

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**STEM TEMELLİ ALGODOO ETKİNLİKLERİNİN
YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN IŞIĞIN MADDE İLE
ETKİLEŞİMİ ÜNİTESİNDEKİ BİLİMSEL
YARATICILIKLARINA ETKİSİ**

**Hazırlayan
Burcu KARAKUZU**

**Danışman
Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ**

Yüksek Lisans Tezi

Eylül 2021

KAYSERİ

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**STEM TEMELLİ ALGODOO ETKİNLİKLERİNİN
YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN IŞIĞIN MADDE İLE
ETKİLEŞİMİ ÜNİTESİNDEKİ BİLİMSEL
YARATICILIKLARINA ETKİSİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Burcu KARAKUZU**

**Danışman
Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Birimi tarafından SYL-2019-9505 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Eylül 2021
KAYSERİ**

ÖNSÖZ

Akademik hayata ilk kongre sunumu ile başlamam ve ardından yüksek lisans süreci ve nihayetinde tezimin tamamlanma süreci. Aşama aşama geldim şu anki bulunduğum noktaya. Tezimin başından itibaren her basamağında benden emeğini, bilgisini, tecrübesini esirgemeyen davranışlarındaki disiplini ve eğitimci yönünü hayatım boyunca örnek alacağım, saygı duyduğum danışmanım Sayın Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez uygulama aşamasında bana yardımcı olan 2020 mezunları Palas Ortaokulu 8/A öğrencilerime çok teşekkür ediyorum.

Eğitim hayatım boyunca desteğini esirgemeyen hep yanımda olan gönül bağı babam Talat AĞTAŞ'a, sevgisine, desteğine kaç yaşına gelirim geleyim hep ihtiyaç duyduğum her sevincimde üzüntümde her anımda aradığım canım annem Sevda AĞTAŞ'a, sonsuz teşekkür ediyorum. Siz olduğunuz için ben bugün olduğum kişiyim.

Bütün zor anlarımda yanımda olan, benimle birlikte oturup tezime yardım eden, hayatımın her alanında elinden geldiğince yükümü alarak hafifleten kalbimin sahibi sevgili eşim Mehmet KARAKUZU'ya destekleri için gönülden teşekkür ediyorum. Senin emeğini hangi kelime ile anlatmaya çalışsam az kalır.

Son olarak, Ağtaş olarak başladığım bu sürece Karakuzu olarak virgül atarken pandemi koşullarına rağmen süreçteki sabrım, azmim ve isteğim için en çok da kendime teşekkür ediyorum.

Burcu KARAKUZU

Eylül 2021, Kayseri

**STEM TEMELLİ ALGODOO ETKİNLİKLERİNİN YEDİNCİ SINIF
ÖĞRENCİLERİNİN IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ ÜNİTESİNDEKİ
BİLİMSEL YARATICILIKLARINA ETKİSİ**

Burcu KARAKUZU

**Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2021
Danışman: Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ**

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, STEM temelli Algodoo etkinliklerinin Kayseri ili Sarioğlan ilçesindeki yedinci sınıf öğrencilerinin, ışığın madde ile etkileşimi ünitesindeki bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisini belirlemektir. Araştırmada nicel araştırma yöntemi desenlerinden biri olan “ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” kullanılmıştır.

Örnekleme, 2019-2020 eğitim-öğretim yılı Kayseri ili, Sarioğlan ilçesindeki, bir ortaokuldan belirlenmiştir. Bir deney ve bir kontrol grubu ön test sonuçları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Veri toplama aracı olarak bilimsel yaratıcılık testi kullanılmıştır. Hu ve Adey tarafından 2002 yılında öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini belirlemek için geliştirilen “Bilimsel Yaratıcılık Testi” 2012 yılında Deniz Çeliker ve Balım (2012) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Uyarlama sonucunda yedi maddelik form hazırlanmıştır. Kontrol ve deney grubunun bilimsel yaratıcılıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını anlamak amacıyla ilişkisiz örneklem t-testi kullanılmıştır.

Sonuç olarak yapılan uygulamalar sonunda hem deney grubunda hem kontrol grubunda öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları açısından artış meydana gelmiştir. Artış puanlarına bakıldığında STEM temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubu lehine bilimsel yaratıcılık puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark meydana gelmiştir. Bu sonuca ilişkin STEM temelli etkinlikler ile öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Buradan hareketle, fen bilimleri öğretmenlerine 21.

yüzyıl becerilerinden birisi olan bilimsel yaratıcılığı öğrencilerine kazandırmaları önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Algodoo, Bilimsel Yaratıcılık, STEM, ASSURE, 5E, Işığın Madde ile Etkileşimi



**THE EFFECT OF STEM-BASED ALGODOO ACTIVITIES ON THE
SCIENTIFIC CREATIVITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS IN THE UNIT
OF INTERACTION OF LIGHT WITH MATTER**

Burcu KARAKUZU

Erciyes University, Graduate School of Educational Sciences

Master Thesis, September 2021

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Oktay BEKTAŞ

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the effect of STEM-based Algodoo activities on the scientific creativity of seventh grade students in the unit of interaction of light with matter in Sarioğlan district of Kayseri province. In the research, "pretest-posttest quasi-experimental design with control group", which is one of the quantitative research method designs, was used.

The sample was determined from a secondary school in Sarioğlan district of Kayseri province for the 2019-2020 academic year. An experiment and a control group were formed by taking into account the pre-test results. Scientific creativity test was used as a data collection tool. "Scientific Creativity Test" developed by Hu and Adey in 2002 to determine students' creative thinking was adapted into Turkish by Deniz Çeliker and Balım (2012) in 2012. As a result of the adaptation, a seven-item form was prepared. Independent samples t-test was used to understand whether there was a statistically significant difference between the scientific creativity of the control and experimental groups. As a result, at the end of the implementation, there was an increase in the scientific creativity of the students in both the experimental group and the control group. Considering the increase scores, there was a statistically significant difference in scientific creativity scores in favor of the experimental group in which STEM-based Algodoo activities were applied. It was concluded that the scientific creativity of the students improved with STEM-based activities related to this result. From this point of view, researcher suggested that science teachers should give their students the skills of scientific creativity, which is one of the 21st century skills.

Key Words: Algodoo, Scientific Creativity, STEM, ASSURE, 5E, Interaction of Light with Matter

İÇİNDEKİLER

STEM TEMELLİ ALGODOO ETKİNLİKLERİNİN YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN IŞIĞIN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ ÜNİTESİNDEKİ BİLİMSEL YARATICILIKLARINA ETKİSİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	i
TABLolar LİSTESİ	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	2
1.1.1. Alt Problemler.....	2
1.1.2. Hipotezler	2
1.1.3. Sayıtlılar	3
1.2. Araştırmanın Amacı	3
1.3. Araştırmanın Önemi.....	4
1.4. Tanımlar	9
1.5. Sınırlılıklar.....	9
GENEL BİLGİLER	11
2.1. Yapılandırmacı Yaklaşım.....	11
2.2. STEM Eğitimi.....	12
2.3. STEM Eğitiminde 5E Öğrenme Döngüsü Modeli.....	13
2.4. ASSURE Tasarım Modeli	15
2.5. Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0.....	19

2.6. Eğitim 4.0 ve 2023 Eğitim Vizyon Belgesi.....	21
2.7. Eğitim 4.0 da Simülasyon.....	23
2.8. ALGODOO	24
2.8.1. Algodoo Yazılımının Özellikleri	26
2.9. 21. yy. Becerileri.....	27
2.10. Bilimsel Yaratıcılık	28
YÖNTEM.....	31
3.1. Araştırmanın Deseni.....	31
3.2. Evren ve Örneklem	32
3.3. Veri Toplama Aracı.....	33
3.3.1 Bilimsel Yaratıcılık Testi	34
3.3.2 Yarı Yapılandırılmış Sınıf Gözlemi	36
3.4.Ders Planları	37
3.4.1. Deney Grubu Ders Planı Hazırlama Süreci	37
3.4.2. Deney Grubunda Uygulamalar	38
3.4.2.1. Birinci Hafta Gerçekleştirilen Uygulamalar	38
3.4.2. 2. İkinci Hafta Gerçekleştirilen Uygulamalar	40
3.4.2.3. Üçüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	42
3.4.2. 4. Dördüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar	44
3.4.2. 5. Beşinci Hafta Yapılan Çalışmalar	47
3.4.2. 6. Altıncı Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar	49
3.5. Veri toplama süreci	52
3.6. Verilerin Analizi	52
3.6.1. Nicel Veriler Analizi	52
3.7. Etki Büyüklüğü ve Çalışmanın Gücü.....	58
3.8. Geçerlik ve Güvenirlilik	58
BULGULAR	60
4.1. Betimsel İstatistik Bulguları	60
4.2. Çıkarımsal İstatistik Bulguları.....	65
4.3. Bilimsel Yaratıcılık Testi Elde Edilen Akıcılık Puanları	66
4.4 Bilimsel Yaratıcılık Testi Elde Edilen Esneklik Puanları	66
4.5. Bilimsel Yaratıcılık Testi Elde Edilen Orijinallik Puanları.....	66

4.6. Sınıf Gözlem Formuna Ait Bulgular	67
TARTIŞMA- SONUÇ VE ÖNERİLER	69
5.1. Bilimsel Yaratıcılık Testine İlişkin Sonuç ve Tartışma	69
5.2. Öneriler.....	74
KAYNAKÇA	75
EKLER	89
EK-1: Bilimsel Yaratıcılık Testinin Taslak Hali	89
EK-2: Bilimsel Yaratıcılık Testinin Pilot Uygulamadaki Hali	91
EK-3: Bilimsel Yaratıcılık Testi Son Hali	92
EK-4: Sınıf Gözlem Formu	93
EK-5: Deney Grubu Ders Planları.....	94
EK-6: Kontrol Grubu Ders Planları.....	114
EK-7: Öğrenci Örnek Çalışma Kağıdı	121
EK-8: ASSURE Tasarım Modeli Örnek Ders Planı.....	122
EK-9: Pandemi Dönemi Veli izin Belgesi	124
EK-10: Uygulama Etik Kurul Belgesi	125
EK-11: Araştırma MEB İzin Belgesi.....	126
EK-12: Veli İzin Belgesi.....	127

KISALTMALAR

Arit. Ort.: Aritmetik Ortalama

BYT: Bilimsel Yaratıcılık Testi

Mak: Maksimum

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

Min: Minimum

ÖSYM: Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi

Sd: Serbestlik Derecesi

Sig: Önem Değeri

SS: Standart Sapma

STEAM: Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Ulaşılabilir evrendeki yedinci sınıf öğrencileri	32
Tablo 2. Deney ve kontrol grubu katılımcıların demografik bilgileri	33
Tablo 3. Araştırmada kullanılan veri toplama aracı ve öğretim uygulaması	52
Tablo 4. Birinci soru esneklik puanları için belirlenen kod ve kategoriler.....	53
Tablo 5. İkinci soru esneklik puanları için belirlenen kod ve kategoriler.....	54
Tablo 6. Üçüncü soru esneklik puanları için belirlenen kod ve kategoriler.....	54
Tablo 7. Dördüncü soru esneklik puanları için belirlenen kod ve kategoriler	55
Tablo 8. Yedinci soru ön test belirlenen kategoriler.....	57
Tablo 9. Bilimsel yaratıcılık testi değerlendirme kriterleri (eroğlu, 2018).....	57
Tablo 10. Ön test BYT normal dağılım testi analiz sonuçları.....	61
Tablo 11. Son test BYT normal dağılım testi analiz sonuçları	61
Tablo 12. BYT ön test merkezi eğilim ölçü değerleri	61
Tablo 13. BYT son test merkezi eğilim ölçü değerleri.....	63
Tablo 14. Varyansların eşitliği ön test analiz sonuçları	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Tablo 16. Varyansların eşitliği son test analiz sonuçları	65
Tablo 16. Son test gruplar arası istatistiksel puanlar	65
Tablo 17. Deney ve kontrol gruplarının ön-test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin t-testi sonuçları.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Tablo 18. Deney ve kontrol gruplarının son-test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin t-testi sonuçları.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Tablo 19. BYT akıcılık boyutu puanları	66
Tablo 20. BYT esneklik boyutu puanları.....	66
Tablo 21. BYT orijinallik boyutuna ilişkin puanlar	67
Tablo 22. Sınıf gözlem formundan elde edilen veriler	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Araç Öğreticisi	26
Şekil 2. Öğrenci örnek sahne 1, ışığın soğurulması sahne görüntüsü.....	40
Şekil 3. Öğrenci örnek sahne 2, ışığın soğurulması sahne görüntüsü.....	40
Şekil 4 Öğrenci örnek sahne 3, üst üste bir araya gelen renklerin en son doğrultuda beyaz ışığı oluşturmaları.....	41
Şekil 5. Öğrenci örnek sahne 4, bir araya gelen renklerin beyaz ışığı oluşturmaları.....	41
Şekil 6. Öğrenci örnek sahne 5, üzerine düşen ışığın içindeki hiçbir rengi yansıtmayan cismin siyah renkli görünmesi (renklerin tamamen soğurulması).....	42
Şekil 7. Öğrenci örnek sahne 6, cisimlerin renkli görünmesi sahne görüntüsü	42
Şekil 8. Güneş enerjisi sahne görüntüsü (Saylan Kırmızıgül, 2019)	43
Şekil 9. Öğrenci örnek sahne 7, güneş enerjisi ile çalışan mama istasyonu sahne görüntüsü.....	44
Şekil 10. Öğrenci örnek sahne 8, güneş enerjisi ile çalışan deniz suyu arıtma tesisi sahne görüntüsü.....	44
Şekil 11. Dördüncü hafta aynalar giriş etkinliği sahne görüntüsü.....	45
Şekil 12. Çukur ayna sahne görüntüsü (Saylan Kırmızıgül, 2019)	45
Şekil 13. Öğrenci örnek sahne9, aynaların günlük hayatta kullanıldığı araç tasarısı sahne görüntüsü.....	46
Şekil 14. Öğrenci örnek sahne10, aynaların günlük hayatta kullanıldığı araç tasarısı sahne görüntüsü	46
Şekil 15. Öğrenci örnek sahne11, aynaların günlük hayatta kullanıldığı araç tasarısı sahne görüntüsü	46
Şekil 16. Öğrenci örnek sahne12, aynaların günlük hayatta kullanıldığı araç tasarısı sahne görüntüsü	47
Şekil 17. Beyaz ışık renklere ayrılma (kırılma) sahne görüntüsü (Saylan Kırmızıgül, 2019)	48
Şekil 18. Öğrenci örnek sahne 13, kırılma olayı günlük hayat gösterimi sahne görüntüsü	49
Şekil 19. Öğrenci örnek sahne 14, mercekleri kullanarak günlük hayattan bir görüntüleme aracı sahne görüntüsü	50

Şekil 20. Öğrenci örnek sahne 15, mercekleri kullanarak günlük hayattan bir görüntüleme aracı sahne görüntüsü	50
Şekil 21. Ön test-BYT 5. soru çizimleri.....	55
Şekil 22. BYT ön test puanları deney grubu normal dağılım grafiği	62
Şekil 23. Ön test BYT kontrol grubu puanları normal dağılım grafiği.....	63
Şekil 24. Son test BYT deney grubu normal dağılım grafiği.....	64
Şekil 25. Son test BYT kontrol grubu normal dağılım grafiği.....	64



BÖLÜM I

GİRİŞ

Yaşadığımız yüzyıl dijital çağ olarak da adlandırılmaktadır. Teknolojinin ışık hızında ilerlemesi, endüstri 4.0 etkilerini tüm alanlarda göstermesi ile eğitim dünyası da kendini güncellemeye yöneltmiştir. Dolayısıyla bireylerden beklenen roller de değişime uğramış ve hedefler de farklılaşmıştır (Almeida ve Simoes, 2019).

Alfa kuşağı, 2010 yılı ve sonrasında doğan çocuklar olarak tanımlanmaktadır. Bu çağdaki mevcut öğrencilerden 21. yüzyıl becerilerini, problem çözme ve yaratıcılık gibi becerileri kazanmaları ve bu becerileri geliştirmeleri beklenmektedir (Eroğlu, 2018). Temeli teknolojiye dayanan günümüz eğitim dünyasının Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) temelli etkinliklerde yaratıcılıklarını gösterebilmeleri hedeflenmektedir. Asıl hedefin öğrencilerin beceri kazanmaları, kazandıkları becerileri geliştirmeleri için var olan eğitim sisteminin STEM tabanlı olarak düzenlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu araştırmanın amacı, STEM temelli Algodoo etkinlikleri geliştirmek ve bu etkinliklerin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini araştırmaktır. Bu kapsamda, STEM temelli Algodoo etkinliklerinin bilimsel yaratıcılığı geliştirecek en etkili stratejilerden birisi olduğu düşünüldüğünden, bilimsel yaratıcılık çalışmanın bağımlı değişkeni olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmada STEM etkinliklerinin içerisine Algodoonun tercih edilmesinin sebepleri ilerleyen bölümlerde geniş şekilde açıklanacaktır. Geniş şekilde açıklanacak olmasına rağmen en temel ifade ile Algodoonun 2015 yılında STEM eğitimleri içerisinde uygulanabilecek en iyi uygulamalardan birisi olarak görülmesi bu çalışmaya

dahil edilmesine yol açmıştır (Özer, 2019). Öte yandan, ortaokul fizik konuları içerisinde yer alan “Işığın madde ile etkileşimi” ünitesi Algodoo programının kullanılabileceği ünitelerden birisi olarak düşünüldüğünden seçilmiştir. Ayrıca araştırmacı bu konuyu soyut kavramlar içermesi ve ortaokul fen programının tüm kademelerinde kapsayıcı bir şekilde yer almasından dolayı tercih etmiştir (Kılınç, 2014). Bu amaçla, araştırmacı bu çalışmada 2019/2020 öğretim yılında Kayseri ili Sarioğlan ilçesinde yer alan bir devlet ortaokulundaki yedinci sınıf öğrenciler ile çalışmış ve STEM temelli Algodoo etkinliklerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesindeki bilimsel yaratıcılık değişkeni üzerine etkisini araştırmıştır.

1.1. Problem Durumu

Kayseri ili Sarioğlan ilçesinde “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinde gerçekleştirilen STEM temelli Algodoo etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi nedir? Sorusuna cevap aranmıştır. Bu sorunun kapsamında alt problemler ise aşağıda verilmiştir.

1.1.1. Alt Problemler

1. STEM temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile ilgili konunun fen programının ön gördüğü geleneksel yöntem ile anlatıldığı kontrol grubunun uygulama yapılmadan önce bilimsel yaratıcılıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
2. STEM temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile ilgili konunun fen programının ön gördüğü geleneksel yöntem ile anlatıldığı kontrol grubunun uygulama yapıldıktan sonra bilimsel yaratıcılıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

1.1.2. Hipotezler

Araştırmanın alt problemleri ile ilgili null (sıfır) hipotezler aşağıda verilmiştir.

1. STEM temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile ilgili konunun fen programının ön gördüğü geleneksel yöntem ile anlatıldığı

kontrol grubunun uygulama yapılmadan önce bilimsel yaratıcılıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

2. STEM temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile ilgili konunun fen programının ön gördüğü geleneksel yöntem ile anlatıldığı kontrol grubunun uygulama yapıldıktan sonra bilimsel yaratıcılıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

1.1.3. Sayıtlar

1. Deney ve kontrol grupları arasındaki farkın kullanılan STEM temelli Algodoo etkinliklerinden kaynaklandığı, kontrol altına alınamayan değişkenlerin bütün grupları eşit şekilde etkilediği varsayılmıştır.
2. Ders planları, ders uygulamaları ve veri toplama aracı ile ilgili olarak başvuru uzmanların görüşlerini ifade ederken samimi ve gerçekçi oldukları varsayılmıştır.
3. Ön test ve son test olarak öğrencilere uygulanan veri toplama aracına verdikleri yanıtların içten ve gerçeği yansıttıkları varsayılmıştır.
4. Araştırmacının süreçte, verilerin toplanması sırasında tarafsız olarak yer aldığı ve etkisini minimuma indirdiği varsayılmıştır.
5. Uygulama sırasında gözlemi yapan öğretmen ve uzmanların gözlem formu sorularına verdikleri cevapların kendi gözlemlerini yansıttığı varsayılmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Kayseri ili Sarioğlan ilçesinde yer alan bir devlet ortaokulunda öğrenim gören yedinci sınıf öğrencilerinin, STEM eğitim yaklaşımı temelinde Algodoo uygulamalarının bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisini ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde belirlemektir. Algodoo uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi belirlenerek, dijital çağ becerilerini kazanmış öğrencilerin yetişmesi, bu alanda yapılan çalışmaların ivmelenmesine katkıda bulunacaktır. Bu araştırma kapsamında geliştirilen STEM temelli etkinliklerin öğretim

programında yer alan fen bilimleri dersi fen ve mühendislik konu alanında gerçekleştirilecek etkinliklere, 2023 vizyon belgesinde belirtilen dijital içerik arşivine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu bölümde sırasıyla çalışmanın bağımsız değişkeni olan STEM temelli Algodoo etkinliklerinin ve bağımlı değişken olan bilimsel yaratıcılığa ilişkin gerekçeler sunulmuştur. Ayrıca sunulan gerekçelere ilave olarak çalışmanın önemine katkıda bulunacak gerekçelere de yer verilmiştir.

