamı oluşturur. Öğrenciler düşüncelerini gerekçelendirerek açıklarlar. (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 2- Öğretmen öğrencileri araştırmaya keşfetme sürecine yönlendirmek için aşağıdaki soruları yöneltir. -Nine veya dedelerimizin kullandığı büyütme gözlüklerini incelediniz mi? -Kitap okuma gözlüğü ya da uzak gözlüğün yapısı nasıldır? -İnsanların kullandıkları gözlükler birbirinden farklı mıdır? -İnsanlar camdan gözlük yapıp kullanabilirler mi? -Pencere camı ve gözlük camı arasındaki farklar nedir? (Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.) 3- Birinci ünite gördüğümüz teleskobun yapısındaki asıl malzeme nedir? Sorusu yönlendirilerek tasarımı süreci işe koyulur. Bu ünite geçen Hans lipershy, Galileo ve Newton’un yapmış olduğu teleskopların tarihçesine değinilir. Öğrencilerin bilgisayardan araştırma yapmalarına imkan verilir.(Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.) 4- Öğretmen öğrencileri bu aşamada vereceği görev için hazırlar. “Bulunduğumuz şehirde yer alan Gaziantep Büyük Şehir Belediyesi “Gözlemevi ve Bilim Merkezi ile ‘Gökyüzü Gözlem Gecesi’ etkinliği düzenleyerek öğrencileri gökyüzü ve gökcisimlerini tanıma fırsatı verecektir. Bu etkinliğe katılabilmek için her grup “Kendi teleskobumu tasarlıyorum adıyla Galileoskop tasarımı yapacaktır. Siz ve takım arkadaşlarınızda optik mühendisleri olarak Galileoskop tasarlamanız gerekmektedir. Yapacağınız tasarımlarda için ilk önce ön çalışmalar yapıp kriterlere bakarak çözüm önerileri geliştireceksiniz. En iyi çözüm önerisi geliştirdikten sonra belirlenen sorulara yanıtlar verip çalışmanızın ön tanıtımını gerçekleştireceksiniz. Ön tanıtımı oluşturan ekipler projenin üç boyutlu modelini oluşturacaktır. Modelin tamamlanmasının ardından tüm aşamalarda başarılı olan ekipler Galileoskopları ile birlikte gökyüzü gözlem gecesine katılmaya hak kazanacaktır (EK-41).

MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Kavramsallaştırma (Soru Sorma-Hipotez Kurma)	5- Öğrencilerden Galileoskop tasarımını gerçekleştirirken bir optik mühendisi gibi çalışmaları gerektiği vurgusunu yapar. 6- Öğrencilere “teleskopların yapısında ne vardır?” sorusu sorularak tasarımı gerçekleştirmek için bilimsel bilgiye ihtiyaçları olduğu fark ettirilir. Öğrenciler araştırma sorularını oluşturmalarına rehberlik edilir. 7- Öğrencilere belirlenen kriterlere dikkat ederek çözüm önerileri geliştirmeleri istenir. 8- Öğrencilere yapacakları tasarımları için “Tasarımınız için hangi bilgilere sahip olmalısınız?” sorusu yönlendirilerek öğrencilerin araştırma yapması için fırsat ve zaman verilir. Öğrenciler bu sayede araştırma sorularını yapılandırır. 9- Bilim ve Teknik Dergisindeki ‘Gökyüzü’ kısmı verilerek bilgileri keşfetme süreci işe koyulur.
MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Araştırma (Keşfetme-Deney yapma-Verileri yorumlama) ve Sonuç Çıkarma	10- Öğrencilere oluşturdukları sorular ile birlikte https://www.youtube.com/watch?v=u-mgXN4wGsk adersinden ışığın kırılması ve mercekler videosu izletilir. Gerekli bilgiler buradan öğrenildikten sonra sonra öğrenciler ile birlikte yorumlanarak sınıf tartışması başlatılır. (Bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir.) 11- https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics.en.html uygulamasından her grup deneyini yaparak merceklerde ışığın davranışını gözlemler. Işığın izlediği yolu gözlemleyerek ince kenarlı ve kalın kenarlı merceklerin özelliklerini ayırt eder. 12- https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=195&Itemid=63 simülasyon fotoğrafları gösterilerek deney yapmaları istenir (EK-42, EK-43). 13- Öğrenciler yaptıkları deneylerde ince ve kalın kenarlı merceklerde ışığın kırılmasını çizimle göstererek ifade ederek aşağıdaki soruları cevaplarlar. Desteklediği hipotezi gerekçeleriyle açıklarlar. -Lazerden mercekler gönderilen ışınların doğrultularında nasıl bir değişiklik oldu? -Merceklerin benzerlik ve farklılıkları nelerdir? (Çıkarımlar toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır)