STEM, Science (fen), Technology (teknoloji), Engineering (mühendislik), Mathematics (matematik) disiplinlerinin tek bir vücutta birleştiği ve birbirine uyumu olarak tanımlanır (Eroğlu, 2018). Ayrıca öğrencilere somut yaşantılar sağlayarak anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiren STEM eğitimi öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin artmasını ve disiplinler bakış açısı kazanmalarını hedefler (MEB, 2018). Öte yandan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki teorik bilgileri uygulama ve somut bir ürüne dönüştürebilmelerine olanak sağlar. Dolayısıyla, bu çalışmada bireylerin üretkenliklerini gösterebilmeleri açısından STEM eğitim yaklaşımının önemi ve gerekliliği ortaya konmuş ve bu açıdan fen eğitimcilerine ışık tutması hedeflenmiştir (MEB, 2016).

Alan yazındaki çalışmalarda STEM temelli etkinliklerin öğrenciler üzerine olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir (Ayverdi, 2012; Barry vd., 2017; Bybee, 2010; Gülhan, 2016; Han vd., 2015; Havice vd., 2018; Kurt ve Benzer, 2020; Lin vd., 2020). STEM eğitiminin beşinci sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisini araştıran Gülhan (2016), çalışma sonucunda öğrencilerin STEM alanlarına yönelik algılarının ve bilimsel yaratıcılıklarının olumlu etkilendiği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, Kurt ve Benzer (2020), STEM eğitiminin öğrenci tutumları üzerine olumlu etkisi olduğunu ve öğrencilerin fen kavramsal anlamalarını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Havice vd. (2018), çalışmasında STEM'in eğitim sistemi için gerekliliği ve önemini değerlendirmekle beraber öğrencilerin öz yeterlikte istatistiksel olarak artış gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. STEM eğitiminin 21. Yy. becerilerini kazandığını belirten Bybee (2010), çalışmasında STEM'in birbirine

entegre eğitim materyallerinin oluşturulması ihtiyacına cevap vermesinin yanı sıra daha iyi kararlar alacak vatandaş olmalarına fırsat vereceğini vurgulamıştır. Alan yazında STEM eğitiminin akademik anlamda başarıyı artırdığının göstergesi çalışmalarda mevcuttur (Ayverdi, 2012; Eroğlu, 2018; Han vd., 2015; Kurt ve Benzer, 2020). STEM eğitiminin alan yazında farklı becerilerde de gelişim gösterdiği belirtilmiştir. Örneğin, Hacıoğlu (2017), STEM eğitimi ile öğrencilerin eleştirel düşünme biçimlerinin olumlu yönde gelişim gösterdiğini çalışması sonucunda belirtmiştir. Hem uluslararası hem de ulusal çalışmalara bakıldığında STEM eğitiminin öğrencileri birçok yönden olumlu etkilediği görülmektedir. Buna ek olarak, ilgili alan yazında STEM eğitiminin bilimsel yaratıcılığa katkısı da mevcuttur (Ayverdi, 2012; Eroğlu, 2018; Gülhan, 2016; Hacıoğlu, 2017; Henriksen, 2014). Bahsedilen çalışmalarda STEM odaklı eğitimin bilimsel yaratıcılığı olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Bahsi geçen çalışmalarda da görüldüğü üzere STEM eğitiminin öğrenciler üzerine yaptığı önemli katkılarının olması bu çalışmada STEM temelli etkinlikler uygulanmasına sebep olmuştur. Bu etkinlikler ile öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinden birisi olan yaratıcılık becerilerinin gelişeceği düşünülmüştür.

Yukarıda, STEM eğitiminin daha çok bilişsel ve duyuşsal düzeydeki katkılarından hareketle çalışmanın önemi açıklanmaya çalışılmıştır. Bundan sonra ise STEM eğitiminin önemli bir boyutu olan teknolojiden hareketle çalışmanın önemi vurgulanacaktır. Teknolojinin ışık hızında ilerlediği ve geliştiği göz önüne alındığında günümüz eğitim sistemi de dijital ve fiziksel yapıyı bütünleştirmek gayesine düşmüştür (MEB, 2018). Ayrıca, öğrencilerin günlük hayatında karşılaştıkları problemlere yenilikçi çözüm fikirleri bulmaları ve üretim becerisi kazanmaları eğitim sisteminin hedefleri arasındadır (MEB, 2018). Buradan hareketle, öğrencinin doğasıyla uyumlu öğrenme ortamları ve materyalleri sağlanmalıdır (Bautista ve Borges, 2013). Öğrenme bilginin tek yönlü alındığı öğrencinin pasif konumda olduğu değil öğrencinin katılım sağladığı, sorguladığı ve deneyimler kazandığı bir süreçtir (MEB, 2018). Sadece basılı materyaller ile bu öğrenme ihtiyaçlarının gerçekleşebilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla zengin öğrenme ortamları oluşturulmalıdır (Bautista ve Borges, 2013).

Gerçekleştirilmesi zor olan deneyleri somutlaştırmak için en etkili araçlardan biri olan simülasyonlar aracılığıyla somut öğrenmeler sağlanabilir (Öner, 2017). Öğrencilere sunulan soyut ve karmaşık bilgiler teknoloji desteğiyle sadeleştirilebilir. Fen'in soyut

kavramlar içermesi ve öğrenilmesinde zorluklar yaşanması görülmektedir (Öner, 2017). Bu nedenle, öğrencilere teknoloji temelli zengin öğrenme ortamlarının sağlanması ve öğretim programında kullanılmasının olumlu izleri yapılan birçok çalışma ile gözlemlenmiştir (Oktay ve Çakır, 2013; Yenice, 2003).

STEM temelli etkinlikler fen bilimleri ve matematiğin bütünleşerek bu alanlara teknolojinin eklenmesi ve tasarım becerilerinin entegre edilmesi ile mümkündür (Özer, 2019). Web tabanlı programlar bütünleşik STEM etkinliklerinin karmaşıklığını anlamaya çalışan öğrencilere destek olur. Örneğin, öğrenciler simülasyonları kullanırken ya da tasarlarlarken farklı disiplinlerdeki fikirlerini birleştirebilirler (Barry vd., 2017). Alan yazın da bu bilgileri destekleyecek çalışmalar mevcuttur (Dazhi ve Baldwin, 2020; Lin vd., 2020). Ayrıca, Lin vd. (2020), STEM eğitiminin öğrencilerin teknoloji yeteneklerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Teknoloji ve öğrenci etkileşiminde ibrenin simülasyon eğitim programları yönünde ilerlediği çalışmalar alan yazında mevcuttur (Gül, 2019; Özer, 2019). Teknoloji tabanlı bir eğitim materyali olan simülasyonlar gerçek dünyada var olan verileri sanal ortama taşıyarak gerçekliğe ait özelliklerin modellenmesi olarak tanımlanır (Çelen, 2017). Simülasyonların eğitim dünyasına olumlu yönde etkileri alan yazındaki ilgili çalışmalarda da belirtilmiştir. Örneğin, Cayvaz vd. (2020), ve Reddy ve Nane (2017), fen öğreniminde simülasyon tabanlı eğitimin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını belirtmişlerdir. Fen eğitiminde özellikle laboratuvar söz konusu olduğunda simülasyon odaklı öğrenime yaklaşıldığı sonucu vurgulanmıştır (Rutten vd., 2012). Ek olarak Smetana ve Bell (2012), simülasyon temelli öğrenmenin öğrencileri düşünmeye sevk ettiğini ve araştırmaya dayalı keşiflere teşvik ettiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Cayvaz vd., (2020) simülasyon temelli öğrenmenin öğrencilerin araştırma ve sorgulama becerilerini önemli ölçüde artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca Barry vd. (2017), sanal gerçeklik ortamında STEM etkinliklerinin başarıyla gerçekleştirildiğini ifade etmiştir. Simülasyon destekli öğrenmenin yukarıda bahsedilen katkılarından hareketle, bu çalışma da STEM etkinliklerinin içine Algodoo programı entegre edilmiştir.

Eğitimciler, dersi teknoloji tabanlı bir strateji ile yürütmek için planlama yapmalıdır (Uysal ve Gürcan, 2014). ASSURE modeli teknolojiyi öğretim programı ile

bütünleştirmek için Heinrich ve Molenda (1996) tarafından geliştirilmiş olan bir öğrenme rehberidir (Eren vd., 2010). Planlama yapılması ve teknolojinin sistematik bir şekilde kullanılması için gereken ASSURE öğrenme tasarım modeli bilinen tasarım modellerinin arasında en çok kullanılan modeldir ASSURE modeli teknolojik boyutun etkili ve sistematik bir planlama kapsamında kullanıldığı için alan yazında en uygun tasarım modeli olarak görülmektedir (Eren ve diğerleri, 2010; Göksu ve diğerleri, 2014; Uysal ve Gürcan 2014). Buradan hareketle, bu çalışmada da ASSURE tasarım modeli rehber olarak alınmış ve ASSURE tasarım modeli yoluyla öğrenciler simülasyon programı olan Algodoo programını kullanarak STEM etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. Fen bilimleri, matematiğin bütünleşerek bu alanlara teknolojinin eklenmesi ve tasarım becerilerinin entegre edilmesi STEM etkinlikleri ile mümkündür. STEM temelli etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi için Algodoo programının tercih edilmesinin bir diğer sebebi ise 2015 yılında en iyi STEM eğitimi uygulaması olarak seçilmesinden kaynaklanır (Özer, 2019). Ayrıca Algodoo iki boyutlu, çoğunlukla fizik konuları için düzenlenmiş ve ücretsiz olması bu programın kullanılmasında önem arz etmektedir. Algodoo programında hazır etkinlikler bulunmaz, öğrenciler tasarım modeli basamaklarını izleyerek kendileri tasarım yaparlar (Özer, 2019). Bu nedenlerden dolayı Algodoo programının kullanılması bu araştırmada uygun görülmüştür.

Günümüzde, öğrenenlerden bilgiyi pasif olarak almak yerine zihinde bilgiyi yeniden yapılandırarak geliştirmeleri, günlük hayattaki problemlere uygulamaları beklenmektedir (Wagner, 2008). Bu beklentileri karşılayacak olan stratejilerden birisi de yapılandırmacılıktır (Aslan, 2015; Tsai, 2000). Yapılandırmacılık bireyin önceden var olan açıklamaları ve zihinsel yapıları ile yeni bilgileri ilişkilendirerek öğrenmenin gerçekleştiğini temel alan bir öğrenme yaklaşımıdır (Malik, 2021). Bilginin doğruluğu için gerçeğe uygun olmasının gerekmediği bakış açısındaki yapılandırmacılık kuramına göre bilgiye ulaşmak ancak yaşantılarımız ile mümkündür. Bilginin kişilerin deneyimleri ve mantıksal düşünceleri ile oluşan bir yapı olduğunu savunur (Baraldi vd., 2021). Yapılandırmacılık bilgiyi ezberlemek ve zihinde depolamak yerine bilgiye nasıl ulaşılabileceğinin yollarını öğrenmek ve eski var olan bilgilerden yola çıkarak yeni bilgiye ulaşmanın temeli üzerine kurulmuştur (Baraldi vd., 2021). Öğretim programında yapılandırmacı felsefeye uygun bireyin özellikleri tanımlandığında bilgiyi araştıran, sorgulayan zamanla gelişebileceğini kendi akıl gücüyle fark eden ve araştırmalar sonucu

bilgiye kendisi ulaşan bireylere ihtiyaç duyulduğunu vurgular (MEB, 2013). Bu bilgiler ışığında bu çalışma yapılandırımcılığı kendisine rehber olarak benimsemiş ve STEM temelli Algoodo etkinlikleri ile yapılandırımcılığın özelliklerinin örtüştüğü kabul edilmiştir.

Yapılandırımcılık kuramının eğitimde olumlu izleri görüldükçe işlevselliği artmış ve bu yaklaşımın uygulamaları olan, Amerika'da fen programının iyileştirilmesi kapsamında gelişim olarak birbirini izleyen 3, 5 ve 7E modelleri önem kazanmıştır (Eisenkraft, 2003). Eğitimde en çok kullanılan Bybee tarafından geliştirilen ve 2004 MEB fen öğretim programının temelini oluşturan 5E öğrenme modeli bilgilerin aktif bir şekilde kullanıldığı etkinliklerden oluşur (Ayvacı ve Bakırcı, 2012; Er Nas, 2008; Şentürk, 2010). Araştırmalar 5E modelinin öğrenenlerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiğini, kavramların daha iyi anlaşıldığını ve yaratıcı düşünme için öğrenciyi teşvik ettiğini göstermektedir (Demircioğlu vd., 2016; Keleş, 2010; Özsevgeç, 2006). Yukarıda bahsedilen çalışmalarda da dikkat çekildiği gibi STEM eğitimi önemli bir noktadadır. Bu noktada STEM eğitiminin yapılandırımcılık felsefesine dayandığını ve 5E öğrenme modeli ilkeleri ile örtüştüğünü bahsi geçen çalışmaları inceleyerek ve esinlenerek söyleyebiliriz. Yapılandırımcı öğrenme sürecinde öğrenenlere yaşamsal zenginlik sağlanmalı, dolayısıyla yapılandırımcı strateji ve teknikler uygulanmalıdır (Malik, 2021). Buradan hareketle, bu çalışmada yapılandırımcılığın özelliklerini benimseyen 5E öğrenme döngüsü modeli STEM etkinliklerinin uygulanmasında kullanılacak bir model olarak benimsenmiştir.

Fen bilimleri fizik, kimya ve biyoloji konularını kapsayan soyut konuların yer aldığı bu yüzden kavramanın zor olduğu disiplinler arası bir derstir (Millar, 1991; Vitharana, 2015). Soyut olması sebebiyle konular daha karmaşık görünür ve zihinde yapılanma gerçekleşmez. Bu durumun başında fizik konuları gelmektedir (Gürer Yücel, 2013). ASSURE tasarım süreci izlenerek Algodoo programında fizik konusu olan yedinci sınıf "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesine dair etkinliklerin gerçekleştirilmesi araştırmanın bir diğer önemli boyutudur. Ayrıca literatür incelendiğinde (Örneğin, Küçük, 2014), ışık konusu öğretiminde görselliğin fazla olduğu, deneylerin yapılma noktasında sıkıntı yaşandığını belirtmiştir. Öte yandan, ayrıca literatürde ışık konusunun soyut kavramlar içerdiğinden dolayı zor bir konu olduğu, fen programında dördüncü sınıftan yedinci sınıfa kadar yer aldığı ve araştırmacılar tarafından çalışılması önerilen

bir konu olduğu ifade edilmiştir (İştanbuloğlu, 2014; Namlı, 2018; Söyleyici, 2018; Vitharana, 2015). Son olarak, ışık konusunun fizik alanına girmesi ve Algodoo programı ile daha önce çalışılmamış olması araştırmada bu konunun seçilme gerekçesini oluşturmaktadır.

1.4. Tanımlar

STEM: Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin İngilizce karşılıklarının baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. Bu alanların okullarda disiplinler bir konuya uyumu olarak tanımlanabilir (Dugger, 2010).

STEM Eğitimi: Öğrencilerin gelecekteki başarısı için hayati olduğu kabul edilen görevler ve durumlar bağlamında çalışırken bilgi ve becerilerini çoklu disiplinlerden yararlanarak kullanan tek başına gelişmiş bir öğretimdir (Hatisaru vd., 2019).

ALGODOO: Fizik problemlerini görselleştirmeye ve çözmeye olanak tanıyan görselliği ile çekici kılan iki boyutlu bir modelleme aracıdır (Gregorcic ve Bodin, 2017).

Bilimsel Yaratıcılık: Var olan ürüne özgün bir özellik kazandırma ya da yeni bir ürün koymak olarak tanımlanan bilinenin dışında bir dışünme sürecidir (Karahana, 2019).

Endüstri 4.0: Çalışanların becerileri, insan- makine etkileşimi ve bilgi teknolojilerini kapsayan üretim süreci olarak tanımlanabilir (Umachandran , ve diğerleri, 2019).

ASSURE: "Ne", "Neden" ve "Kim" tarafından ve "Nasıl" sorularını yanıtlayan öğrenci merkezli öğretimi hedefleyen tasarım modelidir (Aktaş, 2015).

1.5. Sınırlılıklar

1. Çalışma 2019-2020 öğretim yılını kapsamaktadır.
2. Fen bilimleri dersini alan yedinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir.
3. Çalışma altı haftayı kapsamaktadır.
4. Çalışma örneklemi 52 öğrenciden oluşmaktadır.
5. Çalışmanın veri toplama aracı olan bilimsel yaratıcılık testi ile ilgili sadece kapsam geçerliği çalışması yapılmış olup, yapı ve ölçüt geçerliği ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

6. STEM alanlarının derslere uyumunda teknoloji ile uygulamalar çalışma konusundan kaynaklı sınırlı gerçekleştirilmiştir.
7. Çalışma uygulama ve kontrol grubu ders anlatımları araştırmacının kendisi tarafından gerçekleştirilmiştir.



BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1. Yapılandırmacı Yaklaşım

Günümüzde bilgiyi ezberlemek veya zihnimize depolamak önemini yitirmiş bilgiye ulaşma yolları ve ulaşılan bilgileri farklı alanlara transfer edebilmek önem kazanmıştır. Bu çalışmada temel alınan yapılandırmacılık felsefesi de bu zemin üzerine inşa edilmiştir (Şentürk, 2010).

Yapılandırmacılık öğretmenin değil öğrenmenin ön planda olduğu felsefedir. Öğrenme deneyimlerinden kişinin kendisinin sorumlu olduğu, günlük yaşamda problemlere karşı farklı çözüm yolları bulan kişilere ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılandırmacı felsefe temel alınarak 2007 yılında beri sarmal bir şekilde uygulanan orta öğretim fen programında yaratıcılık gibi düşünme becerilerinin önemi vurgulanmıştır. Bu düşünme becerilerinin öğrenenlerin kazanabilmesi için yapılandırmacı yaklaşımın etkili bir öğretim felsefesi olduğu söylenebilir (Eroğlu, 2018). Ayrıca, alan yazında çalışmalar incelendiğinde yapılandırmacı felsefenin bilimsel yaratıcılık üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir (Eroğlu, 2018).

Yapılandırmacı felsefe ve yeni nesil bir yaklaşım olan STEM eğitimi ile ilişkisinin incelendiği çalışmalarda alan yazında mevcuttur. Asal, (2020) çalışmasını yapılandırmacılık felsefesine dayandırarak STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunun olumlu yönde etkili sonuçları olduğunu vurgulamıştır. Dolayısıyla bu çalışma da uygulanacak etkinlik ve

uygulamalar STEM temellidir ve bu temeller yapılandırmacılık felsefesi zeminine oturtulmuştur.

2.2. STEM Eğitimi

STEM terim olarak ilk defa 2001 yılında Amerikalı Judit Ramaley tarafından kullanılmıştır (White, 2014). STEM, Science (S), Technology (T), Engineering (E), Mathematic (M) alanlarının İngilizce karşılıklarının baş harflerinden oluşmuş, bu alanları tek bir vücutta toplamak isteyen bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2010). ABD ve Sovyetler birliğinin uzay ve uzantılarını keşfetme yarışıyla başlayan “bilim sayesinde küresel anlamda lider olma” fikri STEM yaklaşımına uygun insanlar yetiştirmeyi hedef almalarına sebep olmuştur (Gallant, 2011). Teknoloji temelli eğitimin kaçınılmaz olduğu günümüz dünyasında bireylerin üretkenliklerini gösterebilmeleri açısından STEM eğitim yaklaşımının önemi ve gerekliliği ortaya koyulmaktadır (MEB, 2016). Uluslar fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarında öğrenenlerin 21 yy. becerilerini kazanmalarını beklemektedirler. Bu çizgide, adı geçen alanlarda üst düzey becerilere sahip bireylerin yetişmesini hedefleyen STEM eğitim yaklaşımı, öğrencilerin öğrenim hayatının ilk aşamasından üniversiteye kadar olan süreci kapsar (Eroğlu, 2018). STEM temelli eğitim sürecinde bireyler gerçek hayat problemleriyle karşılaşır ve bu problemlere yaratıcılıklarını kullanarak çözümler üretmesi, düşüncelerini ürüne dönüştürmesi beklenir (Wagner, 2008). Yapılan araştırmalar STEM eğitim yaklaşımının eğitimde birçok olumlu etkilerinin olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı olumlu tutuma sahip olmalarını sağladığı (Tseng vd., 2011; Tseng vd., 2013), kavramsal anlamalarını artırdığını (Yılmaz Baltacı, 2019), problem çözme becerilerinin, akademik başarılarının, motivasyonlarının arttığı ve bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği tespit edilmiştir (Kurtuluş, 2019). Dolayısıyla STEM eğitiminin ulusal ve uluslararası çerçevede yapılan çalışmalarda birçok değişkeni olumlu yönde etkilediği vurgulanmıştır. Öte yandan ilgili çalışmalarda STEM eğitiminin olumsuz etkisine herhangi bir çalışmada rastlanmamakla beraber birçok farklı bağımlı değişkenler ile incelenmiş ve olumlu etkilerinin olduğu ortaya koyulmuştur (Eroğlu, 2018). Bu sebeple bu çalışmada da bağımsız değişken olarak STEM temelli etkinlikler belirlenmiştir.

2.3. STEM Eğitiminde 5E Öğrenme Döngüsü Modeli

Yapılandırmacılık kuramının eğitimde olumlu izleri görüldükçe işlevselliği artmış ve bu yaklaşımın uygulamaları olan 3, 5 ve 7E öğrenme döngüsü modelleri önem kazanmıştır (Keleş, 2010). Eğitimde en çok kullanılan, Bybee tarafından geliştirilen ve 2004 fen öğretim programının temelini oluşturan 5E öğrenme döngüsü modeli bilgilerin aktif bir şekilde kullanıldığı etkinliklerden oluşur (Ayvaci ve Bakırcı, 2012; Er Nas, 2008; Şentürk, 2010). 5E modeli beş aşamadan oluşur ve adını her basamağın İngilizce kelime karşılığı E harfiyle başlamasından alır. Bu aşamalar sırayla Giriş (Engage), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate) şeklindedir.

Giriş kısmında öğrencilerin dikkatini çekecek etkinliklere yer verilir. Merak uyandıracak materyal kullanılabilir. Farklı fikirlerin ortaya atılmasına olanak sağlayarak konuya dair öğrencilerin ön bilgileri çıkarılır. Öğrencinin kendisine “Ben ne biliyorum?” sorusunu sorması ile bilgilerini yoklaması beklenir (Asal, 2020; Bybee, 2009; Rosdianto ve Teeka, 2019).

Keşfetme basamağında öğrenci konu ile ilgili çıkarımlarda bulunur. Öğrencinin en aktif olduğu bölüm olmakla birlikte araştırma yapıp yeni modeller oluşturduğu hipotezler kurulduğu ve bulguların elde edildiği aşamadır. Bu aşamada öğrenciler çeşitli etkinlikler aracılığıyla giriş aşamasında ne biliyorum sorusu ile kendisini yokladığı, sahip olduğu bilgileri denediği ve deneyim kazandığı aşamadır (Ayvaci ve Bakırcı, 2012; Bybee, 2009; Rosdianto ve Teeka, 2019).

Açıklama basamağında öğrenciler kavramlara dair algılarını önceki aşamada kazandıkları deneyimler doğrultusunda açıklarlar. Öğretmen ilgili konuya dair kavram ve ilkeleri öğrenciyle iş birliği içerisinde ortaya koyulur. Açıklamalara dair öğretmen dönüt verir ve öğrenciler açıklamalardan yola çıkarak genellemelere ulaşabilirler. Oluşturulan tartışma ortamında öğrencilerden beklenen düşüncelerini sunmaları ve diğer arkadaşlarının düşüncelerini dinlemesi, eleştirel açıda karşılaştırma yapmasıdır. Öğretmenin oluşacak kavram yanlışlarını engelleyeceği aşamadır (Bybee, 2009; Rosdianto ve Teeka, 2019).

Derinleştirme basamağına gelindiğinde öğrenci daha önce elde ettiği bilgileri günlük hayata uyarlayarak deneyimlerini farklı alanlara doğru genişletirler. Bu aşama öğrenciye edindiği bilgiyi yeni bir probleme ya da olaya transfer edebilme fırsatı sunar. Bu basamak yeni bir olay ya da olguya bilgisini transfer edebilme olanağı tanıdığı için yeni kavramlar da öğrenilebilir (Eroğlu, 2018; Bybee, 2009; Rosdianto ve Teeka, 2019).

Son aşama olan değerlendirme basamağında öğrencinin tüm aşamaları ve tüm performansları değerlendirilir (Rosdianto ve Teeka, 2019). Esasen son basamakta değil tüm aşamalar boyunca değerlendirme yapılır (Rosdianto ve Teeka, 2019). Sadece öğretmen tarafından bir değerlendirme değil öğrencilerin diğer arkadaşlarını değerlendirdiği akran değerlendirme veya kendilerini eleştirdiği öz değerlendirme yöntemleri de kullanılabilir (Bybee, 1997).

5E öğrenme döngüsü modeli aşamaları ve yapısı dolayısıyla fen öğreniminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Eroğlu, 2018). Ayrıca araştırmalar 5E modelinin öğrenenlerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiğini, kavramların daha iyi anlaşıldığını ve yaratıcı düşünme için öğrenciyi teşvik ettiğini göstermektedir (Demircioğlu vd., 2016; Keleş, 2010; Özsevgeç, 2006). Yukarıda bahsedilen aşamalarda öğrencilere kazandırılması istenen ve beklenen davranışlara (bilgileri transfer edebilme, eleştirel bakış açısı, yenilikçi değerlendirme yöntemleri vb.) bakıldığında STEM eğitim yaklaşımı ilkeleri ile örtüştüğünü söyleyebiliriz. Buna karşın ilgili alan yazında STEM temelli çalışmalara 5E öğrenme döngüsü entegre edildiği araştırmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür (Eroğlu, 2018; Sanjaya, 2018; Yıldırım ve Altun, 2015). Bu çalışmalar arasından Eroğlu, (2018), STEM temel alarak 5E öğrenme döngüsüne uygun ders planları hazırlamıştır. Her aşamada STEM alanlarından biri veya birkaçının altı çizilmiştir. Bu çalışmada da STEM temelli etkinlikler hazırlanan ders planlarına 5E öğrenme döngüsü aşamaları çerçevesinde verilmiştir. Her aşamanın STEM alanlarından bir veya birkaçını taşımasına dikkat edilmiştir. Örneğin, üçüncü hafta ders planında 5E öğrenme döngüsü keşfetme basamağında ambulansların önündeki yazının neden ters yazıldığı sorulur ve tartışma ortamında tahminler istenir (STEM fen boyutu). Açıklama basamağında öğrencilerin Algodoo programı üzerinde düz aynada, çukur aynada ve tümsek aynada görüntü çizimleri istenir. Görüntü özelliklerini karşılaştırarak açıklamaları beklenir (STEM teknoloji boyutu). 5E öğrenme döngüsü değerlendirme basamağında öğrencilerin Algodoo üzerinde aynaların günlük hayatta kullanıldığı bir

araç tasarımları istenir (periskop gibi). Bu değerlendirme etkinliği STEM mühendislik boyutu ile ilişkilendirilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin hem matematik ve fen kazanımlarını kazanmaları hem de mühendislik becerilerini edinmeleri hedeflenmiştir. Bu yolla 21. Yy. becerileri kazanacakları düşünülmektedir.

2.4. ASSURE Tasarım Modeli

Assure modeli teknolojiyi öğretim programı ile bütünleştirmek için Heinrich ve Molenda (1996) tarafından geliştirilmiş olan bir öğretim rehberidir (Eren vd., 2010). Temelini yapılandırmacılık felsefesinden alan ve söz konusu teknoloji olduğunda ASSURE öğrenme tasarım modeli bilinen tasarım modellerinin arasında en çok kullanılan modeldir (Eren vd., 2010; Göksu vd., 2014; Smaldino vd., 2018). Uysal ve Gürcan (2014), sistematik bir plan dahilinde teknolojinin etkili ve verimli kullanılabilmesi için en uygun modelin ASSURE modeli olduğunu ifade etmektedirler. Ayrıca Fitriani, (2016), çalışmasında ASSURE modelinin öğrenme sürecinin kalitesini artırdığını ifade etmiştir. Model olduğu altı aşamanın baş harflerine göre isimlendirilmiştir. İlk aşama olan Öğrenenlerin analizi (Analyze Learner) basamağında bireylerin öğrenme özellikleri, var olan bilgileri, düşünme ve öğrenme biçimleri (algı, motivasyon, psikolojik faktörler vb.) tanımlanır. İkinci aşama olan hedeflerin belirlenmesi (State objectives) basamağında öğretim sonunda kazandırılacak bilgi ve yetenekler tanımlanır. Kazandırılmak istenen bu yetenekler gözlenebilir ve ölçülebilir olmalıdır. Üçüncü aşama yöntem, medya ve materyallerin seçilmesi (Select Methods, Media ve Materials) basamağında öğretimin nasıl gerçekleştirileceği ortaya konulur. Öğrenenlerin özellikleri ve kazandırılacak hedeflere uygun öğretim ortamı, materyal ve öğretim yöntemi belirlenir. Yöntem seçiminde tek bir yöntem değil birden fazla yöntem belirlenerek zengin ortam sağlanır. Dördüncü basamak olan medya ve materyallerin kullanımı (Utilize media and Materials) aşamasında hedeflere ulaşmayı sağlayacak uygulamaların ön izlemesi yapılır. Tasarım yapmaya başlamadan önce materyal ve ortam gözden geçirilir. Malzemeler belirli düzene getirilerek ortam hazırlanır. Konuyla ilgili motive edici açıklama, öğrenciye konunun özel yönlerine dikkat çekmek için ipucu sunma, gerçek hayat ile ilişkinin kurulduğu ve öğrencinin hazırlandığı aşamadır. Beşinci basamak olan öğrenen katılımının sağlanması (Required Learner Participation) aşamasında öğrenci programa aktif olarak katılır. Bu sürecin verimli olabilmesi için

öğrenci katılımın nasıl olacağı cevabı aranır. Öğrenci uygulama yapmalı, bilgi ve performansını geliştirmeli ve geri dönüt almalıdır. Son aşama olan değerlendirme ve gözden geçirme (Evaluate ve revize) basamağında hedeflere ulaşip ulaşılmadığı, seçilen materyallerin hedeflere ulaşma da yardımcı olup olmadığı sorularına cevap aranır. Değerlendirme sadece süreç sonunda değil süreç boyunca da yapılır ve gerek duyulan yerler revize edilir (Clymer, 2007; Durak, 2009; Karakış, 2014). Genel anlamda açıklanan ASSURE tasarım basamakları detaylı olarak aşağıda ele alınmıştır.

1. Öğrenenlerin Analizi (Analyze learners)

Öğretim tasarım modelinin ilk basamağı olan öğrenenlerin analizi adımı üç kategoride ele alınabilir. Öğrencilerin yaş, sınıf, sınıf mevcudu gibi *genel özellikleri*, görsel, işitsel, sözel gibi her öğrencinin ayrı sahip olacağı *öğrenme stilleri*, öğrencilerin hedef konuyla ilgili sahip olduğu ön bilgileri içeren *giriş yeterlilikleri* başlıklarıdır (Durak, 2009; Fitriani, 2016). Öğrencilerin düşünme ve öğrenme şekilleri, konuyla ilgili hazırbulunuşlukları, kültürel farklılıkları iyi tanımlamak gereklidir. Öğrencilerin gözlemler sonucunda öğrenme biçimlerini farkederek öğretmen bireysel olarak en iyi öğrenme yolunu seçer ve ilerlemeyi kolaylaştırabilir. Benzer şekilde farklı etnik köken, konuşulan dili konuşmakta ve anlamakta güçlük çeken veya kaynaştırma öğrencileri bulunabilir. Bu farklılıklara planlamanın başında dikkat edilirse anlatım ve süreçten alınacak verim en yüksek seviyede olacaktır.

2. Hedeflerin Belirlenmesi (State Objectives)

Öğrenenlerin özellikleri tanımlandıktan sonraki adım hedefleri belirlemektir. Hedefler içinde ilgili ünite ile ilgili öğrenenlerin kazanması gereken kazanımlar, öğrencilerin performansları, performans derecesinin kabul edilebilir düzeyde olması gibi beklentiler yer alır. Öğretim tasarımında hedeflerin belirlenmesi ABCD biçiminde belirtilir (Durak, 2009; Adedapo ve Opoola, 2021).

A(Audience)- Öğretim programına katılanlar

B(Behaviour)-Davranışların ölçülebilir ve gözlenebilir nitelikte olması

C(Conditions)- Kazanımların tanımlandığı ortam şartları

D(Degree)- Kazanımların derecesi

Bir sonraki basamak olan medya ve materyallerin doğru seçimi için bu adımda hedef ve kazanımları iyi tanımlamak gerekir (Karakış, 2014; Adedapo ve Opoola, 2021).

3. Yöntem, Medya ve Materyallerin Belirlenmesi (Select instructional methods, media, materials)

Bu aşama öğretme yönteminin nasıl olacağı sorusunu karşılamaktadır. Belirlenecek yöntem önceki aşamalar olan öğrenenlerin özellikleri ve hedefler dikkate alınarak seçilmelidir. Yöntem seçilirken mevcut materyaller kullanılabilir, hazır materyaller geliştirilebilir veya yeni materyaller geliştirilebilir (Karakış, 2014; Adedapo ve Opoola, 2021).

4. Medya ve Materyallerin Kullanımı (Utilize media and materials)

Bu aşamada materyal kullanımı için öğretimin gerçekleşeceği ortamın uygunluğu kontrol edilir. Teknolojik araçların çalışması için materyaller kontrol edilir, eksiklikler giderilir ve ortam uygun duruma getirildikten sonra tercih edilen medya ve materyaller öğrenenler tarafından kullanılır (Aktaş, 2015; Adedapo ve Opoola, 2021).

5. Öğrenen Katılımı (Require learner participation)

Medya ve materyallerin kullanımı için uygun ortam hazırlandıktan sonra öğrenci merkezli etkinlikler hazırlanır. Bu aşamada öğrencilerin derse aktif katılımını sağlar ve teknoloji tabanlı materyalleri kullanmaları için motive edilir.

6. Değerlendirme ve gözden geçirip düzeltme (Evaluate and revise)

Tasarım basamakları bütün bir şekilde gözden geçirilir ve değerlendirmesi yapılır. Teknolojik araçların ne kadar etkili olduğu incelenir (Aktaş, 2015; Adedapo ve Opoola, 2021). Bu aşamada üç soruya verilen cevaplar doğrultusunda modelin uygulanabilirliği test edilmiş olur. *Birinci soru*, öğrenenler hedeflere ulaştı mı? *İkinci soru*, hedeflere ulaşılması için seçilen medya ve materyaller yardımcı oldu mu? *Son olarak*, çalışmaya katılan bütün öğrenciler hedeflerin amacına uygun şekilde materyalleri kullanmayı başardığı mı? her öğrencinin teknolojiyi kullanma hızı ve bakış açısı hatta kullanım alışkanlıkları farklıdır bu nedenlerle son soru hakkında kesin değerlendirmeler yapmak güç olacaktır (Durak, 2009; Adedapo ve Opoola, 2021). Tüm aşamalar teorik bilgileri

yukarıda analiz edildikten sonra EK-8'de öğretim tasarım modelinin basamaklarının uygunlandığı bir örnek verilmiştir.

Medya ve materyallerin gözden geçirilmesi: teknoloji tabanlı içeriklerin görsel olarak zengin olması veya hazırlanan etkinliklerin yaparak yaşayarak öğrenmeyi desteklemesi öğrenme verimi açısından önemi saptanmıştır. Günlük yaşamla kurulan bağlantılar, etkinliklerin dikkat çekiciliği, içeriklerin hazırlanmasında grup oluşturma'nın hedefe yönelik ilerleme katettiği görülür (Adedapo ve Opoola, 2021). ASSURE tasarım modelinin kullanıldığında eğitimde olumlu etkileri olduğu alan yazındaki çalışmalarda da belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının pedagoji ve teknoloji alan bilgilerini inceleyen Aktaş (2015), öğrenenlerin öğrenme güçlüklerini daha kolay tanımlamada ve sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemede ASSURE modeli kullanımının etkili olduğundan bahsetmiştir. ASSURE tasarım modeli temelinde algoritma konusunda öğrenenlere içerik hazırlayarak ve geliştirerek bu materyalin öğrenci başarısına etkisini araştıran Durak (2009), çalışma sonucunda kullandıkları yöntem ve programın öğrenmede etkili olduğunu vurgulamıştır. Web destekli ve etkinlik temelinde materyal geliştirilmesini araştıran Çetinkaya ve Taş (2016), materyal geliştirme aşamalarında ASSURE tasarım modelini kullanmıştır. Hedefi materyal seçim ve kullanımda verimi artırmak olmuştur. Web destekli materyallerin öğrencilerin öğrenme deneyimlerine aktif olarak katılmalarına ve bu deneyimleri kontrol etmelerinde etkili olacak yapıda olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda çalışmanın amaç ve ilkeleri ile ASSURE tasarım modelinin örtüştüğü söylenebilir. Ek olarak teknolojik materyallerin ders ile bütünleştirilmesini planlı olarak sağlayan ASSURE modeli ile öğrencilerin derse karşı tutumlarının yüksek olduğunu, başarının arttığını ve bilgisayar kullanmada daha yetkin duruma geldikleri sonucuna ulaşılmıştır (Eren vd., 2010). Benzer şekilde Karakış (2014), ASSURE tasarım modeli kullanıldığında öğrencilerin başarı, derse karşı tutumlarının arttığını ve bilgisayar destekli öğrenmeye olumlu yönde tutum geliştirdiklerini vurgulamıştır. Teknolojiyi takip etmenin çağın gereği olduğunu ve web destekli içeriklerin artırılmasının bu bilincin kazanmasına etkisi olacak yeni araştırmaların yapılması araştırmanın ASSURE tasarım modeli noktasında önem boyutlarından biri olarak görülebilir (Eren vd., 2010). Benzer şekilde Göksu vd. (2014), ASSURE modelinin öğretimde etkili olduğunu ve akademik başarıyı

artırdığını vurgulamıştır. Ayrıca modelin değişkenler açısından etkisinin incelenmediği, araştırıldığında alana katkı yapacağından söz etmiştir. Ayrıca, ASSURE modelinin özellikle dijital tabanlı etkinlik kullanılan içeriklerde öğretimi tasarlamak ve uygulamak için geliştirildiği de vurgulanmıştır (Özdemir, 2015). Dolayısıyla, dijital içeriklerin hazırlandığı ve uygulandığı bu çalışmada da yukarıda bahsedilen gerekçelerden dolayı ASSURE tasarım modeli basamakları kullanılmıştır.

Dijital hikaye anlatma temelinde materyal gelişimi ile ilgili çalışma yapan Ayvaz Tunç (2017), ASSURE tasarım modelini kullanmıştır. Araştırması sonucunda öğrenenlerin disiplinlerarası etkileşim becerisine katkı sağladığını vurgulamıştır. Yine başka bir çalışmada öğrenci ve teknolojiye odaklanıldığında ASSURE tasarım modeline dayalı bir eğitim yürütmenin bir ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (Sezer vd., 2013). Dolayısıyla, bu çalışmanın bağımsız değişkeni olan STEM eğitiminin içine ASSURE tasarım modelinin entegre edilmesi bahsedilen gerekçelerden dolayı gerekli görülmüştür.

Uluslararası çalışmalara bakılacak olursa, teknolojinin tüm yönlerine inanılmaz bir inovasyon hızının gerekli olduğunu belirten Smaldino vd. (2018), öğretmenlerin ve öğrencilerinin öğrenme ihtiyaçlarını karşılarken içerik standartlarına uygun teknolojiyi düşünmelerine ASSURE modelinin yardımcı olacağını vurgulamışlardır. Ayrıca çalışmalarında ASSURE modeli temel alınarak hazırlanan etkinliklerde bugünün öğrencilerinin okuma, düşünme ve öğrenme biçimleriyle eşleşen dinamik içeriği görme fırsatı sunduğundan bahsetmişlerdir. Öğrencilerin matematiksel iletişim ve gelişimlerini test etmek isteyen Sundayana vd. (2017), ASSURE öğrenme tasarımını kullanmaları sonucunda öğrencilerde bahsedilen gelişim süreçlerinde önemli bir artış görüldüğünü belirtmişlerdir.