- 1- Öğrenciler ince ve kalın kenarlı merceklerde ışığın kırılmasını öğrendikten sonra öğrenciler “ Bazı insanlar uzağa bakarken net göremez ve gözlük takar bazılarında yakını görebilmek için neden gözlük takar?” sorusu sorularak tartışma ortamı oluşturulur. **(Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder. Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez.)**
- 2- Hipermetrop- miyop göz kusurlarını göstererek tedavi edilmesinde ince kenarlı ve kalın kenarlı merceklerin kullanıldığını göstermek için https://javalab.org/en/correction_of_near_sightedness_en/ simülasyon deneyi yaptırılır. <https://www.seilias.gr/images/stories/html5/eye.html>
- 3- Orman yangını fotoğrafı gösterilerek cam üzerine düşen Güneş ışığının sebep olacağı durumlar tartışılır. Öğrencilerin bu durumu anlamaları için bahçeye çıkarılarak bir A4 kağıdının üzerine ince kenarlı mercek tutarak meydana gelen değişimler gözlemlenerek not alınır. **(Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır.)**
- 4- **“Hangi mercekler ışığı dağıtır hangileri ışığı toplar? , Gerçekleştirilen animasyon deneylerinde ışığın bir noktada toplandığı noktanın adı nedir?”** soruları sorularak öğretmen rehberliğinde tartışma ortamı başlatılır. Öğrencilerden gelen cevapların ardından merceklerin odak uzaklığını belirleme etkinliği yapılır (EK-44). **(Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez.)**
- 5- Öğrenciler araştırma sorularını araştırıp keşfederek gerekli bilgileri öğrenildikten sonra teleskopta neden mercek kullanıldığını ifade ederler. Daha sonra Galileo teleskopuyla yaptığı Ay gözleminden anlatan bir alıntı verilerek uzay ve teknolojiye teleskobun önemine değinilir. **“Güzel bir sonbahar akşamı ben de herkes gibi pürüzsüz, cılalı taş gibi düşündüğüm Ay’a teleskopumla baktım. Gördüklerim beni çok şaşırttı. Çünkü düz olduğunu düşündüğümüz Ay aslında çukurlar ve dağlarla kaplıydı.**
- 11- Öğrenciler yaptıkları araştırmalarının tasarımlarına hizmet etmesi sürekli öğrencilere hatırlatılır. Elde ettikleri bilgiyi çözüm önerilerine uyarlayabilmek için planlama kriterleri verilerek malzeme ve maliyet tablosunu doldurmaları istenir. Öğrencilerden seçmeyi düşündükleri malzemelerle bir model çizmeleri istenir. **(Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur)**

MTS: Prototipi Tasarlama ve Test Etme	SS: Sonuç Çıkarma ve Test Etme	12-Öğrenciler optik mühendisleri ve optik meraklıları olarak seçtikleri malzeme ve materyallerle tasarımlarını üç boyutlu hale getirmeleri istenir. (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.) 13-Bu aşamada öğrencilere yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimini engelleyebileceği için tasarımı gerçekleştirmeye yönelik yönerge verilmemeli, öğrencilerin kendi tasarımlarını oluşturmalarına fırsat tanınmalıdır. Ancak değerlendirmenin bilimsel bilgi ışığında ve tasarım özellikleri doğrultusunda yapılacağı hatırlatılmalıdır. (STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği) 15-Sanat boyutunda öğrencilere https://www.youtube.com/watch?v=4CGrZLvo5w adresinden mercekler şarkısı dinletilir. Galileo ve Nefton'un çalışmalarından bahsedilir.(Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır)
DEĞERLENDİRME		
MTS-SS: Sunma ve İletişim	1-Öğrencilerden grup olarak tasarımlarını sunmaları istenir. Sunarken tasarlama sürecini hangi bilgileri kullandıklarını ifade etmeleri istenir. Her grup üyesinin görüşünün alınmasına dikkat edilir. 2-Sınıftaki diğer öğrencilerin sunum yapan grubun tasarımlarını değerlendirmeleri ve sorular sormaları istenir. 3-Her bir grup için STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeğindeki puanlar hesaplanır ve aralarındaki farkın nedenleri tartışılır. 4-Öğrendikleri bilgileri başka nerelerde ve hangi problemleri çözmek için kullanabilecekleri tartışılır.	