2.5. Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0

İnsan yaradılışından itibaren çeşitli evreler geçirerek üretici bir canlı rolüne bürünmüştür. Bu gelişim evrelerinden sanayi devrimleri temelinde bahsedecek olursak birinci aşama da sanayi devriminde su ve buhar gücü kullanılmıştır. İkinci sanayi devriminde elektrik enerjisi kullanılmaya ve yaygınlaşmaya başlanırken üçüncü sanayi devriminde ise üretimi otomatikleştirmek adına elektronik ve bilgi teknolojisi

kullanılmaya başlanmıştır. Son olarak yeni teknolojilerin katlanarak geliştiği içinde bulunduğumuz dördüncü sanayi devriminde ise dijital platformlar, yapay zekanın ve simülasyonun ön planda olduğu planlı ve sistemli akıllı üretim sürecine geçilmiştir. Makine insan ara bağlantısı en üst seviyeye çekilmiştir. Otonomlaşan sistem beraberinde birçok kolaylığı yanında getirmiştir. Veri ve bilgi işleme, bunlarla çeşitli ara yüz oluşturma gibi dijital teknoloji odaklı üretim süreçlerini ivmelendirmiş ve üretim organizasyon sürecini zirveye çıkarmıştır (Umachandran ve diğerleri, 2019). Üretim temelli sanayi devrimlerinde dönemselleştirme yapılmasına sebep olan önemli buluşlar olmuş ve bu buluşlar beraberinde yeni teknolojiyi getirmiştir. İlk olarak 1700-1800 yılları arasında İngiltere’de su ve buhar gücü ile çalışan üretim alanları kurulmuş ve bu teknolojiyle sanayi devrimlerinin başlamasına öncülük etmiştir. İç pazarın serbest olması, büyük bir donanma gücüne sahip olmakla birlikte hammadde ve pazar sorununu çözmesi dolayısıyla bir sömürge devleti haline gelmesi sanayi devriminin bu ülkede başlamasının sebeplerindendir (Sercan, 2019). Buharın gücünün fark edilmesi ile buhar güçlü motorlar yapılmış ulaşım, deniz yolu, demir yolu gibi alanların temelini oluşturarak hammadde temini ve ulaşım kolaylaşmıştır (Şimşek, 2020). İkinci sanayi devriminin şekillenmesinde elektrik enerjisinin devreye girmesi ve 1902 yılında 45 yaşındaki genç girişimci olan Henry Ford tarafından geliştirilen kendisinin otomobil fabrikasında kullanılan kayan bant sistemi bu dönemin kabul gören başlangıç noktası olmuştur (Şimşek, 2020). Bilgisayar teknolojisinin kullanılmaya başlandığı ve 1970’li yıllara denk gelen üçüncü sanayi devriminde teknoloji üst seviyeye çıkmıştır. Fiber optik, lazer teknolojisi gibi birçok yeni teknoloji hayatımıza dahil olması dijital çağ adı verilen bu dönemde gerçekleşmiştir. İnternet ağı temelini atıldığı bu dönemde küresel haberleşme bilgi paylaşım ve teknoloji alanında gelişmeler yaşanmış ve 1969 yılında ABD çalışma bakanlığı tarafından koordine edilen ARPANET projesinde çağımız internetinin atası sayılan ilk mesaj gönderme işlemi yapılmıştır (Yalım, 2019). İnternetin gelişmesi ve bunun hızına bağlı olarak teknolojinin evrimi ile Alman hükümeti tarafından ilk defa 2011 yılında dünyanın en kapsamlı sanayi fuarı olan Hannover fuarında Endüstri 4.0 kavramından bahsedilmiştir (Şimşek, 2020). Endüstri 4.0, teknoloji alanında ilerlemeler ve bu alanda akıllı üretim süreçlerinin (akıllı fabrikalar gibi) tamamını kapsayan bir iletişim ağı olarak tanımlanabilir (Eroğlu, 2018). Sanayi 4.0 devrimini bir ağaca benzetecek olursak bu ağacın dalları üç boyutlu yazıcılar, akıllı fabrikalar, simülasyon, makineler arası bilgi alışverişi yapacak olan

nesneler arası internet, robotik ve yapay zekâ diyebiliriz (Yalım, 2019). Endüstri 4.0'ın dijitalleşme çağı olarak adlandırılan üçüncü sanayi devriminden farkı üretim süreçlerinin bütün aşamalarında dijitalleşmenin sağlanması olmuştur. Sanayi devriminin dördüncü dalgasında kullanılan bütün teknolojiler ile zamansal kazanım sağlayan simülasyon programları sayesinde üretim hızlanmış ve gelişme sağlanmıştır. Tüm ekipmanların simülasyonlar ile sanal ortamda tasarlanması zaman, maliyet, verimlilik ve enerji kullanımları açısından önem arz etmektedir (Sercan, 2019).

2.6. Eğitim 4.0 ve 2023 Eğitim Vizyon Belgesi

Türkiye’de dahil olmak üzere dünyanın tamamen yeni bir yöne doğru yöneldiği teknolojik yeniliklerin ve bunun getirdiği değişimler endüstri 4.0’ın yegâne işaretleridir (MEB, 2018). Endüstri 4.0 sadece işi, otoritenin ortak kullanımını ve insanları etkilemekle kalmaz, aynı zamanda eğitimi de etkilemiş, böylece Eğitim 4.0 adı ortaya çıkmıştır. Eğitim 4.0, insan ve teknolojinin yeni olasılıklar sağlayacak şekilde hizalandığı endüstri 4.0’ın ihtiyaçlarına bir yanıttır (Hussin, 2018). Türkiye’de yeni eğitim sistemiyle çağın gerektirdiklerini yakalamayı amaç edinen 2023 eğitim vizyon belgesi çerçevesinde birtakım hedefler koyulmuştur. STEM alanlarını tek bir vücutta toplamak ve entegre etmek amacıyla olan eğitiminin uygulanması ve etkililiği için bir zemine ihtiyaç vardır. Öğrencinin merkeze alındığı ev, okul ve dijital ortamlar gibi eğitimin çeşitlendirilerek bütünleşik bir öğrenme zemini oluşturulacaktır. Öğretmenler bu bağlamda sınıf içinde üst düzey düşünme becerilerine yönelik uygun ortamları sağlamak durumundadır. Dolayısıyla bu ortamlar için kullanılacak araçlar dijital içeriklerdir. Dijital içeriğin kabuğunu kırmamız ve bize sunduğu kazanımları ele alacak olursak kavramsal derinliği ilke edinmiş, etkileşimi yüksek materyallerdir. Somut yaşantılar ile bağlantılı, görsel olarak zengin ve öğrencinin düşünme becerilerini artırmaya yönelik simülasyonlar, birçok alanın birbirine entegrasyonunu gerektiren oyunlar içeren yeni nesil araçlardır (MEB, 2018).

Hussin (2018), Eğitim 4.0 da basit öğrenme fikirleri üzerine yaptığı çalışmasında Eğitim 4.0 ile ilgili dokuz yönelim belirlemiştir. Bunlar aşağıda belirtilmiştir:

- Öğrenme her yerde ve her zaman yapılabilir.
- Öğrenme öğrenciler için kişiselleştirilecektir.

- Öğrenciler nasıl öğrenmek istiyorlarsa bunu belirleme seçenekleri vardır.
- Öğrenciler bilgi ve becerilerini projelerde uygulamak zorundadırlar. Projelere katıldıklarında akademik kariyerlerine faydalı olacak işbirlikçi, zaman ve yönetimi becerilerini de uygularlar.
- Öğrenciler staj gibi saha deneyimi olan projeleri daha uygulamalı öğreneceklerdir.
- Öğrenciler akıl yürütme becerilerini mantık ve eğilimlere dayalı çıkarımlar yapmak için kullanacaklardır.
- Öğrenciler farklı değerlendirilecek ve öğrencileri değerlendirmek için geleneksel platformlar yetersiz hale gelebilir. Öğrencinin teorik bilgileri öğrenme sürecinde değerlendirilirken, bilginin uygulanması projeler üzerindeki çalışması ile test edilebilir.
- Müfredatın tasarlanması ve güncellenmesinde öğrenci görüşleri dikkate alınacaktır.
- Öğrenciler kendi öğrenmelerinde bağımsız hale gelecek ve öğrenme sürecinde öğretmenler öğrencilere rehberlik edecek, kolaylaştırıcı bir rol üstlenecektir.

2023 eğitim vizyon belgesinde dijital içerikler ve becerilerin dönüşümü ile ilgili hedefler ortaya konmuştur. Raporun incelenip, öğrenci kazanım hedefleri özetlenerek aşağıda belirtilmiştir:

- Ulusal bir dijital içerik arşivi oluşturularak içerik kalitesi kullanılması olası tüm senaryoları destekleyecektir.
- İçeriklerin çeşitliliğini artırmak adına ülke çapında bir zemin oluşturulacaktır.
- Oluşturulan dijital içeriklerin kullanımının okullarda yaygınlaştırılması için bu alanda öğretmenlerin yetiştirilmesi sağlanacaktır.
- Geleneksel materyaller ile ilişkilendirilecek, öğretmenler bu alanda çeşitli materyaller ile desteklenecek, dijital materyal odaklı öğretim yaygınlaştırılacaktır.
- Dijital içerikler kullanılarak öğrencilerin öğrenme deneyimlerini bireyselleştirecek ortamlar hazırlanacaktır.
- Uluslararası sınavlarda (PISA gibi) başarıyı yakalayabilmek adına üst düzey becerileri destekleyen yeni nesil dijital araçlar geliştirilecektir.

Mustafa Kemal Atatürk'ün hedefi olan muasır medeniyetler seviyesi ulaşmak vizyon2023'ün ana temasıdır (Özmuş, 2012). Yukarıda bahsedilen gerek eğitim 4.0 eğitiminde dokuz yönelim gerek vizyon belgesinde ulaşılması istenen hedefler için göstergelere odaklanmak ve ilgili hedefler için ileri gitme çabalarına girilmelidir. Eğitim 4.0 da yapılacak dijital materyal temelinde önemli atılımlardan biri de simülasyonlardır (Reddy ve Nane, 2017).

2.7. Eğitim 4.0'da Simülasyon

Vizyon 2023 eğitim raporunda, eğitimin dördüncü dalgasının endüstri 4.0 ile paralel ilerlediğini, çağın gerektirdiği dijital beceriler ve bu becerilerin dönüşümünün öneminden bahsedilmiştir. Geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması hedeflenen yeni nesil dijital materyaller arasında soyut ve karmaşık problemleri somutlaştırma olanağı sunan, farklı disiplinlerdeki fikirleri birleştiren görsel olarak zengin simülasyon araçları mevcuttur (Harman ve Yenikalaycı, 2018). Simülasyonlar, gerçek dünyadaki verileri sanal ortama aktararak bu ortamda deneyimlerin gerçekleştirilmesini sağlayan teknoloji tabanlı araçlardır (Sarabandoa vd., 2014). Öğrencilere sunulan değişkenleri değiştirebilme imkânı sunduğu için animasyon veya diğer çok boyutlu ortam araçlarından ayrılmaktadır (Ceylan ve Saygıner, 2017). Simülasyonlar karmaşık ve anlaşılması zor olan fizik konularını anlaşılır düzeye getirebilir (Harman ve Yenikalaycı, 2018). Ayrıca alan yazındaki bir çalışmada (Sarabandoa vd., 2014) fen öğretiminde simülasyonlar ile ilgili nispeten daha az çalışıldığını göstermektedir. Ek olarak simülasyonlar fen bilimlerinde teknolojik eğitim materyalleri arasında yaygın kullanılan araçlardır (Rutten vd., 2012). Simülasyonların görsel zenginliği sebebiyle eğitimi desteklediğini, sadece çevrim içi değil çevrim dışı da indirilip çalışma erişimine sahip olduğu da alan yazında belirtilmiştir (Ceylan ve Saygıner, 2017). Sanal ortamda yapılan simülasyon deneyleri uygulamalarda somut olarak kullanılan araç gereçler kadar etkili olduğunu fizik laboratuvarları ile bilişim ortamlarının kullanımına yönelik çalışmada vurgulamıştır (Tanel ve Tanel, 2010). Yapılan farklı bir çalışmada da diğer yöntemlere göre simülasyon uygulamasının etkisinin daha fazla olduğu bulunmuştur (Yang ve Heh, 2007). Fen eğitiminde bilgisayar destekli simülasyonların çeşitli değişkenlere etkisini araştıran Dinçer ve Güçlü (2013), simülasyonların öğrencilerin akademik başarılarının, kavramları anlamlandırma (kalıcılık) düzeylerinin arttığı ve simülasyon kullanımının öğrencilerinin tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonuçlarına

ulaşmıştır. Bu çalışmanın sonuçları Cayvaz vd'nin., (2020) ortaokul öğrencilerinin simülasyon tabanlı öğrenimi çalışmasını destekler niteliktedir.

Yukarıda verilen çalışmalara bakıldığında simülasyon çalışmanın bu araştırmanın dayandırıldığı temel niteliklere uygun olduğu görülmektedir. Araştırmanın temeli olan STEM eğitimini de desteklemektedir. Dolayısıyla çalışmanın STEM temelli etkinliklerine uygun zemin olması, daha az çalışılması ve 2023 vizyonunda hedeflenen dijital içerik arşivine katkıda bulunacak olmasından dolayı Algodoo temelli simülasyon yazılımı çalışılacaktır.

2.8. Algodoo

Sanayi devrimleri günümüzde kullanılan en güncel teknolojinin mihenk taşı olmuş ve eğitim 4.0 teknolojisinin şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır (Eroğlu, 2018). Bu teknolojilerin bir dalı olan simülasyonlar sayesinde gerçek hayattaki verileri sanal ortama aktararak karmaşık ve zaman alan soyut kavramları etkileşimli bir ortamda anlamlı bir şekilde gerçekleştirilir (Gül, 2019). Öğretmenlerin simülasyon oluşturabilmeleri için kod yazma bilgisine sahip olmalıdırlar. Bu bilgiye sahip olmak için bir birikim ve ciddi anlamda bir zaman gerektirir. Bu çalışmada simülasyon bileşeni olan Algodoo programı tercih edilmiştir. Bu tercihin sebeplerinden birisi öğrencilerin iki boyutlu simülasyon programı olan Algodoo'nun kod yazma bilgisine gerek olmadan etkileşimli sahneler hazırlayabilecek olmalarıdır (Özer vd., 2016).

Algodoo, fizik tabanlı, ara yüzleri basit olan, iki boyutlu etkileşimli bir simülasyon aracıdır (Gül, 2019). Algodoo ilk defa 2008 yılında İsveç Umea Üniversitesinde bilgisayar bilimi üzerine Emil Ernerfeldt tarafından yazılan tez çalışmasında oluşturuldu. Programın kullanılan ilk ismi Phun'du fakat daha sonra Phun kelimesinin arama motorlarında öğrenci ve eğitimcileri farklı uygunsuz sitelere yöneltmesinden dolayı program oluşturulmasından temel alınan algoritma kelimesinden de çağrışım yapacak şekilde algoritma ve yapmak anlamına gelen do kelimelerinin birleşmesi sonucu Algodoo adını almıştır (Gül, 2019; Vliora vd., 2014). Algoritma, çözülmesi gereken bir problem veya ulaşılmak istenen bir amaç için zihinsel olarak hazırlanan talimatlar olarak tanımlanabilir (Gregorcic ve Bodin, 2017). Algoritma kelimesi ilk olarak el Harezmi tarafından "Hisab el-cebir ve el-mukabala" kitabında kullanılmıştır ve

Avrupalı insanların cebir kelimesinin Latince karşılığını türetmelerinden doğmuştur (Gregorcic ve Bodin, 2017). Algodoo öğrenenlerin fizik bilgilerinden yararlanarak gerçek dünyalarını açıklamaları ve yaratıcılıklarını teşvik etmek için tasarlanmıştır (Gül, 2019; Vliora vd., 2018). Dolayısıyla çalışmanın bağımlı değişkeni olan bilimsel yaratıcılık ile de örtüşmektedir.

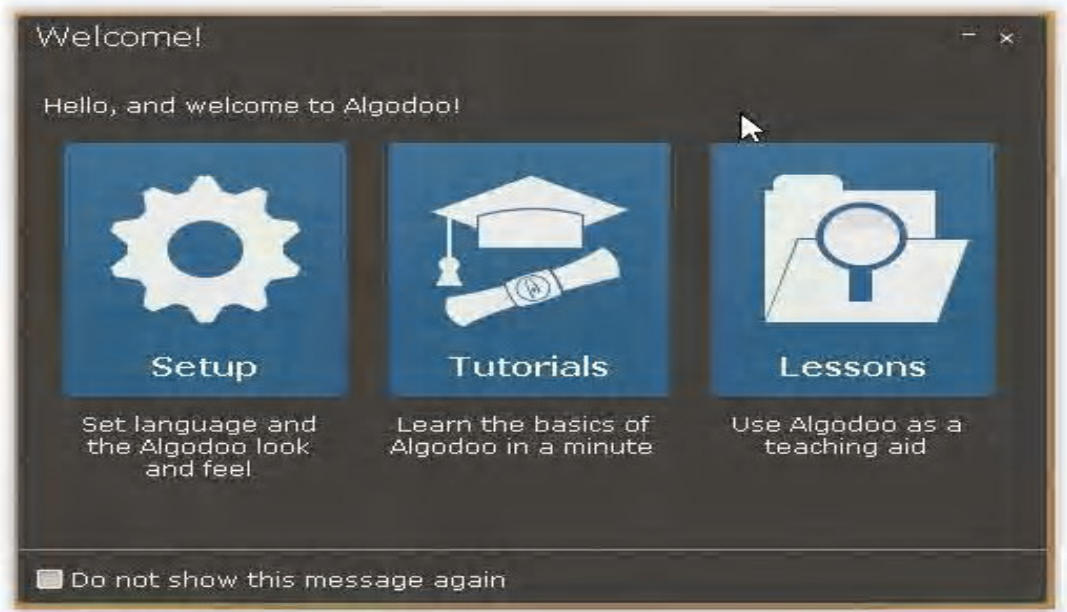
Alan yazın incelendiğinde, Silva ve arkadaşları çalışmalarında Algodoo kullanımı ile fizik öğreniminin kolaylaştığını ve etkileşimli öğrenme-öğretme sürecine katkıda bulunduğunu göstermektedir (Silvaa, ve diğerleri, 2014). Üstün yetenekli öğrenciler ile çalışan (Hırça ve Bayrak, 2013) kendi oyunlarını fizik temelinde tasarlayabilecekleri gibi çizimler ile fizik arasında eğlenceli, etkileşimli bir öğrenme ortamı sunduğu için Algodoo'nun motive edici etkisinden bahsetmiştir. Benzer şekilde Taştan Akdağ ve Tohit (2018), çalışmasında Algodoo'nun öğrencilerin yaratıcılık becerilerini arttırdığını ve bu çalışmanın da temeli olan STEM yaklaşımının yapısıyla örtüştüğünü vurgulamıştır.

2.8.1. Algodoo Yazılımının Özellikleri

İşlevsellik: Sürükle bırak yöntemi ile çalışan Algodoo üzerinde tıklama, döndürme, oynatma, durdurma, nesneleri çoğaltma gibi birçok işlevsel kullanımı vardır. Çizim araçları basittir ve kullanıcı dostudur. Kolay bir şekilde içerik oluşturulabilir ve düzenleme yapılabilir (Gül, 2019; Siregar vd., 2019).

Fiziksel araçlar: Program içinde yer alan lazer ışıkları, prizma, mercek gibi optik araçlar, esnek yaylar, dişliler, cisimlerin cinsini değiştirebilme gibi araçlar ile birçok fizik tabanlı içerikler ortaya konulabilir (Gül, 2019; Siregar vd., 2019).

Açıklayıcılar: Algodoo yazılımı <http://www.algodoo.com/> adresinden ücretsiz bir şekilde bilgisayarlara indirildiğinde kullanıma başlamak için ilk olarak Şekil 1'de görüldüğü gibi öğretici bir pencere gelir. Bu pencerede yazılımın öğrenilmesi için ana özellikleri açıklayan bilgiler yer alır (Gül, 2019; Siregar vd., 2019).



Şekil 1. Araç öğreticisi (Gregorcic ve Bodin, 2017)

Yöntem: Birden fazla mekanik aracı birleştirme, performansı yüksek sayısal yöntemleri kullanma olanağı sunan algoryx simülasyonları da dahil olmak üzere sanal laboratuvar yazılımları(simülasyonlar) arasında en kullanışlı program denilebilir (Gül, 2019; Siregar

vd., 2019). Algoryx, içerisinde Algodoonun yer aldığı ve onunla birlikte üç ürünü olan bir simülasyon şirkettir (Sato vd., 2018).

STEM temelli etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi için simülasyon bileşenlerinden Algodoo programının tercih edilmesi 2015 yılında en iyi STEM eğitimi uygulaması seçilmesinden kaynaklanır (Özer, 2019). Ayrıca Algodoo iki boyutlu olması, çoğunlukla fizik konuları için düzenlenmiş ve ücretsiz hizmete sunulmasından dolayı bu programın kullanılmasının gerekçesi oluşmaktadır. Algodoo programında hazır etkinlikler bulunmaz, öğrenciler tasarım modeli basamaklarını izleyerek kendileri tasarım yaparlar.