GÖKYÜZÜ GÖZLEM GECEİ

GALİLEOSKOP YAPARAK
GÖKYÜZÜNÜ GÖZLEMLEMeye
HAZIR MISIN?



Gaziantep Gezegenevi ve Bilim Merkezi
21:00 Galileoskoplara ile Gözlem
2024

Hadi Minik Mühendis belki de dünyanın konuşacağı o tasarımcı sensin. STEM+A Laboratuvarı'ndan öğrendiklerinle uzaktaki cisimleri görmek için kullanılan bir teleskobun tüm sırlarını ortaya çıkar. Tasarımın prototipini yapmak için süreyi en etkili şekilde kullan!
“Yüksek kalite düşük maliyet” prensibini unutma.

1) Yukarıda verilen duyuruda problem nedir?

2) Verilen durumda Galileoskop (teleskop) ve mercekler ile ilgili konularda bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

3) Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyacınız vardır? Açıklayınız.

4) Her dönemde neredeyse her toplumda ilgi konusu olan gökyüzü ve gök cisimlerini inceleyen bilim dalı nedir?

5) "Gökyüzü Gözlem Gecesi" etkinliğine katılmak için olası çözüm yolları geliştiriniz.

6) Tasarımın sınırlılık ve planlama kriterlerini göz önünde bulundurarak en iyi çözüm yolunu belirleyiniz.

PLANLAMA

Kriterler nelerdir?

- Minimum maliyet yüksek kalite beklentisini unutma.
- Zamanı etkili kullan.
- Temel ihtiyaç: Uzaktaki cisimleri görmek.
- Takım çalışmasına inan.

Kullanılacak Malzeme Tablosu

[illegible]

Seçmeyi planladığın malzemeleri düşünerek bir model çiz.

MODEL ÇİZELİM



UYGULAMA

Model Gözlem Raporu:



Ne oldu? Uzaktaki cisimleri görmek için tasarladığın Galileoskop işe yaradı mı?



Tasarımında ne tür problemler gözlemledin?



Tasarımındaki problemlere çözüm önerilerin neler?

DEĞERLENDİRME

Şimdi “Kendi Teleskobumu Tasarlıyorum: Galileoskop” tasarımının hakem kurulu tarafından değerlendirileceği an.

Daha iyi sonuç için değerlendirmeye açık olmalısın.

STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği

	1 Geliştirilmeli	2 Kabul Edilebilirlik	3 Orta	4 İyi	5 Çok İyi
Özgünlük					
Tasarımı Modelleme					
Bilimsel veriye Dayalı olma					
Kriterlere Uygun Olma					
Pratikte Uygulanabilirlik					
Takım Çalışması					
Toplam					

Kendi Teleskobumu Yapıyorum: Galileoskop Tasarımının Özel Değerlendirme Ölçeği

Uzaktaki cisimler görüldü mü?	Evet ☐	Hayır ☐
Galileoskopun ışık toplama kapasitesi ve odaklaması yeterlimiydi?	Evet ☐	Hayır ☐
Toplam Maliyet		

ÜRÜN İNOVASYONU

Her minik mühendis ortaya koyduğu ürünün sürdürülebilirliğini değerlendirip üst seviyeye çıkarmalıdır.

Şimdi sıra sende. Ürünün ile ilgili düşün ve hayal et.

Unutma: icat etme süreci durağan değil dinamiktir.

DÜŞÜNCELERİNİ TOPARLA

- Nasıl daha iyisi olabilirdi?
- Ne Yapmalıyım?
- Uzun vadede maliyeti nasıl azaltabilirim?

Kendimi Değerlendirmemi Yapıyorum

	Açıklayabiliyorum	Örnek Verebiliyorum	Tespit Edebiliyorum
İnce kenarlı merceğin özelliğini ve kullanım alanlarını			
Kalın kenarlı merceğin özelliğini ve kullanım alanlarını			
Öğrendiğim bilimsel sorgulama bileşenlerini			

ART

Proje sürecinde ince kenarlı ve kalın kenarlı ışığın kırılması ve izlediği yolların çizimi yapıldı. Mercekler şarkısı dinlendi. Galileo ve Newton'un çalışmalarına incelendi.

GELİŞMİŞ TASARIMIM



MİNİK MÜHENDİS'İN ALAN NOTLARI

EK-42.Merceklerde Işığın Kırılmasını Gösteren Deney

Merceklerde Işığın Kırılması

Malzemeler

- İnce kenarlı mercek
- Kalın kenarlı mercek
- Lazer ışını

Deneyin Amacı:

Hipotez cümlesi:

Deneyin Yapılışı:

- 1- Verilen mercekleri gözlem yapıp inceleyerek farklılıklarına göre ayıralım.
- 2- Sırasıyla ayrılan mercekleri lazer ışığının önüne yerleştirip inceleyelim.
- 3- Merceklerin önüne yerleştirdiğiniz lazer ışınları nasıl bir yol izledi çizimlerle gösteriniz.

Deneyin Sonucu:

EK-43. Merceklerin Odak Noktasını Belirleme Deneyi

Merceklerin Odak Noktasını Belirleme

Malzemeler

- İnce kenarlı mercek
- Kalın kenarlı mercek
- El feneri
- Plastik tarak
- Lazer Işını

Deneyin Amacı:

Hipotez cümlesi:

Deneyin Yapılışı:

- 1- Tarağı el fenerinin önüne yerleştirip paralel ışık demeti oluşturalım.
- 2- Kalın ve ince kenarlı mercekleri sırası ile ışığın önüne yerleştirip gözlem yapalım.

Deneyin Sonucu:

Yaptığınız deneylerde gözlem sonuçlarınızı ince kenarlı merceğin odak noktasını, asal eksenini ve odak uzaklıklarını belirterek çiziniz.

Yaptığınız deneylerde gözlem sonuçlarınızı kalın kenarlı merceğin odak noktasını, asal eksenini ve odak uzaklıklarını belirterek çiziniz.

EK-44. Bilimsel Yaratıcılık Rubriği

“GALİLEOSKOP TASARLIYORUM” ETKİNLİĞİ BİLİMSEL YARATICILIK RUBRİĞİ

Düşünce Katmanları	Görevin Bileşenleri	
1.Farkındalık	Tasarımın çizimini yapınız. Tasarımın temel bileşenlerini yazınız.	10p 5-5
2.Gözlem	Uzaktaki cisimleri görmek için tasarladığınız Galileoskop işe yaradı mı? Yaptığınız tasarımın çalışma sistemini ve sağladığı kolaylığı anlatınız. Görüntünün netliği için neler yaptınız? Açıklayınız.	20p 5-10-5
3.Strateji	Tasarımınızda hangi malzemeleri kullandınız, nedenlerini açıklayınız? Tasarımınızı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdiniz? Tasarımınızı nasıl testettiniz? Nasıl sonuçlara ulaştınız? Tasarımı gerçekleştirirken minimum maliyet yüksek kalite beklentisi doğrultusunda maliyet hesabı yapınız. Diğer grupların tasarımları ile kendi grubunuzun tasarımını karşılaştırınız. Her birine göre eksik veya üstün yönlerini açıklayınız.	30 p 5-5-5-10-5
4. Yansıtma	Hayal ettiğiniz tasarıma ulaşabildiniz mi? Açıklayınız. Geliştirme sürecindeki başarılarınız ve karşılaştığınız zorlukları açıklayınız. Tasarımınızı en baştan yaptığınızı düşünseniz planlama ve uygulaması için hangi önerilerde bulunursunuz?	40p 10-10-20