2.9. 21. yy. Becerileri

Endüstri 4.0 eğitim 4.0 sürecini geliştirmiştir. Böylece, problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi üst düzey düşünme becerilerine sahip bireylere olan ihtiyaç ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyaç doğrultusunda ülkelerin yaptığı düzenlemeler arasında bir rekabet ortamı oluşmuştur. 34 ülkenin üyesi olduğu aralarında Türkiye'nin de bulunduğu Ekonomik ve Kalkınma İş birliği Örgütü (OECD), eğitimin işlevi hakkında bilgi edinmek için PISA-The Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Sınavı) adıyla bir sınav gerçekleştirmektedir. Bu sınav üç yılda bir yapılmakla birlikte öğrencilerin ne bildiklerini değil aynı zamanda bu bilgileri kullanıp kullanmadıklarını ölçmektedir. Ayrıca 21. yy. becerilerini gerçek yaşamda ne derece uyguladıklarını ölçen bir sınavdır. Türkiye yapılan son üç sınavda da başarı sıralamasında geride kalmıştır. Üst sıralarda ise üreten, inovasyon gücü yüksek ülkeler yer almıştır. İnovasyon fikirleri değerlendirme ve ticari bir ürüne dönüştürme süreci olarak tanımlanmakla birlikte ülkeler arası rekabette katalizör görevi görmektedir (Özmuşul, 2012). Bu bağlamda ulusların inovasyon göstergelerini PISA sonuçları ile yordayabiliriz. Anlaşılan o ki global rekabet ortamında sadece bilgiye sahip olan değil var olan bilgiyi problemlerde kullanabilen bu problemlere yaratıcı çözümler sunan toplumlar varlığını devam ettirebilecektir (Eroğlu, 2018). Dünya ekonomik forumu "Geleceğin Meslekleri" başlığında yayınladığı 2016 raporunda 2015 yılına göre sahip olunması istenen beceri sıralamasının değiştiği görülmektedir. 2015 yılında ilk sıraları problem çözme ile birlikte iş birliği ve insan yönetimi alırken, 2020 yılında bu sıraları yine problem çözme ile birlikte eleştirel düşünme ve yaratıcılık becerileri almıştır

(Zahidi vd., 2020). Eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, hayal gücü ve inovasyon 21. yy. becerileri olarak adlandırılan becerilerden bazılarıdır (Eroğlu, 2018; Wagner, 2008). Öte yandan alan yazında bazı çalışmalarda insanları küresel rekabet ortamının yer aldığı dünyaya hazırlamak için 21. yy. becerilerinin gerekli olduğu yer almaktadır. Bazı kaynaklarda Akgündüz vd. 2015, hayatta kalma "survival skills" becerileri olarak tanımlanan 21. yy. becerilerini üç kategoride (öğrenme ve yenilikçi beceriler, teknoloji becerileri, yaşam ve kariyer becerileri) toplayan Partnership for 21st Century Skills (2011), çalışmasında 21. yy. becerilerini soft beceriler olarak tanımlamaktadır. Bu becerilerin öğrencilerin geleceğe hazırlanmasında kazandırılması gerekli ve çağa uyum için bir zorunluluk olduğu da yapılan araştırmada altı çizilmiştir.

21. yy. becerileri çatısı altında sahip olunması istenen özelliklere ek olarak eğitim 4.0 ile birlikte önemi daha da artan hedeflenen niteliklerden birisi de teknoloji okuryazarlığıdır. Öğretmenlerin gelişen teknolojiyi kullanarak bu becerilere kazandırmak için dijital içeriklere yönelmesi ve derslerinde kullanarak öğrencilere bu becerileri kazandırması gerekmektedir (Eroğlu, 2018). Buradan hareketle çalışmanın bağımsız değişkeni olan STEM eğitiminin 21 yy. becerilerini destekler nitelikte olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca çalışmanın bağımlı değişkeni olan bilimsel yaratıcılığın 21. yy. becerisi olması ve 21. yy. getirisi olan teknoloji okuryazarlığı sebebiyle, teknoloji tabanlı simülasyon programı olan Algodoo programının kullanılması bu çalışmanın bütünlüğü açısından önem arz etmektedir. Adı geçen bütünlüğün sağlanması içinde öncelikle çalışmanın bir felsefesi olması, amaç ve ilkelerine dayanması gerekmektedir. Bu çalışmada benimsenen felsefe ise önceki sayfalarda detaylı olarak bahsedilen yapılandırmacılık olmuştur.

2.10. Bilimsel Yaratıcılık

Bireyler de farklı zihinsel modeller inşa etmeyi gerektiren 21. yy. da keşifler, buluşlar yaratıcılığın yansıması olarak ortaya çıkmıştır. Yaratıcılık bireyin hayal gücünü kullanarak yeni bir ürün ortaya koymasıdır. Daha önce yapılmış bir ürünün eksik kalan kısmına özgünlük katarak ya da farklı bir açıdan ele alarak ortaya yeni bir ürün koyabilmekte yaratıcılık olur (Aktamış ve Ergin, 2006).

Yaratıcılık yüzyıllar önce ilk benimsendiğinde sanat alanı ile ilişkilendirilmiştir. Ancak günümüzde bilimsel yaratıcılık da önem kazanmaktadır. Bilimsel yaratıcılık, problemi

fark edebilme, yeni fikirler üretme ve fikirler arasında ilişki kurmayı göz önünde bulunduran üst düzey düşünme yaklaşımıdır (Aktamış ve Ergin, 2006). Günlük yaşamımızda karşılaştığımız problemler yaratıcı düşünme gerekliliğini ortaya çıkarır. Çünkü bilimsel yaratıcılık problemler ile ilgilidir (Aktamış ve Ergin, 2006). Bilimsel yaratıcılıkta gereklilik ve problem çözme durumu vardır. Bu durumlar için kullanılan beceriler aniden olmaz önceki bilgileri kullanmayı gerektirir (Aktamış ve Ergin, 2006). Bu noktada bilimsel yaratıcılık yapılandırmacılık felsefesine dayanmaktadır. Suyun kaldırma kuvvetinin Arşimet'in banyo yapması sırasında tesadüfen bulunduğu söylenebilir. Ancak beyni problem çözme uğraşındaydı ve yaratıcılık kendini gösterdi. Laboratuvarında beklenmeyen bir şekilde penisilin bulundu. Ancak o sırada da Fleming bir problemi çözmek için uğraşıyordu. Bilimsel yaratıcılık ışığında bu olaylara tesadüf denilmesi pek de doğru kabul edilemez. Yaratıcılığını kullanan bireyler bilgi yığınlarını direk alıp depolamak yerine değerli bir ürün ortaya koyabilirler (Aktamış ve Ergin, 2006). Fen derslerinde öğrencilerin bilgileri aynen almaları değil hayatta karşılaştıkları problemleri çözmeleri için ve üst düzey düşünme becerilerini uygulayabilmeleri için gerekli olan bilimsel yaratıcılık yeteneği kazandırma amacı vardır (Kılıç ve Tezel, 2012). Bu nedenle bilimsel yaratıcılık araştırmanın bu noktadaki önem boyutudur. Ayrıca alan yazın da bilimsel yaratıcılık boyutunda çalışmaların az olması da araştırmanın bu noktada diğer önem boyutudur (Aktamış ve Ergin, 2006; Ayverdi, 2012). Bir kişinin bir alanda yaratıcı olması diğer alanlarda da yaratıcı olacağı anlamına gelmez. Bu yüzden değerlendirme için kullanılan ölçekler birbirinden farklı olmalıdır. Hangi alanda çalışılıyorsa o alana özgü bilimsel yaratıcılık ölçekleri geliştirilmiştir (Aktamış ve Ergin, 2006). Hu ve Adey tarafından 2002 yılında öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını ölçmek amacıyla geliştirilen bilimsel yaratıcılık testi yaygın olarak kullanılmaktadır. İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarını ölçmek amacıyla geliştirilen bu test yedi maddeden meydana gelmektedir. Test ilk aşamada İngiltere'de 160 öğrencinin bulunduğu bir gruba uygulanmış geçerlik ve güvenirlik sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan ön uygulamalar sonucunda öğrenciler için uygunluğu belirtilmiştir. Öğrencilerin yaş seviyeleri arttıkça yaratıcılık düzeylerinin de arttığı çalışmanın diğer bir sonucudur. İlgili test Deniz Çeliker ve Balım tarafından 2012 yılında Türkçe'ye uyarlanmıştır. Uyarlamada test yedi maddelik biçimde hazırlanmıştır. (Hu ve Adey, 2002) tarafından ortaya konulan bilimsel yaratıcılık testi üç boyuta (kişisel, ürün ve süreç) ayrılmaktadır. Kişisel boyutta akıcılık, esneklik ve

orijinallik kişiye ait özellikler yer almaktadır. Bireyin problem çözme becerisi ürün boyutunda vurgulanmaktadır. Süreç boyutunda ise yaratıcı düşünme becerisi ve hayal etme gücü ön plana çıkmaktadır (Eroğlu, 2018).

Alan yazında bilimsel yaratıcılık ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, birçok çalışma olduğu görülmektedir. Örneğin, Kesgin (2019), çalışmasında öğrencilerin fene yönelik tutumları ile bilimsel yaratıcılık arasında anlamlı bir farklılık olduğunu altını çizmiştir. Ayverdi (2012), bilimsel yaratıcılık becerisini artırmaya yönelik etkinlikler tasarlayıp uygulamaları sonucu yaratıcılık becerilerinin arttığını gözlemlemiştir. Cevher (2015), Argümantasyon odaklı etkinliklerin yaratıcılığa etkisini araştırması sonucunda yaratıcılık düzeylerinin arttığını gözlemlemiştir. Benzer şekilde Erdoğan (2014), bilimsel yaratıcılığı temel alan fen öğretiminde yaratıcı düşünme beceri ve stratejilerinin öğretim programının vazgeçilmez bir parçası olduğunu vurgulamıştır.

STEM temelli etkinliklerin bilimsel yaratıcılık üzerine etkisini çalışan Hacıoğlu (2017), çalışması sonucunda öğrenenlerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin arttığını bulmuştur. İlgili alan yazın incelendiğinde bu alanda yapılan çalışmaların benzer sonuçlar gösterdiği gözlenmiştir. Fen öğretiminde mühendislik tasarım modelini temel alan Asal (2020), çalışması sonucunda öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin arttığını gözlemlemiştir. Kim vd. (2014), STEAM eğitimi uygulanan öğrencilerde bilimsel yaratıcılık düzeylerinin daha çok gelişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Çiftçi (2018), yedinci sınıf öğrencilerine uyguladığı STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ek olarak Kurtuluş (2019), STEM temelli lego etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına olumlu yönde katkı sağladığını vurgulamıştır. Yaratıcılığın özellikle STEM eğitimi için önemli olduğunu söyleyen Kanematsu ve Barry (2016), gelişim göstermek isteyen uluslar için STEM eğitimi ile yaratıcılığın birleştirilmesi önerisini vurgulamışlardır. Ayrıca STEM eğitiminde uzmanlaşmış yaratıcı kişilere ihtiyaç duyulduğundan bahsetmişlerdir. Dolayısıyla bu çalışmada bağımlı değişkenin bilimsel yaratıcılık olarak seçilmesini yukarıda bahsedilen gerekçelere dayandırmak mümkündür.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, çalışmanın deseni, evren, örneklem, veri toplama araçları ve geliştirilme süreci, pilot uygulama, uygulama süreci ve verilerin analizi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Deseni

Araştırmada hem fen bilimlerinde hem de sosyal bilimlerinde en yaygın kullanılan yöntem olan nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde araştırmacı sistemli bir şekilde gözlem yaparak gerçeği ortaya koyabileceğine inanır. Bu nedenle yöntem ön planda kendini gösterir. Neden-sonuç ilişkisine dayanan nicel araştırma yönteminde hipotez kurmak ve kurulan hipotezi test etmek amaçlanır. Temeli pozitivist anlayışa dayanır. Bu anlayış gerçeğin tek ve insandan bağımsız olduğu düşüncesini ilke edinmiştir (Fraenkel vd., 2011).

Araştırmada nicel araştırma yöntemi desenlerinden biri olan “ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” kullanılmıştır. Bunun sebebi STEM temelli Algodoo etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin belirlenmesinin amaçlanması ve katılan kişilerin rastgele belirlenemeyecek olmasıdır. Yarı deneysel desende katılımcıların deney ve kontrol grubuna rastgele seçilme durumu yoktur (Eroğlu, 2018). Çalışmanın başlangıcında yedinci sınıf öğrencilerine “Bilimsel Yaratıcılık Testi” ön test olarak uygulanarak sınıflar arasında anlamlı farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Bu çalışma ile sınıfların denkliği sağlanmıştır.

3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırma için hedef evren Kayseri ilindeki tüm yedinci sınıflardır. Bu çalışmanın genelleneceği ulaşılabilir evren ise Sarioğlan ilçesinde bulunan tüm yedinci sınıflardır. Bu genellemenin yapılabilmesi için ulaşılabilir evrendeki öğrenci sayısı belirlenip bu sayının en az %10' una ulaşılmaya çalışılmıştır (Büyüköztürk vd., 2008). Dolayısıyla bu kurala dikkat ederek rastgele olmayan örneklem türü olan uygun örneklem kullanılarak ulaşılabilir evrenden katılımcılar seçilmiştir. Uygun örneklem, araştırmacıların katılımcılara kolay ulaştığı araştırma için gönüllü bireylerden seçim yaptığı örneklem türüdür (Koç Başaran, 2017; Taherdoost, 2016). Bu sebeple seçilen öğrencilerin istekli ve gönüllü olmasına araştırmaya uygun nitelikler taşımasına özen gösterilmiştir. Araştırma için belirlenen örneklem, 2019-2020 eğitim-öğretim yılı Kayseri ili, Sarioğlan ilçesi, uygun görülen bir ortaokuldan yedinci sınıflar arasından deney ve kontrol gruplarının ön test sonuçları dikkate alınarak iki grup şeklinde oluşması sağlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Kayseri ili Sarioğlan ilçesi dördüncü eğitim hizmet bölgesinde yer alan tüm sınıflar araştırılmış ve aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 1. Ulaşılabilir Evrendeki Yedinci Sınıf Öğrencileri

Okul Adı	Öğrenci Sayısı
Çiftlik'te bir devlet ortaokulu	24
Çiftlikte bir MEB'e bağlı bir imam hatip ortaokulu	6
Palas'ta bir devlet ortaokulu	50
Karaözü'nde bir devlet ortaokulu	13
Sarioğlan merkez de bir devlet ortaokulu	55
Toplam öğrenci sayısı	148
%10 giren öğrenci sayısı	15

Sarioğlan ilçesindeki ulaşılabilir okullardan öğrenci sayısı ve bilgisayar yeterliği uygun olan bir tanesi seçilmiştir. Çalışma, seçilen okulda yer alan iki yedinci sınıf ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya toplamda 49 öğrenci katılarak katılan öğrenci sayısının %10 kuralını karşıladığı söylenebilir.

Öğrencilerin ortalama puanların birbirine benzer olduğuna ilişkin okul müdürü ve yardımcılardan bilgiler alınmıştır ancak bu bilgi ile yetinmeyip deney ve kontrol gruplarını belirlemek amacıyla çalışmanın başlangıcında yedinci sınıf öğrencilerine

“Bilimsel Yaratıcılık Testi” ön test olarak uygulanarak sınıflar arasında anlamlı farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Tablo 2’de de görüldüğü gibi, sınıfların varyansları eşit olduğu için tablonun yukarısındaki önem değeri olan 0,25 değeri alınmış ve bu değer 0,05 ten büyük olduğu için ön testler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Dolayısıyla grupların başlangıçta denk olduğu kabul edilmiştir. Bir başka ifadeyle bu çalışmada sınıfların denkliği sağlanmış olup bir sınıf deney diğer sınıfta kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. *Deney ve Kontrol Grubu Denkliğine İlişkin İlişkisiz Örneklem t Testi Sonuçları*

Testler		Levene testi		İlişkisiz örneklem t-testi	
		F	Sig	F	Sig.(2-tailed)
Ön test BYT	Varyanslar eşitse	0.916	0.901	47	0.25
	Varyanslar eşit değilse			46.960	0.25

Deney ve kontrol grubuna ait öğrencilerin cinsiyet, yaş, anne ve baba öğrenim durumu bilgileri Tablo 3’te sunulmuştur. Tabloya bakıldığında grupların homojen dağıldığı söylenebilir.

Tablo 3. *Deney ve Kontrol Grubu Katılımcıların Demografik Bilgileri*

Değişken	Aralık	Deney	Kontrol	Toplam
Cinsiyet	Kız	13	10	23
	Erkek	11	15	26
Yaş	12,00	11	16	27
	13,00	13	9	22
Anne öğrenim durumu	İlköğretim	15	11	26
	Ortaöğretim	9	14	23
	Üniversite	-	-	
Baba öğrenim durumu	İlköğretim	5	13	18
	Ortaöğretim	19	12	31
	Üniversite	-	-	

3.3. Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak bilimsel yaratıcılık testi ve sınıf gözlem formu kullanılmıştır. Açık uçlu sorulardan oluşan bilimsel yaratıcılık testine ve sınıf gözlem formuna ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur.

3.3.1 Bilimsel Yaratıcılık Testi

Hu ve Adey tarafından 2002 yılında öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini belirlemek için geliştirilen “Bilimsel Yaratıcılık Testi” 2012 yılında Deniz Çeliker ve Balım (2012) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Uyarlama sonucunda yedi maddelik form hazırlanmıştır. Bu maddeler incelendiğinde problemi bilimsel olarak çözme, düşünme, bilimsel ürün tasarlama ve hayal kurma yeteneklerini ölçmeyi amaç edindiği görülmektedir.

Bu çalışmada araştırmanın amacına uygun olarak "Bilimsel Yaratıcılık Test" kullanılması kararlaştırılmıştır. Testi uygulama sürecinde öncelikle sekizinci sınıflarla pilot uygulama yapılarak testin amaca hizmet edip etmediği ölçülmüştür. Pilot çalışma sonrasında gerekli düzeltmeler yapılmış ve çalışmaya konu olan "Işığın Madde İle Etkileşimi" ünitesine uyarlanarak uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Testin taslak hali EK-1’de verilmiştir. Test maddeleri ile ilgili yapılan değişiklikler aşağıda verilmiştir.

Testin orijinalinde birinci soru "Bir cam parçasını bilimsel olarak hangi farklı şekillerde kullanabileceğinizi yazınız" şeklindedir. Cam parçası konuya uygun olduğu için değiştirilmemiş fakat "fen bilimleri dersinde ve laboratuvarında" ibaresi eklenerek soru fen bilimleri alanına dikkat çekilmiştir. Testte yer alan birinci soru "Bir cam parçasını, fen bilimleri dersinde ve laboratuvarında hangi farklı şekillerde kullanabileceğini sıralayınız" şeklini almıştır.

Testin ikinci sorusu olan "Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip bir gezegene gitme imkânınız olsa hangi gezegene gidip, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek seçtiğiniz gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın" Şeklinde olup değişiklik yapılmamıştır. Ancak sorunun örnek kısmında konu kapsamında örnekler verilmiştir. Örnek olarak, "Güneş enerjisi ile uzay gemilerini Mars’a yollamak isteseydik bunu nasıl yapardık?" şeklinde soru örneği yazılmıştır.

Testin üçüncü sorusu olan "Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapma olanağınız olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız." Konu kapsamına

uygun olarak değiştirilmiştir. Bisiklet yerine güneş paneli/güneş pili kavramı gelmiştir. Çalışmada kullanılan testin üçüncü sorusu "Sıradan bir güneş panelini/güneş pilini daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapma olanağınız olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız" şeklini almıştır.

Testin dördüncü sorusu olan "Eğer yer çekimi olmasaydı sizce dünyada neler olurdu? Örneğin insanlar havada uçuyor olurlardı." Cümlesi araştırma konusuna uygun olarak "Eğer cisimler ışığı yansıtmasaydı/ soğurmasaydı dünyada neler olurdu? Açıklayınız" şeklinde değiştirilmiştir.

Testin beşinci sorusu "Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz" şeklindedir. Araştırma kapsamına uygun olduğu düşünüldüğünden hiçbir değişiklik yapılmamıştır. Testin beşinci sorusu olarak aynen alınmıştır.

Testin altıncı sorusu orijinalinde "Size iki tür peçete verilseydi hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test ederdiniz? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm yöntemleri, kullanacağınız araçları ve basit bir anlatımla nasıl bir yol izleyeceğinizi yazınız" şeklindedir. Araştırma konu kapsamına göre "Size verilen özdeş iki termometrenin ışığı daha iyi soğurması için neler yapardınız? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm yöntemleri, kullanacağınız araçları ve basit bir anlatımla nasıl bir yol izleyeceğinizi yazınız" şeklinde değiştirilmiştir.

Bilimsel yaratıcılık testinin orijinaline ve Türkçe çevirilerine bakıldığında yedinci soru "Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz" şeklindedir. Bu araştırmada ise konu kapsamı dikkate alınarak "Lütfen bir görüntüleme aracı tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz" şeklinde değiştirilmiştir. Pilot çalışma için hazır hale getirilen bilimsel yaratıcılık testi EK-2’de verilmiştir.

Hazırlanan bilimsel yaratıcılık testinin taslak halini fen eğitimi alanında üç uzman incelemiş ve gerekli görülen düzenlemeler yapılmıştır. Yedi maddeden oluşan testin son hali çoğaltılmış ve pilot uygulama yapılmıştır. Pilot çalışmada örnekleme 2019/2020 yılında eğitim gören Kayseri Sarioğlan ilçesinde bulunan bir ortaokulun 71 kişi olan

sekizinci sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Pilot uygulama esnasında öğrencilere 40 dakika süre verilmiştir. Verilen bu sürenin yedi sorudan oluşan bilimsel yaratıcılık testini öğrencilerin cevaplaması açısından yeterli olduğu gözlemlenmiştir. Uygulama esnasında öğrencilerin soruların tamamını okuyabildiği ve cevapladığı görülmüştür. Pilot çalışma kapsamında yapılan düzeltmelerden sonra tüm soruların öğrenci seviyesine uygun olduğu ortaya konmuştur. Tüm bunlardan sonra, bilimsel yaratıcılık testi ön ve son test için uygun hale getirildi. Testin son hali EK-3'te verilmiştir.

3.3.2 Yarı Yapılandırılmış Sınıf Gözlemi

Bu çalışmada uygulama yapılan okulda fen bilimleri öğretmeni bulunmadığı için araştırmacı aynı zamanda uygulayıcı olmuştur. STEM temelli Algodoo çalışmalarının ve geleneksel öğretim ve yöntemin etkili bir şekilde gerçekleşip gerçekleşmediği anlamak amacıyla sınıf gözlem formu kullanılmıştır. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda araştırmacı uygulayıcı olarak çalışmaları tamamlamıştır. Araştırmacının uygulayıcı olması çalışmasının iç geçerliği açısından tehdit oluşturmaktadır. Bu tehdidi önlemek amacıyla alanında uzman fen bilimleri öğretmeni ve yine alanında uzman okul müdür yardımcısı olmak üzere iki ayrı kişi tarafından gözlem yapılmıştır. İlk iki haftayı müdür yardımcısı kalan dört haftayı ise fen bilimleri öğretmeni gözlemlemiştir. Yapılan gözlemler uygulayıcının belirlenen hedef ve kazanımları belirlenen zamanda yapıp yapamayacağını kontrol amacı taşımaktadır. Ayrıca oluşabilecek yanlı bir durumu önlemek amacı taşır. Gözlemlerin değerlendirilebilmesi için gözlem formu oluşturulmuştur. Form EK-4'te verilmiştir.

Araştırmanın hedef ve kazanımları dikkate alınarak gözlem formu oluşturulmuştur. Alan yazındaki benzer çalışmalar incelenerek form oluşturulmaya çalışılmıştır (Eroğlu, 2018). Gözlem formuna son hali fen eğitiminde uzman üç kişi inceledikten sonra verilmiştir. Son hali verilen gözlem formu 23 maddeden oluşmaktadır. Her bir madde için daima, bazen ve hiçbir zaman seçenekleri bulunmaktadır. Formu oluşturan maddeler deney grubuna ait olan, kontrol grubuna ait olan ve ortak olan maddelerden oluşmaktadır. Deney grubuna ait olan maddeler 4, 6, 8, 10, 11, 12, 16 ve 22, kontrol grubuna ait olan maddeler 15, 18 ve 19 ve her iki grup için de ortak olan maddeler 1, 2, 3, 5, 7, 9, 13, 14, 17, 20, 21 ve 23 şeklindedir.

3.4. Ders Planları

Araştırmanın deney grubuna yedinci sınıf fen bilimleri dersi "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesi kapsamında STEM temelli Algodoo etkinlikleri uygulanmıştır. Bu etkinlik alan yazın taranarak oluşturulmuştur (Eroğlu, 2018; Saylan Kırmızıgül, 2019). Aşağıda deney grubu ve kontrol grubu ile ilgili ders planları süreci ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

3.4.1. Deney Grubu Ders Planı Hazırlama Süreci

Araştırmanın deney grubuna yedinci sınıf fen bilimleri dersi "Işığın Madde ile etkileşimi" ünitesi kapsamında ASSURE tasarım ilkelerine uygun STEM temelli Algodoo etkinlikleri içeren ders planları hazırlanmıştır. Hazırlanması aşamasında alanyazın taranıp etkinlikler belirlenmiştir. Etkinliklerin belirlenmesinde fen eğitiminde uzman üç kişinin görüşlerinden yararlanılmıştır. Fen bilimleri dersi haftada iki kere olmak üzere dört saat olduğu için etkinlikler (40+40) şeklinde planlanmıştır. Her haftaya ait ders planları tez danışmanı ile birlikte incelenmiştir. Gerekli görülen düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin ilgili ünite kazanım kapsamı takvimde 26 ders saatine yani altı buçuk haftaya denk gelmesine rağmen altı hafta olacak şekilde planlanmıştır. Altıncı haftaya ait olan "İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler" ve "Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiadaki kullanım alanlarına örnekler verir" kazanımları ile yedinci haftaya ait olacak olan "Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar" kazanımı aynı ders planı içerisine alınmıştır. Bunun sebebi altıncı haftaya ait olan ders planındaki etkinliklerin son yarım haftaya ait kazanımı karşılamasındandır. Böylece altı haftalık hazırlanan ders planları ve etkinlikleri üniteye ait olan tüm kazanımları kapsamıştır.

Ders içeriği 5E öğrenme modelinin basamakları temel alınarak hazırlanmıştır. Giriş basamağında öğrencilerin dikkatini çekecek etkinliklere yer verilmiş olup merak uyandıracak deney, hikâye gibi materyaller kullanılmıştır. Bu materyaller aracılığıyla sorular sorulmuştur. Keşfetme basamağında sorulan soruların cevaplarının kendilerinin bulması sağlanmıştır. Hedef kazanıma ulaşmaları için yönlendirilmiştir. Açıklama basamağında öğrencilerin kavramlara dair algıları açıklanıp öğretmen dönüt vermiştir. Açıklamalardan yola çıkarak genellemelere ulaşılmıştır. Derinleştirme aşamasında öğrenci ulaştığı bilgiyi günlük hayatına transfer etme fırsatı sunan etkinlikler yer

almıştır. Değerlendirme aşamasında ise bilginin tekrar edilmesini ve kalıcı olmasını sağlayan değerlendirme etkinliklerine yer verilmiştir. Örnek bir çalışma kağıdı EK-7’te verilmiştir.

Ders planları hazırlanırken STEM yaklaşımı temel alındığı için planların merkezini fen alanı oluşturmaktadır. Fen alanının yanı sıra mümkün olduğunda 5E öğrenme döngüsü modeli basamaklarına STEM eğitiminin diğer disiplinlerinden biri entegre edilmesine özen gösterilmiştir. Ayrıca ders planlarına hangi alanı karşıladığı yazılmıştır. Deney grubu ders planları EK-5’te verilmiştir.

3.4.2. Deney Grubunda Uygulamalar

Deney grubu 25 kişi olacakken bir öğrenci velisinin izin belgesini imzalamaması üzerine uygulamaya dahil edilmemiştir. Hem deney grubuna hem de kontrol grubuna sınırlılık arz etmesine rağmen araştırmacı uygulamayı gerçekleştirmiştir. Bunun sebebi uygulama gerçekleştirilen okulda fen bilimleri öğretmeni normu bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum çalışmanın sınırlılıklar bölümünde ifade edilmiştir. Uygulamaya başlamadan önce deney grubu öğrencilerine Algodoo programı tanıtılmış örnek uygulamalar yapılmıştır. Derslere gözlem yapmak amacıyla müdür yardımcısı ve bir fen bilimleri öğretmeni dahil olmuş her hafta ders sonrası görüşmeler sağlanmıştır. Deney grubu için müdür yardımcısı ve fen bilimleri öğretmeni daha önce Algodoo ile ilgili bilgilendirilmiştir. Mart ayının üçüncü haftası tüm dünyayı etkileyen salgın hastalık sebebiyle okullarda eğitime ara verilmiştir. Bu sebeple uygulamanın son iki haftası bir sonraki eğitim öğretim döneminde tamamlanmıştır. Yeni eğitim öğretim döneminde gelen fen bilimleri öğretmeni gözlem yapmak için uygulamaya destek sağlamıştır. Aşağıda hafta hafta yapılan çalışmalar başlıklarda detaylı olarak anlatılmıştır.

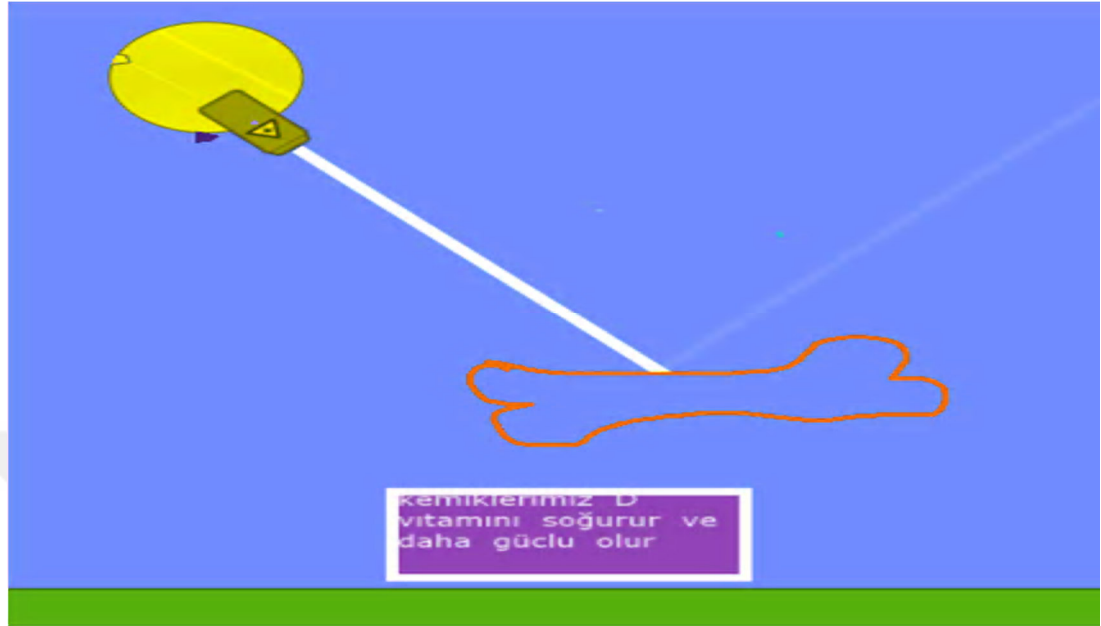
3.4.2.1. Birinci Hafta Gerçekleştirilen Uygulamalar

Deney grubu uygulamaları bilgisayar ile çalışmanın ve fiziki yapının uygunluğundan Z kütüphanede gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin dörder kişiden oluşan en az altı gruba ayrılmaları istenmiştir. Dersin başında 5E öğretim modeline göre giriş aşamasında öğrencilerin keşfetme aşamasında yapacakları deneye hazırlanmaları için ders planında yer alan sorular sorulmuştur. Sorular sorulmadan önce Algodoo programında hazırlanan

sahne gösterilmiştir. Sahne üzerine sorulan sorular ile maddelerin ışığa verdikleri tepkiler ve bunların sebepleri hakkında öğrencilerin fikirleri alınmıştır. Keşfetme aşamasında sınıfa her gruba birer termometre ve farklı renkte kumaş parçaları getirilmiştir. “termometreler uyuyunca üşür mü terler mi?” deney etkinliği yapılmıştır. Deney etkinliği için verilen hikâye sonunda problemlere mühendislik disiplini ile çözüm yolları arandığı için STEM mühendislik boyutuna hizmet etmiş diyebiliriz. Açıklama aşamasında yaptıkları deney ışığında ışığın soğurulması kavramını açıklamaları sağlanmıştır. Bu deney ile birlikte STEM’in fen boyutu açıklanırken, termometre ile yapılan ölçümün okunan değerlerin fazla ya da az olmasına ilişkin kavramların yorumlanmasıyla STEM matematik boyutuna hizmet etmiş diyebiliriz. Derinleştirme aşamasında hedef kazanım ile ilgili günlük hayattan örnek verilerek öğrencinin günlük hayatına bilgiyi transfer etmesi ve düşünmesine sevk edilmiştir. Değerlendirme aşamasında ise Algodoo programında günlük hayatta nerelerde kullanılacağını resmetmesi istenmiştir. Bu çalışmanın bağımsız değişkeni olan Algodoo programı ile teknolojik materyalden yararlanarak STEM’in teknoloji boyutu ile ilişki sağlanmıştır. Öğrencilerin Algodoo programında resmettikleri sahne bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutuna hizmet etmiştir. Ayrıca değerlendirme aşamasında zaman kalırsa ikinci etkinlik olarak ağız kısmına balon geçirilmiş renkleri farklı iki şişenin güneş altında bekletilmeleri söylenmiştir. Zaman kalmadığı için öğrencilerin gözlemlenecek değişikliklerin neler olabileceğine dair sınıfta tartışılmıştır. “Ne umdum ne buldum?” başlığı altındaki etkinlik soruları cevaplandırılmıştır.



Şekil 2. Öğrenci örnek sahne 1, ışığın soğurulması sahne görüntüsü

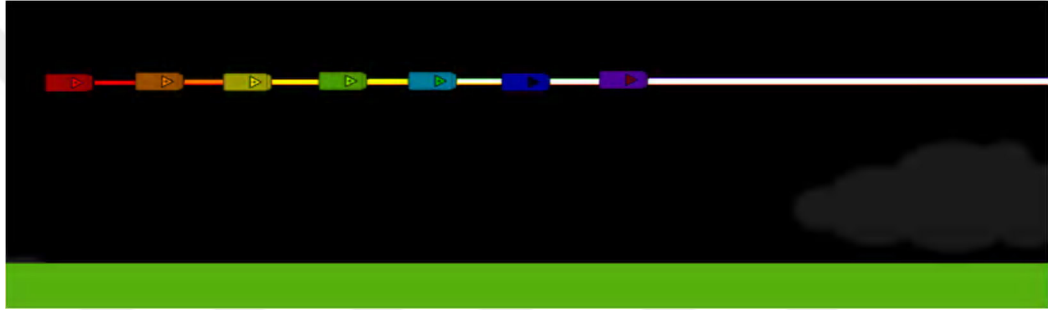


Şekil 3. Öğrenci örnek sahne 2, ışığın soğurulması sahne görüntüsü

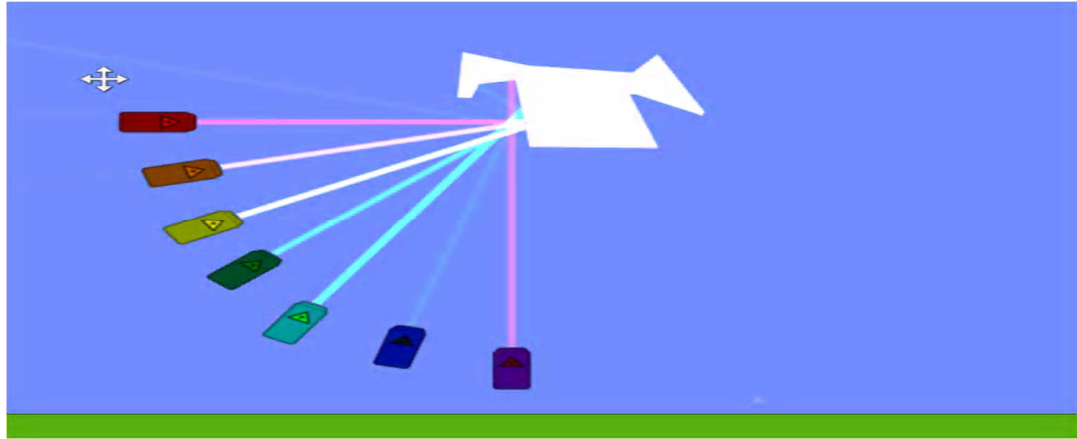
3.4.2. 2. İkinci Hafta Gerçekleştirilen Uygulamalar

Dersin başında sınıfa getirilen CD her gruba birer tane olmak üzere öğrencilere dağıtılır (dikkat çekme). Öğrencilerden CD'yi güneş ışığına tutmaları istenir ve ders planında yer alan sorular sorulur. Daha sonra sorulan sorulardan yola çıkarak Algodoo programında yaptıkları etkinliği sahnelemeleri istenir. Bu ikinci hafta etkinliği ile beyaz ışığın gerçekten beyaz renk olmadığı ele alınmıştır. Yaptıkları Algodoo sahnesi ile beyaz ışığın renklere ayrıldığını ve bu renklerin hangi renkler olduğunu keşfetmişlerdir. Bu yolla STEM in teknoloji boyutu ilişkilendirilmiştir. Ayrıca Algodoo programında beyaz ışığın renklere ayrıldığını gören öğrenci bu durumun başka alanlarda gerçekleştiğini (örneğin, gökkuşağı gibi) düşüneceği için yaratıcılığın esneklik boyutu desteklenmiştir. Beyaz ışığın renklere ayrıldığını keşfetme basamağında deneyimleyen öğrencilere cisimlerin renkli görülmelerinin sahne üzerinde renklerin doğrultusuna göre yansıma ve soğurması ile ilişkili olduğu açıklanır. Derinleştirme aşamasında Algodoo programı üzerinde beyaz ışığı oluşturan renklerin lazer ışığı seçilerek tek bir noktaya göndermeleri sağlanır. Tek bir noktada oluşan rengin beyaz ya da beyaza yakın bir renk oluştuğunu görürler. Buradan hareketle keşfetme basamağında beyaz ışığın renklere ayrıldığını deneyimleyen öğrenci derinleştirme aşamasında renklerin de birleşiminden beyaz ışık oluştuğunu öğrenmiş olur. Değerlendirme aşamasında 'Einstein'ın bir

sorusu var’’ etkinliği ile öğrenilen bilgilerinin tekrarı yapılır. Bu etkinlik çalışma kâğıdı her öğrenciye verilir. Öğrencilerin bilgilerini kâğıda dökmeleri sağlanır. Etkinlik kâğıdında sorulara cevap arıyorum bölümünde sorular cevaplanır. Etkinliğin sorularına öğrenciler birden fazla cevap verecekleri için tüm sorularda bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu desteklenmiştir. Üçüncü soruda beyaz ışığın hangi özelliği sorulduğundan öğrenciler birden fazla alanda cevap verecekleri için bilimsel yaratıcılığın esneklik boyutu desteklenmiştir. Dördüncü soruda ise yine beyaz ışığın nasıl olduğu bilgisinden yola çıkarak siyah renk görmeyi açıklamak için birden fazla alanda cevap verecekleri için bilimsel yaratıcılığın esneklik boyutu desteklenmiştir.



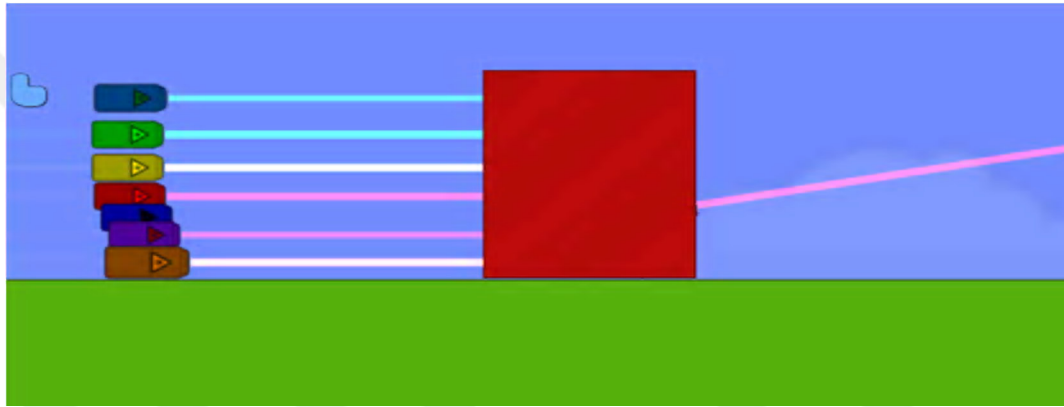
Şekil 4. Öğrenci örnek sahne 3, üst üste bir araya gelen renklerin en son doğrultuda beyaz ışığı oluşturması



Şekil 5. Öğrenci örnek sahne 4, bir araya gelen renklerin beyaz ışığı oluşturması



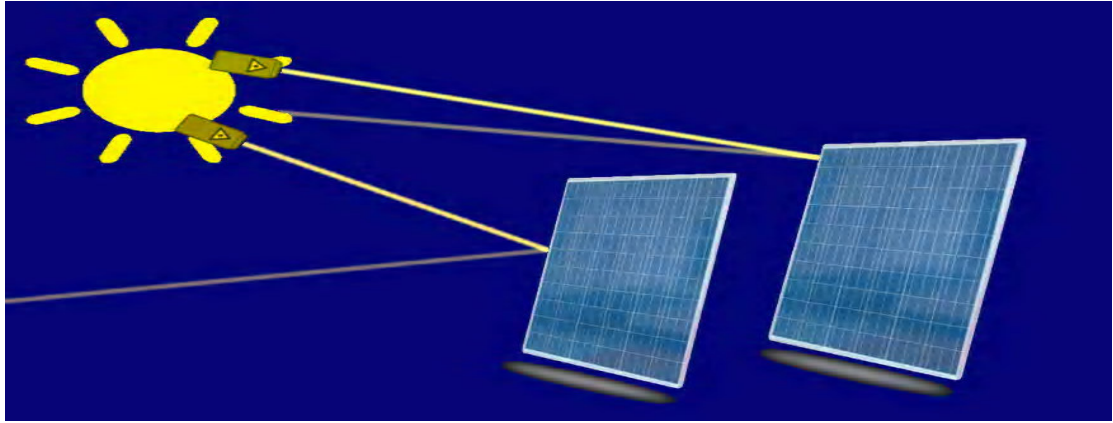
Şekil 6. Öğrenci örnek sahne 5, üzerine düşen ışığın içindeki hiçbir rengi yansıtmayan cismin siyah renkli görünmesi (renklerin tamamen soğurulması)



Şekil 7. Öğrenci örnek sahne 6, cisimlerin renkli görünmesi sahne görüntüsü

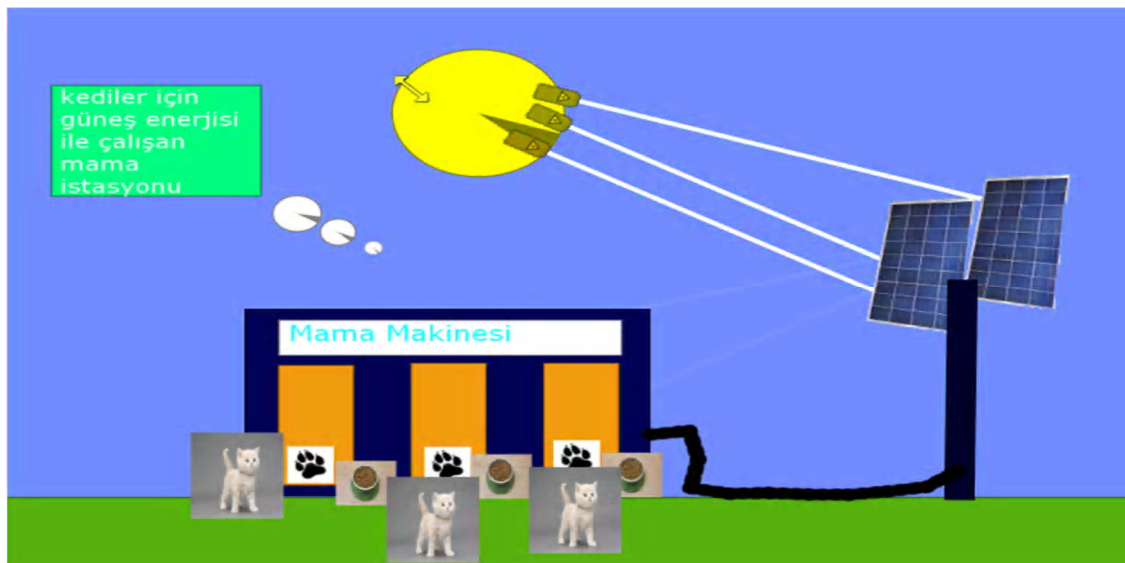
3.4.2.3. Üçüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Üçüncü hafta derse dikkat çekmek amacıyla bir video izletme ile başlanır. Temel enerji kaynağı ve bu kaynağın günlük yaşamdaki kullanım alanları ile ilgili bir video izletilir. İzletilen videodan hareketle öğrencilere hedef kazanımı keşfetmeleri için sorular sorulur. Güneş enerjisinin günlük hayatta ve teknolojide uygulamaları hakkında fikir üretmeleri sağlanır. Daha sonra açıklama aşamasında Öğrenciler grup arkadaşlarıyla Algodoo programında açılan güneş enerjisi sahnesi ile güneş panelleri görseli üzerinde güneş ışığının nasıl soğurulduğunu birinci hafta bilgilerini de kullanarak açıklamışlardır.