EK-45. Yedinci Hafta Modülü

SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME İLE STEAM ETKİNLİK PLANI-7	
Etkinliğin Adı: Çerçöskop Tasarlayalım Etkinlik Düzeyi: 7. Sınıf	Etkinliğin Konusu: Işığın Kırılması ve Mercekler Etkinliğin Süresi: 4 ders saati
I.BÖLÜM	
Etkinlikle İlişkili MEB Kazanımları	Fen Bilimleri: F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiadaki kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar. Matematik: M.7.1.1.3. Tam sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapar. M.7.3.1.1. Bir açıyı iki eş açıya ayırarak açıortayı belirler. M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görüntülerini çizer. M.7.4.1.1. Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar. Görsel Sanatlar: G.7.1.5. Görsel sanat çalışmasında farklı perspektif tekniklerini kullanır. G.7.1.6. Gözleme dayalı çizimler yapar. G.7.1.7. Atık malzemeleri kullanarak üç boyutlu çalışma yapar. G.7.1.8. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır. G.7.3.8. Bilgi ve deneyimlerin sanat eserine yönelik bakış açısını nasıl etkilediğini açıklar. Teknoloji ve Tasarım: TT. 7. A. 1. 1. Teknoloji ve tasarım ile ilişkili kavramları tanımlar. TT. 7. A. 1. 4. Ülkemizdeki teknolojik gelişmeleri değerlendirir. TT. 7. A. 2. 5. Sanat/tasarım elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanarak bir tasarım oluşturur. TT. 7. B. 1. 2. Günlük hayatta karşılaşılan bir sorun, ihtiyaç veya gerçekleştirebileceği hayalini “tasarım problemi” şeklinde ifade eder. TT. 7. B. 1. 6. Tasarım oluşturulurken kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevre faktörlerinin önemini açıklar.

STEAM Kazanımları		Günlük hayatta ayna ve merceklerin kullanım alanlarını ifade ederek örnek verebilecek.
		Animasyon izlemeyip buradaki bilgilerden yararlanarak tasarımlarındaki eksiklikleri tespit edebilecekler.
		Bilimsel bilgiyi kullanarak taşınabilir bir mikroskop tasarımı ortaya koyabilecek.
		Tasarımının üç boyutlu resmini çizebilmesi. Resim sanatıyla ilişkilendirerek mikroskopta görmeyi hayal ettiği organizma veya hücrelerin görüntüsünü müzik sanatı eşliğinde çizebilmesi.
		Tasarım prototipini gerçekleştirmek için orantısal temel matematiksel hesaplamalar yaparak tasarımın küçük formlarını oluşturacak.

II. BÖLÜM		
UYGULAMA		
MTS: Problemin Belirlenmesi	SS: Yönlendirme	1- Öğretmen derse bir orman yangını fotoğrafı göstererek başlar. “Bu fotoğrafta yangının sebebi neler olabilir?” sorusunu yönlendirerek sınıf tartışması başlatır. Öğretmen öğrencilerden cam kırıklarının cevabının gelmesi için yönlendirici sorular yöneltir. (Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez, sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 2- Öğretmen öğrencilere mercekle ilgili günlük yaşamdaki kullanımı ile ilgili birçok örnek gösterir. Ardından neden bu alanda kullanıldıklarını ve hangi çeşit mercekle kullanıldığını gerekçeleriyle açıklamalarını ister. Öğretmen öğrencileri araştırmaya yönlendirir. (Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.) 3- Öğretmen öğrencileri bu aşamada vereceği görev için hazırlar. Anton van Leeuwenhoek ile ilgili bilgi kartlarını dağıtır ve hayatından bahseder. (Mikroskobun tarihsel gelişim sürecinden bahsedilerek “bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur ve bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir” sorgulama bileşenlerinden bahsedilir.) Öğrencilerden okulumuzda “çerçöskop tasarlayalım” adıyla atıklardan Leeuwenhoek’ un yaptığına benzer olacak şekilde bir mikroskop tasarımları istenir. Sınıf arkadaşlarınızın ve hakem kurulunun seçtiği en iyi tasarım Yıl Sonu Bilim şenliğinde sergileneceği belirtilir. Siz ve takım arkadaşlarınız mühendisler olarak yapacağınız tasarımda ön araştırmalar yapıp kriterlere uygun çözüm önerisi geliştireceksiniz. En iyi çözüm önerisi geliştirdikten sonra belirlenen sorulara yanıtlar verip çalışmanızın ön tanıtımını geçen ekipler projenin üç boyutlu modelini oluşturacaklar. Modelin tamamlanmasının ardından tüm kriterlerde başarılı olarak raporunu sunan takım okul tarafından ödüllendirilecektir (EK-46).

MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Kavramsallaştırma (Soru Sorma-Hipotez Kurma)	4- Öğrencilerden gelen cevapların ardından “çevremizdeki merceklerin bazı maddeleri büyük veya küçük ya da gerçekte olduğundan daha geniş alanı göstermesinin nedenleri neler olabilir?” sorusunu yönlendirerek öğrenciler araştırma sorularını oluşturur. 5- Öğrencilerden belirlenen kriterlere dikkat ederek tasarımı ile ilgili çözüm önerilerini açıklamaları istenir. 6- Öğrencilere yapacakları tasarım için “Projeniz için hangi bilgilere sahip olmalısınız?” sorusu yönlendirilir. Öğrencilere araştırma yapmaları için fırsat ve zaman verilir. (Akıllı tahtadan araştırma yapmalarına izin verilir.) Öğrenciler bu sayede araştırma sorularını yapılandırır. (Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.)
MTS: Çözüm Önerilerinin Sunulması ve Değerlendirilmesi	SS: Araştırma (Keşfetme-Deney yapma-Verileri yorumlama) ve Sonuç Çıkarma	7- Öğrencilerden oluşturdukları soruların ardından yapılacak olan etkinliğe geçilir. Öğrencilere ince kenarlı mercek verilerek ışığı kağıt üzerine tutup bir süre beklemeleri istenir. Öğrenciler kağıtta oluşan değişimleri gözlemlerler. Yapılan işlemi içi su dolu cam şişe ve büyüteç ile tekrarlarlar. Etkinlik bittikten sonra etkinlik tüm sınıfın katılımıyla yorumlanır ve öğretmenin etkinliğin değerlendirmesi için sorduğu soruları cevaplarlar. • İnce kenarlı mercek ile kağıt üzerine ışık düşürdüğümüzde kağıt nasıl yanmış olabilir? • Aynı işlemleri içi su bulunan cam şişe ile yaptığımızda kağıtta neler oldu? Yaptığımız ikinci işlem ince kenarlı mercek ile yapıldı mı? Soruları yönelttiler öğrencilerin görüşleri alınır. 8- Öğrencilere günlük yaşam ve teknolojiye merceklerin kullanım alanlarını belirleyen etkinlik yapılır. Öğrenciler bu etkinlikte düşüncelerini gerekçeleriyle destekler. (Araştırma verileri toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır. Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.)

		9- Öğrencilere morpa kampüsten Anton Van Leeuwenhok' un videosu izletilir. Gerekli bilgiler buradan öğrenilir. 10- Öğrenciler kendi araştırma soruları ve yaptıkları araştırmalar ışığında çözüm önerileri arasından en iyi öneriyi seçmeyi amaçlar. Sunduğu çözüm önerilerini karşılaştırır. Tasarımı için seçtiği en iyi çözüm önerisi belirleyip ön formu doldurur.
MTS: Prototipi tasarlama ve Test Etme	SS: Sonuç Çıkarma ve İletişim	11- Öğrencilere optik mühendisleri ve optik meraklıları olarak seçtikleri malzeme ve materyallerle tasarımlarını üç boyutlu hale getirmeleri istenir. (Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.) 12- Bu aşamada öğrencilere yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimini engelleyebileceği için tasarımı gerçekleştirmeye yönelik yönerge verilmemeli, öğrencilerin kendi tasarımlarını oluşturmalarına fırsat tanınmalıdır. Ancak değerlendirmenin bilimsel bilgi ışığında ve tasarım özellikleri doğrultusunda yapılacağı hatırlatılmalıdır. (STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği) 13- Her grup kendi tasarımını tamamladıktan sonra yaptıkları mikroskobun STEAM boyutunun matematik bileşeninde mesafeyi ölçerek ayarlamaları istenir. Bunun için cetveller kullanılır. Öğrenciler animasyon izleyerek teknolojik bir uygulamayı kullanmayı öğrenerek yaptıkları tasarımları geliştirebilirler. 14- Sanat boyutunda “sihirli çerçoskobumdan gördüklerim” adıyla hayal ettikleri resmi müzik sanatı eşliğinde çizerler. Ortaya çıkan resimlerden sonra gruptaki öğrenciler birbirlerini değerlendirir (Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır. Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşamayabilir.)