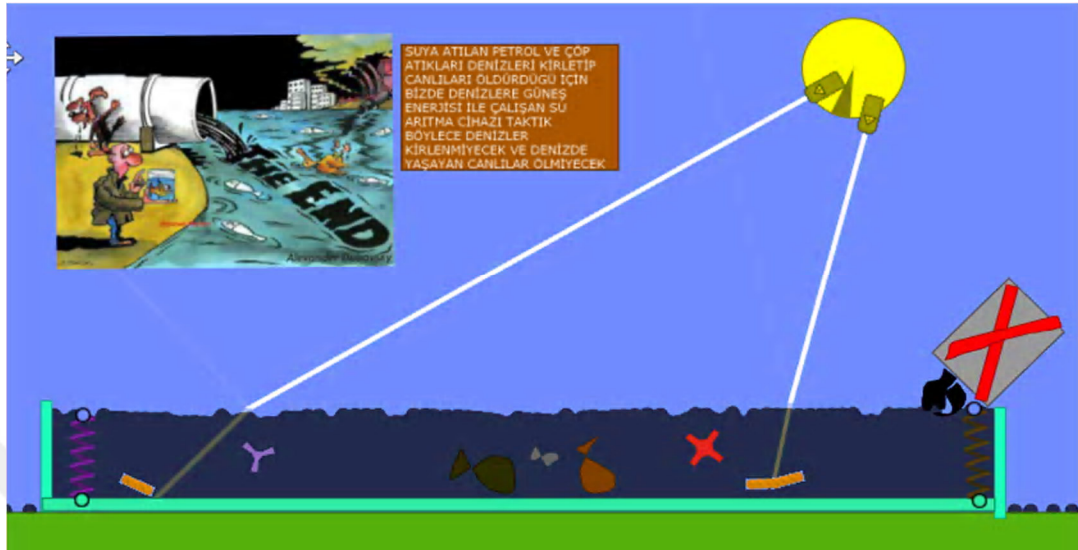


Şekil 8. Güneş enerjisi sahne görüntüsü (Saylan Kırmızıgül, 2019)

Günlük hayatımızda hangi alanlarda nasıl bir şekilde örnekleri olduğunu ifade etmişlerdir. Derinleştirme basamağında gelecekte güneş enerjisinden nasıl yararlanacağına dair öğrencilerin fikirleri alınır. Fikirlerini Algodoo da tasarımları istenmiştir. Yapacakları tasarımdan ötürü çizim yeteneklerini kullandıkları için STEM mühendislik boyutu ile ilişkilendirilmiştir. Kendi hayalleri kendi düşünceleri ışığında gelecekte yapılacak bir ürün düşünerek tasarladıkları için bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu desteklenmiştir. ASSURE tasarım modeli basamakları da dikkate alınmıştır. Değerlendirme aşamasında ise konunun pekiştirilmesi, kalıcılığın sağlanması için öğrenilenlerin tekrarı niteliğinde güneş enerjisi deney föyünden alınan etkinlik hikayesi okunur. Sorulara cevap arıyorum bölümünde sorulara cevap verilerek sürecin ve öğrencinin değerlendirilmesi yapılmış olur. Öğrenci örnek sahneleri aşağıda verilmiştir.



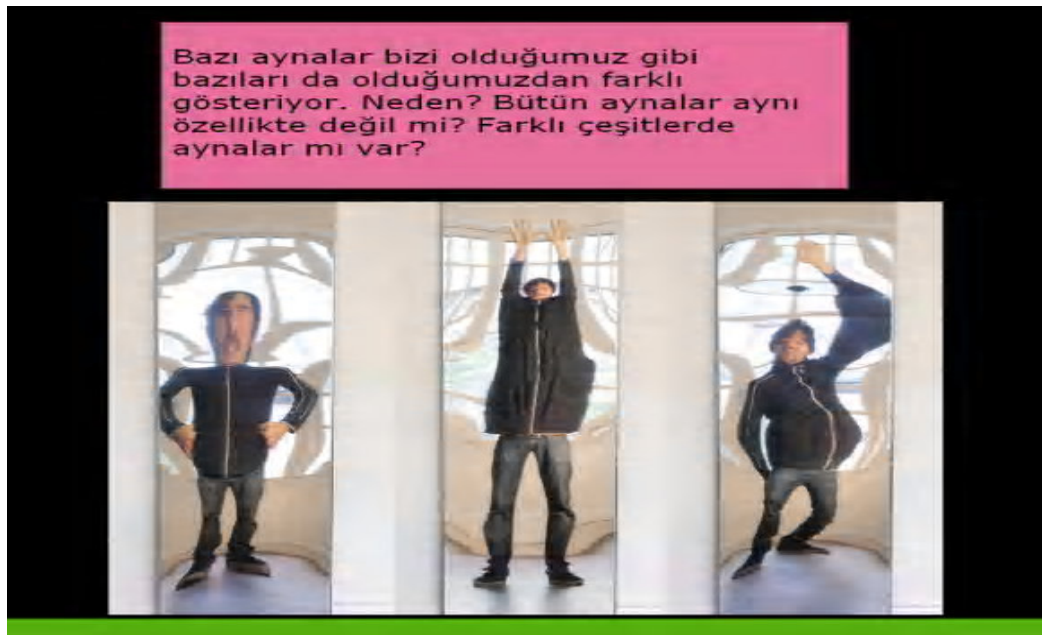
Şekil 9. Öğrenci örnek sahne 7, güneş enerjisi ile çalışan mama istasyonu sahne görüntüsü



Şekil 10. Öğrenci örnek sahne 8, güneş enerjisi ile çalışan deniz suyu arıtma tesisi sahne görüntüsü

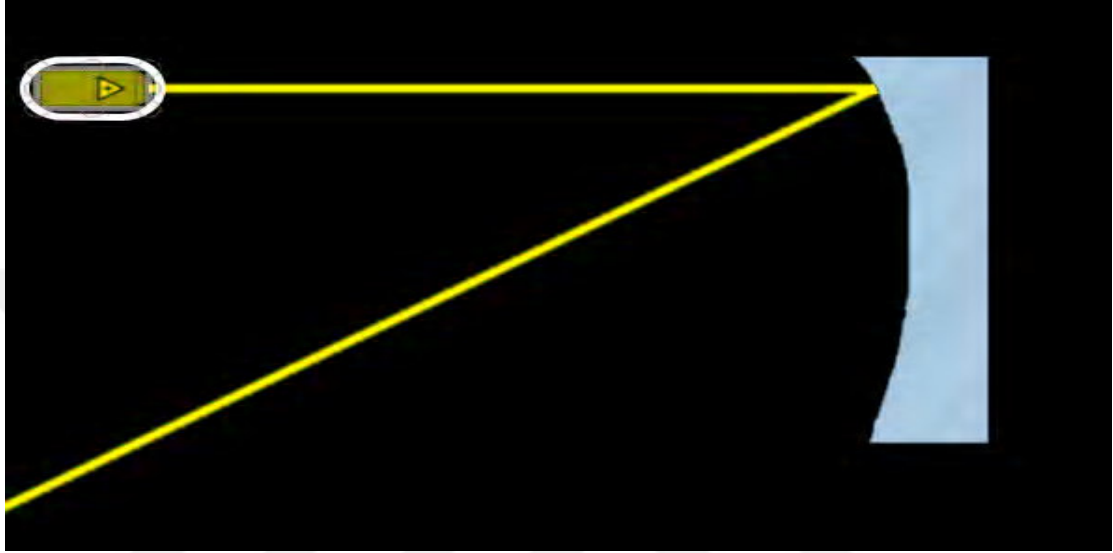
3.4.2. 4. Dördüncü Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Dördüncü haftada öğrencilerin ayna çeşitlerini gözlemlemeleri, kullanım alanlarını kavrayarak örnekler vermelerini sağlamak ve görüntü özelliklerini karşılaştırmak amacıyla ilk olarak Algodoo programı üzerinde aynalar giriş sahnesi açılmıştır.



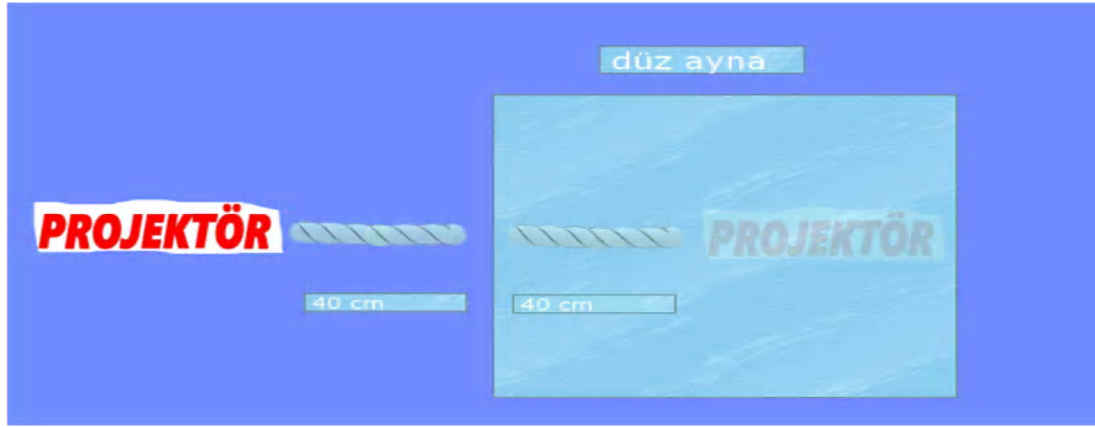
Şekil 11. Dördüncü hafta aynalar giriş etkinliği sahne görüntüsü

Sahne üzerinden sorular sorulmuştur. Keşfetme aşamasında günlük hayattan ambulans önündeki yazının neden ters olduğu sorulmuştur. Daha sonra çukur ayna sahnesi açılmış ve görüntü özellikleri konuşulmuştur.

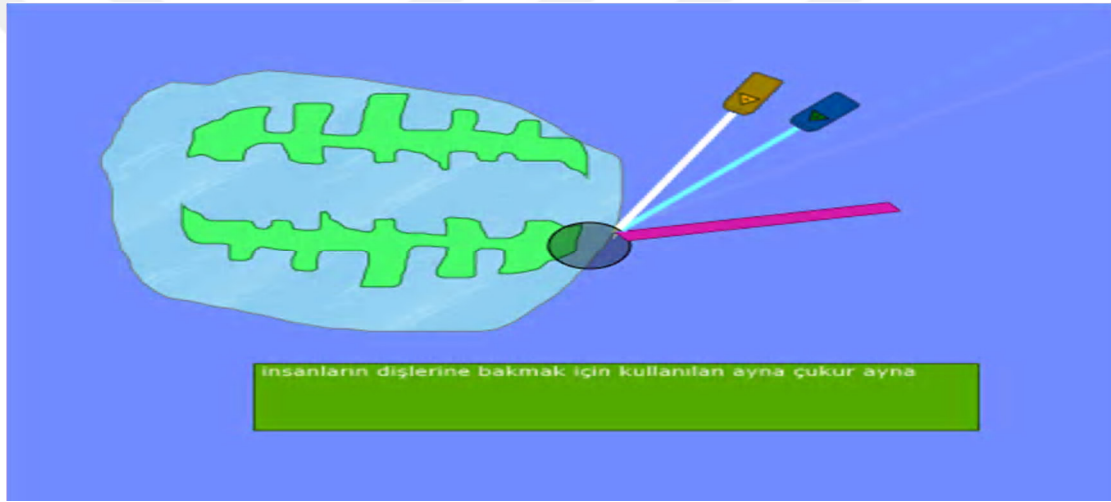


Şekil 12. Çukur ayna sahne görüntüsü (Saylan Kırmızıgül, 2019)

Günlük hayatımızda nerelerde kullanıldığı keşfetmeleri sağlanmıştır. Açıklama basamağında çukur, tümsek ve düz aynada görüntü özelliklerini açıkladıktan sonra Algodoo üzerinde ayna görüntü sahneleri çizimleri istenmiştir. Derinleştirme basamağında düz ayna, çukur ayna ve tümsek ayna ışın çizimleri gösterilmiş, günlük hayatta bu aynaların kullanılacağı araç tasarısı düşünülmüşlerdir. Değerlendirme aşamasında ise derinleştirme basamağında tasarlanan aracın çizimi gerçekleştirilmiştir. Açıklama basamağında ayna özellikleri ve değerlendirme basamağı örnek çizimleri aşağıda verilmiştir.



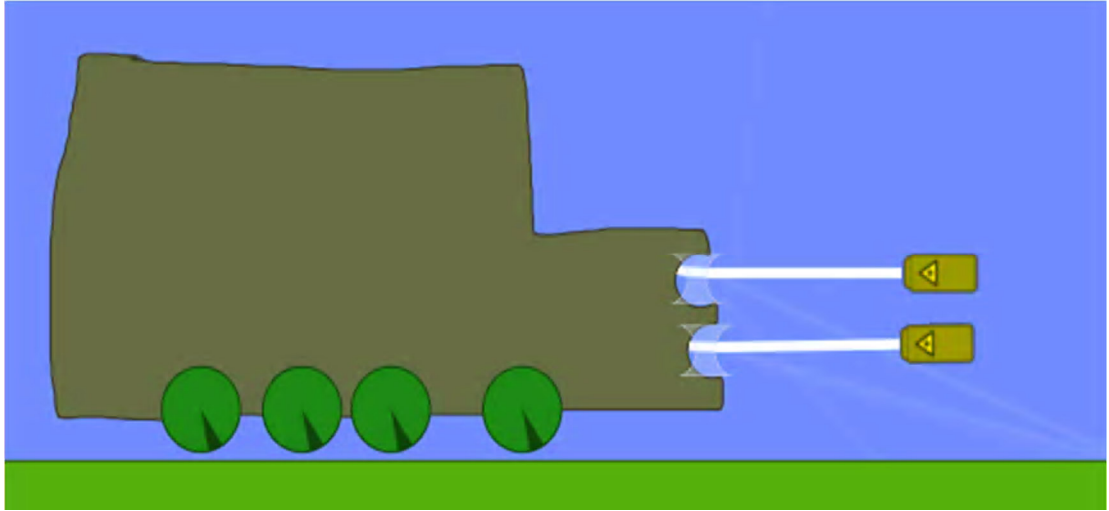
Şekil 13. Öğrenci örnek sahne 9, aynaların günlük hayatta kullanıldığı araç tasarısı sahne görüntüsü



Şekil 14. Öğrenci örnek sahne 10, aynaların günlük hayatta kullanıldığı araç tasarısı sahne görüntüsü



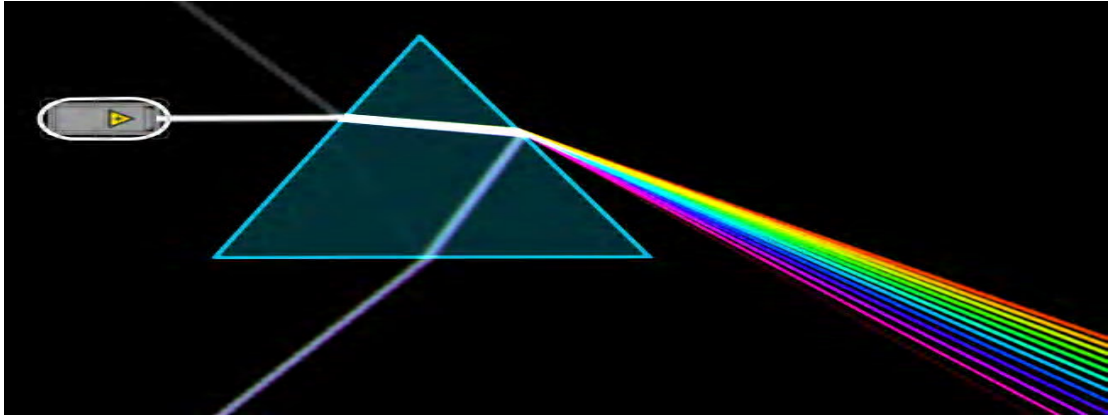
Şekil 15. Öğrenci örnek sahne 11, aynaların günlük hayatta kullanıldığı araç tasarısı sahne görüntüsü



Şekil 16. Öğrenci örnek sahne12, aynaların günlük hayatta kullanıldığı araç tasarısı sahne görüntüsü

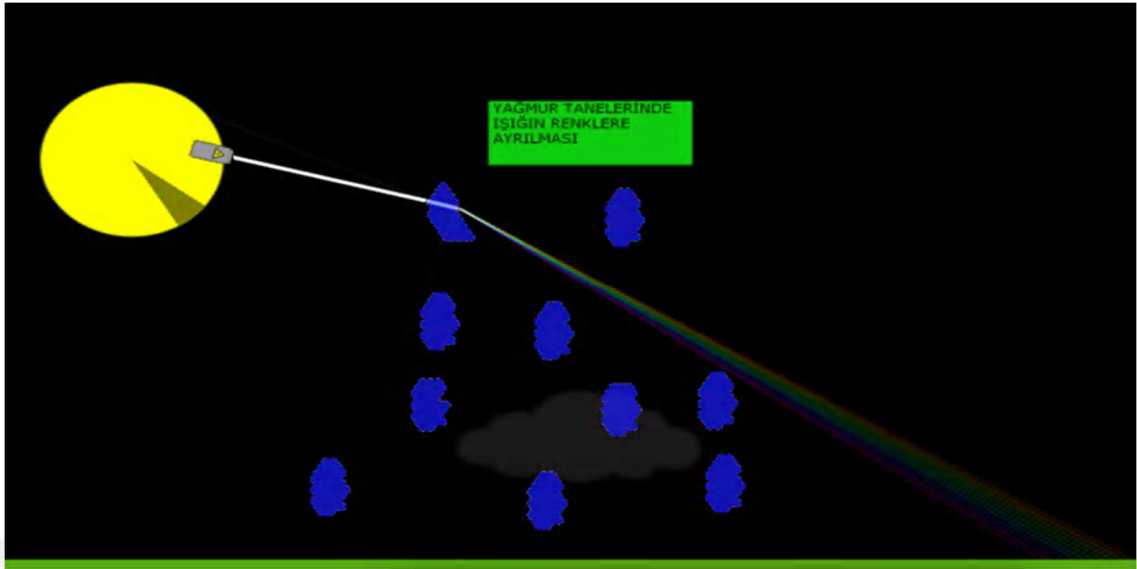
3.4.2. 5. Beşinci Hafta Yapılan Çalışmalar

Tüm dünyayı etki altına alan pandemi döneminin yaşanmasıyla beşinci ve altıncı haftada fiziki değişiklikler olmuştur. Bulaşıcı hastalık sebebiyle okullarda eğitime ara verilmiştir. Yeni dönemin başlamasıyla tüm velilerden ikinci bir pandemi dönem ve şartlarına göre izin belgeleri alınmıştır. Ek-7’de yer almaktadır. Dolayısıyla son iki hafta çalışma takvimine göre yapılamamıştır. 2020-2021 eğitim öğretim dönemi başladığında son iki haftayı uygulamadan önce sınıf dezenfekte edilmiş, tüm öğrencilere maske verilmiştir. Ayrıca sınıfa girerken ateşleri ölçülmüştür. Grup çalışmaları mesafeye dikkat ederek iki kişilik gruplar şeklinde yapılmıştır. Eğitim öğretim yeniden başladığında yapılan etkinlikler tekrar bir haftaya boyunca tekrar edildi. Dördüncü haftadan beşinci haftaya geçişte aynı etkinlikler tekrar edildi. Fen bilimleri dersi bir hafta da dört saat olduğu için bir hafta hatırlatmaya yer verildi. Kontrol grubu içinde ilk dört haftayı hatırlatacak şekilde sunum yapıldı. Bir haftada dört fen bilimleri ders saati var. Bu dört saatin her birinde bir hafta tekrar edildi. Çalışma başlamadan önce tüm öğrencilerin bilgisayarlarına ders planlarında yer alan Algodoo sahneleri yüklenmiştir. Bu hafta dersin giriş aşamasında beyaz şık prizma sahnesi açılması söylenerek tüm öğrenciler kendileri açmışlardır.