DEĞERLENDİRME	
MTS-SS: Sunma ve İletişim	1-Öğrencilerden grup olarak tasarımlarını sunmaları istenir. Sunarken tasarlama sürecini hangi bilgileri kullandıklarını ifade etmeleri istenir. Her grup üyesinin görüşünün alınmasına dikkat edilir. 2-Sınıftaki diğer öğrencilerin sunum yapan grubun tasarımlarını değerlendirmeleri ve sorular sormaları istenir. 3-Her bir grup için STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeğindeki puanlar hesaplanır ve aralarındaki farkın nedenleri tartışılır. 4-Öğrendikleri bilgileri başka nerelerde ve hangi problemleri çözmek için kullanabilecekleri tartışılır.

FEN BİLİMLERİ DERSİNDE STEM+A LABORATUVARINDA TASARIM YAPMAYA HAZIR MİSİN?

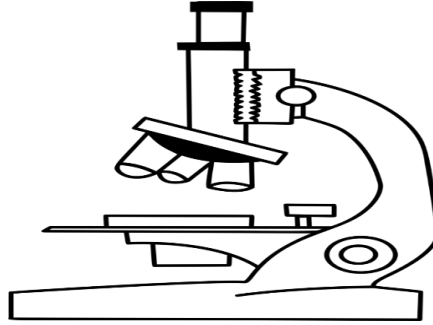


Sizden ayna veya mercekleri kullanarak Leeuwenhoek' un yaptığına benzer olacak şekilde bir görüntüleme aracı tasarlamanız isteniyor.
Tasarlayacağın aracın özelliklerini kendiniz belirleyeceksiniz. Yapacağınız tasarımlar konusuna uygun şekilde mercek veya aynaların kullanım alanlarına cevap verebilmelidir.

Ön başvurular aşağıda belirtilen adrese yapılmalıdır.

Gerekli belgeler: Ürünün prototip fotoğrafı, kullanılan malzeme listesi, maliyet raporu.

Adres: STEM+A laboratuvarı



Hadi Minik Mühendis belki de dünyanın konuşacağı o tasarımcı sensin. STEM+A Laboratuvarı'ndan öğrendiklerinle ayna veya merceklerin kullanıldığı bir tasarımın tüm sırlarını ortaya çıkar. Tasarımın prototipini yapmak için süreyi en etkili şekilde kullan! "Yüksek kalite düşük maliyet" prensibini unutma.

1)Yukarıda verilen duyuruda problem nedir?

2) Verilen durumda mikroskop ile ilgili konularda bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

3)Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyacınız vardır? Açıklayınız.

4)Mikroskop çeşitleri nelerdir? Mikroskoplar nelerde kullanılır? Açıklayınız.

5) Tasarımınızı yapmak için olası çözüm yolları geliştiriniz.

6) Tasarımın sınırlılık ve planlama kriterlerini göz önünde bulundurarak en iyi çözüm yolunu belirleyiniz.

PLANLAMA

Kriterler nelerdir?

- Minimum maliyet yüksek kalite beklentisini unutma.
- Zamanı etkili kullan.
- Temel ihtiyaç: Uzaktaki cisimleri görmek.
- Takım çalışmasına inan.

Kullanılan Malzeme Tablosu

[illegible]

Seçmeyi planladığın malzemeleri düşünerek bir model çiz.

MODEL ÇİZELİM



UYGULAMA

Model Gözlem Raporu:



Tasarımında ne oldu? Çıplak gözle göremediğimiz cisimleri görmek için tasarladığın “çerçöpskop” işe yaradı mı?



Tasarımında ne tür problemler gözlemledin?



Tasarımına çözüm önerilerin neler?

DEĞERLENDİRME

Şimdi “Çerçöpskobumu Tasarlıyorum” tasarımının hakem kurulu tarafından değerlendirileceği an.

Daha iyi sonuç için değerlendirmeye açık olmalısın.

STEM+ A Ürünü Değerlendirme Ölçeği

	1 Geliştirilmeli	2 Kabul Edilebilirlik	3 Orta	4 İyi	5 Çok İyi
Özgünlük					
Tasarımı Modelleme					
Bilimsel veriye Dayalı olma					
Kriterlere Uygun Olma					
Pratikte Uygulanabilirlik					
Takım Çalışması					
Toplam					

Çerçöpskop Tasarımım için Özel Değerlendirme Yapalım

Baktığımızda göremediğimiz cisimler görüldü mü?	Evet ☐	Hayır ☐
Çerçöpskop için kullandığın malzeme kombinasyonunun odaklayarak görüntü elde etmesi yeterli miydi?	Evet ☐	Hayır ☐
Toplam Maliyet		

ÜRÜN İNOVASYONU

Her minik mühendis ortaya koyduğu ürünün sürdürülebilirliğini değerlendirip üst seviyeye çıkarmalıdır.

Şimdi sıra sende. Ürünün ile ilgili düşün ve hayal et.

Unutma: icat etme süreci durağan değil dinamiktir.

DÜŞÜNCELERİNİ TOPARLA

- Nasıl daha iyisi olabilirdi?
- Ne Yapmalıyım?
- Uzun vadede maliyeti nasıl azaltabilirim?

Kendi Değerlendirmemi Yapıyorum

	Açıklayabiliyorum	Örnek Verebiliyorum	Tespit Edebiliyorum
İnce kenarlı merceğin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarını			
Kalın kenarlı merceğin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarını			
Ayna ve merceklerden oluşan araçların yapısını ve çalışma mekanizmasını			
Öğrendiğim bilimsel sorgulama bileşenlerini			

ART

“Sihirli çerçöpskobumdan gördüklerim” adıyla hayal ettikleri resim çizildi. Anton Van Leeuwenhok’ un çalışmaları incelendi.

EK-47. Bilimsel Yaratıcılık Rubriği

“ÇERÇÖSKOP: MİKROSKOBUMU TASARLIYORUM” ETKİNLİĞİ BİLİMSEL YARATICILIK RUBRİĞİ

Düşünce Katmanları	Görevin Bileşenleri	
1.Farkındalık	Tasarımın çizimini yapınız. Tasarımın temel bileşenlerini yazınız.	10p 5-5
2.Gözlem	Ne oldu, gözlem yapabildiniz mi? Çıplak gözle görülmeyecek kadar küçük cisimlerin görüntüsünü gördünüz mü? Odaklama mekanizması için ne kullandınız? Odaklama mekanizması yeterli miydi? Açıklayınız. Yaptığınız tasarımın çalışma sistemini ve sağladığı kolaylığı anlatınız.	20p 5-5-5-5
3.Strateji	Tasarımınızda hangi malzemeleri kullandınız, nedenlerini açıklayınız? Tasarımınızı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdiniz? Tasarımınızı nasıl test ettiniz? Nasıl sonuçlara ulaştınız? Tasarımı gerçekleştirirken minimum maliyet yüksek kalite beklentisi doğrultusunda maliyet hesabı yapınız. Diğer grupların tasarımları ile kendi grubunuzun tasarımını karşılaştırınız. Her birine göre eksik veya üstün yönlerini açıklayınız.	30 p 5-5-5-10-5
4. Yansıtma	Hayal ettiğiniz tasarıma ulaşabildiniz mi? Açıklayınız. Geliştirme sürecindeki başarılarınız ve karşılaştığınız zorlukları açıklayınız. Tasarımınızı en baştan yaptığınızı düşünseniz planlama ve uygulaması için hangi önerilerde bulunursunuz?	40p 10-10-20

EK-48. Deney Grubunun Çalışmalarına Ait Fotoğraflar



ORYANTASYON