Şekil 17. Beyaz ışık renklere ayrılma (kırılma) sahne görüntüsü (Saylan Kırmızıgül, 2019)

Sahne ışık ışını gönderilen prizma ışığın renklerine ayrılması gösterilmiştir. Bu renklere ayrılma olayını ne olduğu sorulmuştur. Keşfetme aşamasında sorular verilen cevaplar tartışılarak kırılma olduğunu keşfetmişlerdir. Kırılma olayının ışığın ortam değiştirmesi ile meydana geldiğini keşfeden öğrenciler açıklama basamağında yapılan deney ile hedef kazanımı pekiştirmişlerdir. Deneyde su dolu beher üzerine ışık ışını gönderilmiş, ışın demetinin görülmesi içinde tebeşir tozu dökülmüştür. Deney sonucunda dağıtılan çalışma kâğıtlarındaki sorular cevaplanmıştır. Derinleştirme basamağında "Yakarım Roma'yı da Yakarım" isimli etkinlik verilerek sorular cevaplanması sağlanmıştır. Etkinlik hikâyesinde kırılma olayının günlük hayattan örnek olacak şekilde verilmesiyle öğrenci kazandığı hedef kazanımı derinleştirmiştir. Değerlendirme basamağında öğrencilerden ışığın izlediği yolu, kırılmaya uğradığını gösteren mercekleri de kullanarak Algodo programında bir araç tasarımları istenir. Bu etkinlik "Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler." Kazanımına yönelik gerçekleştirilmiştir. Örnek çizimler aşağıda verilmiştir.



Şekil 18. Öğrenci örnek sahne 13, kırılma olayı günlük hayat gösterimi sahne görüntüsü

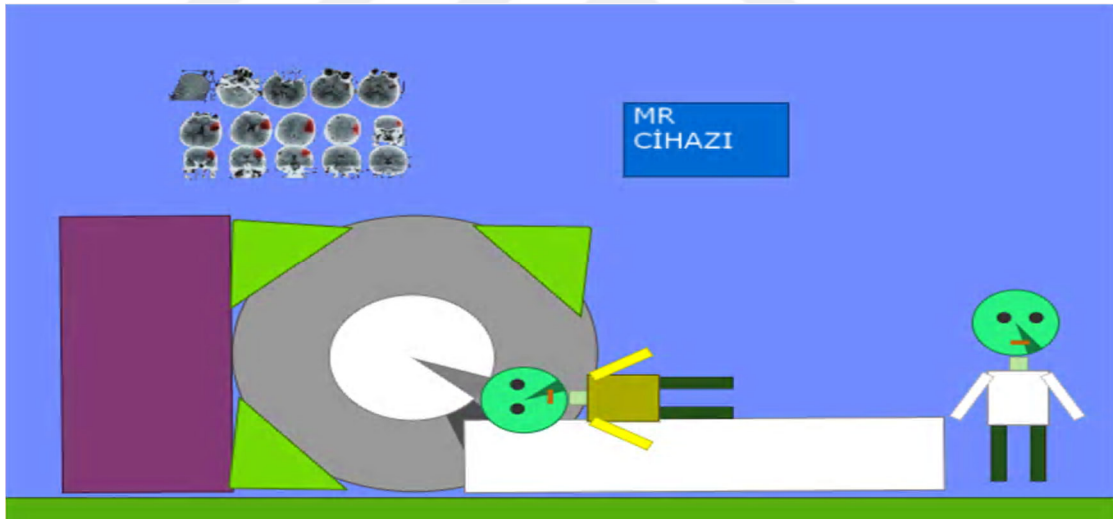
3.4.2. 6. Altıncı Hafta Gerçekleştirilen Çalışmalar

Bu hafta dersin başında öğrencilere mercekler beyliği adında etkinlik hikayesi okunarak dikkat çekilir. Hikâye içinde yer alan sorular ile öğrencilerin merceklerle ve merceklerin odak noktası olduğuna dair bilgileri keşfetmeleri sağlanır. Yine keşfetme basamağında çukur ve tümsek aynanın sahneleri açılarak odak noktalarını göstermeleri istenir. Buradan hareketle öğrenciler odak noktasını daha önce öğrenilen kırılma olayının uygulaması olduğunu keşfederler. Bunun üzerine yine program üzerinde ince ve kalın kenarlı mercek kullanarak öğrenciler odak noktasını bulurlar. Bu etkinlikte öğrenciler odak noktası, merceğe göre odak uzaklığı gibi kavramları kavrayacakları için STEM matematik boyutu desteklenmiştir. Açıklama basamağında merceklerin ışığı kırma durumlarından hareketle odak noktaları anlatılır ve kullanıldığı yerler sınıf ortamında konuşularak açıklanır. Derinleştirme basamağında öğrencilere günlük hayatta nerelerde kullanıldığı sorularak keşfettikleri bilgiyi transfer etmeleri sağlanır. Alınan cevaplar çok sayıda düşünce içerdiğinden bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu desteklenmiştir. Değerlendirme basamağına gelindiğinde öğrencilerden merceklerin odak noktaları ve merceklerin çeşidine göre ışığı kırma bilgilerinden hareketle Algodoo programı üzerinde bir araç tasarımları sağlanır. Bu değerlendirme STEM mühendislik boyutu ile ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin merceklerin kullanım alanları ile ilgili birçok fikir söyleyebilecekleri için bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu, birden fazla alanda fikir üretecekleri için esneklik boyutu ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca Algodoo programı

üzerinde araç tasarlama etkinliğinde öğrencilerin kazanım doğrultusunda özgün bir araç tasarlamasına imkân sağladığı için bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu desteklenmiştir. Son kazanım olan, ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar, kazanımı desteklenmiştir. Örnek çizimler aşağıda verilmiştir.



Şekil 19. Öğrenci örnek sahne 14, mercekleri kullanarak günlük hayattan bir görüntüleme aracı sahne görüntüsü



Şekil 20. Öğrenci örnek sahne 15, mercekleri kullanarak günlük hayattan bir görüntüleme aracı sahne görüntüsü

Hazırlanan tüm etkinlik ve ders plan içerikleri 5E öğrenme döngüsü modeli basamaklarına göre ASSURE tasarım ilkeleri esas alınarak STEM'in her boyutu desteklenmeye çalışılmıştır. Algodo programında yapılan sahneler her ders planında farklı basamakta uygulanmaya çalışılmıştır. Hazırlanan etkinliklerin bir kısmı dersin sonunda bir kısmı da ödev verilerek deney grubu uygulamaları tamamlanmıştır.

3.4.3. Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen Çalışmalar

Konunun uygulama aşamasında kontrol grubunda bulunan öğrencilere ise, mevcut ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programına dayanarak öğretim uygulanmış ve Millî Eğitim Bakanlığı fen bilimleri ders kitabı kaynak olarak kullanılmıştır. Deney grubu çalışmalarını gerçekleştiren araştırmacı kontrol grubuna da uygulayıcı olarak katılmıştır. Kontrol grubu oluşan sınıfta araştırmacı geleneksel yöntemler ile kazanımlar doğrultusunda dersler işlenmiştir. Anlatım, soru cevap tekniği gibi ortaokul fen bilimleri programının ön gördüğü yöntemlere uygun dersler anlatılmıştır. Derslerde kaynak olarak ders kitabı takip edilmiş ve akıllı tahta kullanılmıştır. Ders kitabında yer alan örnekler çözülmüştür. Bazı bölümlerde soru cevap yapılmıştır. Öğrencilere sorulmuştur, öğrenci cevaplarından sonra öğretmen açıklamıştır. Ders anlatımından sonra öğrencilerin belirtilen yerleri defterlerine yazmaları sağlanarak dersler tamamlanmıştır. “Işığın madde ile etkileşimi” ünitesine dair kontrol grubuna ait haftalık kazanım ve haftalara göre konu planlamaları aşağıda verilmiştir.

1. Hafta-1: Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.
2. Hafta-2: Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.
3. Hafta-3: Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.
Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.
4. Hafta-4: Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.
Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.
(Çukur aynada cismin görüntüsünün özelliklerinin (büyük / küçük, ters / düz) cismin aynaya olan uzaklığına göre değişebileceği belirtilir.)
5. Hafta-5: Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.
Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.
6. Hafta-6: İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler.
Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.

3.5. Veri toplama süreci

Konunun öğretim aşamasında, bir başka ifadeyle uygulama esnasında deney grubu öğrencilerine STEM temelli Algodoo programı temel alınarak geliştirilen etkinliklerin 26 ders saatlik bir süre de uygulanması gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda etkinlikler ASSURE tasarım modeline dayanarak tasarlanmıştır. Ayrıca hazırlanan etkinliklerin ortaokul fen bilimleri öğretim programında yer alan ışığın maddeyle etkileşimi ünitesindeki kazanımlara uygun olması önem arz etmektedir.

Verileri toplama sürecinde, ilk olarak uygulama yapılacak okul ile iletişime geçilmiştir. İdareciler ile görüşülerek süreç adım adım açıklanmış ve güncel bilgiler edinilmiştir. Daha sonra uygulamayı gerçekleştirebilmek için Erciyes Üniversitesi Rektörlüğü'nden ve Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli resmi izinler alınmıştır. Erciyes Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulundan alınan "Etik Kurul Onay Belgesi" Ek-10'da sunulmuştur. Ayrıca, Milli Eğitim Müdürlüğü'nden alınan izin belgesi ise EK-9'da verilmiştir. Öte yandan, ilk dört haftanın uygulamaları için gerekli olan veli izin belgesi ise EK_10'da sunulmuştur. Yapılan çalışmalar aşağıda Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. *Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Aracı ve Öğretim Uygulaması*

Grup No	Ön test	Öğretim Uygulaması	Son Test
Kontrol grubu	BYT	Fen bilimleri öğretim programına dayalı öğretim uygulamaları	BYT
		STEM temelli Algodoo etkinlikleri ile yapılandırmacı yaklaşım	
Deney grubu	BYT		BYT

3.6. Verilerin Analizi

Araştırma sonucu ulaşılan veriler nicel verilere dönüştürülmüştür. Bu nedenle veriler nicel olarak incelenmiş ve analiz edilmiştir. Bilimsel yaratıcılık testi ile elde edilen veriler nicel veriler analizi başlığı altında ele alınmıştır.

3.6.1. Nicel Veriler Analizi

Araştırma da veri toplama aracı olarak bilimsel yaratıcılık testi uygulama başlamadan önce ön test ve uygulama bittikten sonra son test şeklinde uygulanmıştır. Ulaşılan veriler SPSS-25 programı ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Uygulamaya başlamadan önce yapılan pilot çalışma analizi de aynı işlemler yapılarak analiz edilmiştir. Tez kapsamında, pilot çalışmanın verileri incelenmemiş olup, bu veriler sadece testin öğrencilere uygunluğu açısından ele alınmıştır. Yapılan ön test sonucunda her öğrencinin verileri SPSS-25 programına girilerek, onların testten aldıkları toplam puanları oluşturulmuştur. Deney ve kontrol grubuna karar verebilmek için ön test analiz sonucunda aralarında fark yoktur. Gruplar başlangıçta denktirler. Katılımcılardan elde edilen verilerin SPSS programında sayısal verilere dönüştürürken esas alınan puanlamalar aşağıdaki gibidir.

Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sorular için uygulanan işlem basamakları aynıdır. Bu nedenle bu sorular aynı paragrafta ele alınmıştır. 1, 2, 3 ve 4. sorular da akıcılık, esneklik ve orijinallik puanları hesaplanmıştır. Akıcılık puanları için öğrencilerin verdiği her cevap sayılmıştır. Her bir öğrencinin verdiği cevap sayısı akıcılık puanını oluşturmuştur.

Orijinallik puanlarını hesaplariken cevapların her biri kod olarak alınmıştır. Öğrencilerin verdiği cevapların ne kadar tekrar edildiği ve yüzdelik oranlarına göre puanlama yapılmıştır. Tekrar edilme sıklığı %5'ten küçük ise "2" puan, tekrar edilme sıklığı %5-%10 arasında ise "1" puan, %5'ten büyük ise "0" puan olacak şekilde puanlanmıştır.

Esneklik puanını hesaplamak için öğrencilerin verdikleri cevaplar kategorilere ayrılmıştır. Öğrenci cevabı girdiği kategori sayısı esneklik puanını oluşturmuştur. Örneğin, beş cevap verdi ve bu cevaplar iki kategoriye ait ise esneklik puanı "2" puan olacaktır. Her bir kategori için "1" puan verilmiştir ve esneklik puanları oluşmuştur. Aşağıdaki tabloda sorulara ait esneklik kategorileri verilmiştir.

Tablo 5. Birinci Soru Esneklik Puanları İçin Belirlenen Kod ve Kategoriler

Esneklik kategorileri	Kodlar
Deneyssel	Cam fanus, mikroskop, büyüteç, mercek, teleskop, deney tüpü, cam çubuk, periskop, dinamometre, termometre
İşlevsel	Deneyler, yansıtma, gözlük, telefon

Günlük Hayat	Saat, güneş paneli, dürbün, cam dolap, ayna
--------------	---

Tablo 6. İkinci Soru Esneklik Puanları İçin Belirlenen Kod ve Kategoriler

Esneklik kategorileri	Kodlar
Gezegen	Jüpiter'e gitmek isterdim, Satürn'e gitmek isterdim, aya çıkmak isterdim, marsa gitmek isterdim.

Tablo-6 devamı

Esneklik kategorileri	Kodlar
Keşif	Venüs'te yaz ve kış var mı? Ağaç, bitki yetişir mi? Su bulunur mu? Oksijen var mı? Uzay gemisi kaç gün kalabilir? Neptün'de yer çekimi var mı? Dünya ile iletişim nasıl kurulur? Jüpiter'e gidebilmek için nasıl bir uzay aracı inşa edilebilir? Işık hızında gidilebilir mi?
Özellik	Marsa neden kızıl gezegen diyorlar? Satürn'ün halkasındaki göktaşları nasıl dengede duruyor? Jüpiter'in büyük olmasının nedeni? Neptün kaçınıcı büyük gezegen? Neptün ne kadar soğuk? Neptün neden buz renginde? Jüpiter'in halkası nasıl dönüyor?
Yaşam	Satürn'de su olsaydı o su tüketilebilir miydi? Mars'ta yaşam var mı? Yaşam nasıl olurdu? Neptün'de yaşam olsaydı soğuktan nasıl korunulur?

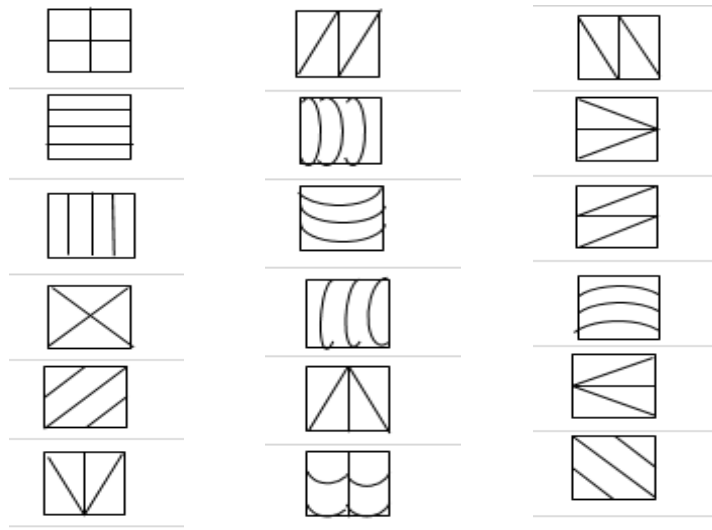
Tablo 7. Üçüncü Soru Esneklik Puanları İçin Belirlenen Kod ve Kategoriler

Esneklik kategorileri	Kodlar
Farklı ölçüt	Küçültürdüm, Katlanabilir yapardım
Fonksiyonel	Elektrik yerine kullanırdım, arabaların akülerini doldururdum, arabalarda yakıt yerine kullanırdım
Teknolojik	Güneş enerjili otomatik kapı yapardım, Televizyonlara güneş enerjili çalışması için bağlantı kurardım
Elektrik enerjisi	Pervane yardımıyla elektrik üretirdim

Tablo 8. Dördüncü Soru Esneklik Puanları İçin Belirlenen Kod ve Kategoriler

Esneklik kategorileri	Kodlar
Dünya/Gezegen	Yıldızlar olmazdı Ay ışığı olmazdı Güneş bize ısı vermezdi
Canlılar ve yaşam	Renk körlüğü olurdu, Çiçekler yetişmezdi Karanlıkta kalırdık Aynada kendimizi göremezdik Güneşle çalışan araçlar olmazdı
Renk	Her yer siyah ve beyaz olurdu Renkler ayırt edilemezdi

Beşinci soru için akıcılık ve orijinallik puanları birlikte toplanmıştır. Tek bir puan elde edilmiştir. Öğrencilerden bir kareyi dört eşit parçaya kaç şekilde çizecekleri sorulmuştur. Çizimlerine göre puan almışlardır. Örnek bir çizimin tekrar edilme sıklığı %5'ten küçük olanlar için "3" puan, %5-10 arasında tekrar edilen çizimler için "2" puan ve %10'dan fazla çizilen her bir çizim için "1" puan şeklinde yapılmıştır. Aşağıda ön test bilimsel yaratıcılık testinde yer alan çizimler verilmiştir.



Şekil 21. Ön test-BYT 5. soru deney ve kontrol grubu örnek çizimleri

Altıncı soruda öğrencilere verilen iki termometrenin ışığı daha iyi soğurması için neler yapacakları, ne yöntemler geliştirebilecekleri sorulmuştur. Puanlama iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Birincisi, akıcılık+esneklik puanları, ikincisi orijinallik puanları şeklinde analiz edilmiştir. Öğrenciler soru ile ilgili yazdıkları her yöntem için “2” puan, yöntemi nasıl uyguladığını açıklaması üzerine “2” puan alacaklardır. Orijinallik puanlaması için her bir yöntemin tekrar edilme sıklığına göre puanlama yapılmıştır. Cevapların tekrar edilme sıklığı %5 ve daha az olan her cevap “4” puan, %5-10 arası olan her cevap “2” puan şeklinde puanlanmıştır. Aşağıda öğrenciler tarafından verilen cevapların bir kısmı verilmiştir.

- Termometrenin etrafını kumaşla kaplama
- Büyüteçle ışığı bir noktada toplama
- Termometrenin camını inceltme
- Etrafına alüminyum folyo ile sarma
- Siyaha boyama
- Işığın açısını değiştirme

Yedinci soruda öğrencilerden bir görüntüleme aracı tasarımlarını istenmiştir. Tasarlanan aracın resmini çizmeleri, her parçanın adını ve ne işlevi olduğunu belirtmeleri istenmiştir. Yedinci soruda esneklik ve orijinallik puanları oluşturulmuştur. Çizimi yapılan her araç için “3-9” puan aralığında puan verilmiştir. Ayrıca genel izlenime dayanarak 1-5 puan aralığında orijinallik puanları verilmiştir. Gerçek dışı ifadeler var ise “1” puan, orijinal olan cevaplar da “0” puan şeklinde puanlama yapılmıştır. Tüm bu puanlama kriterleri için Eroğlu (2018), çalışmasından yararlanılmıştır. Ancak çalışmada 3-9 puan aralığındaki derecelerin kriteri veya genel izlenimin 1-5 puan arasında derece kriterleri verilmemiştir. Bu çalışma da farklı olarak 3-9 puan aralığı şu şekilde derecelendirilmiştir. Öğrencinin verdiği cevaplar kaç kategoriye giriyorsa girdiği her bir kategoriden 3 puan alacaktır. Üç kategorinin üçünü de karşılıyorsa 9 puan alacaktır. Genel izlenime dayanarak belirlenen 1-5 puan aralığı şu şekilde derecelenmiştir. Parçayı çizerse “1” puan; çizer ve adını yazarsa “2” puan; çizer, adını söyler ve işlevini de yazarsa “3” puan şeklinde puanlanmıştır. Ek olarak tasarım orijinalse “1” puan, diğer araçlardan farkını açıklarsa “5” puan verilmiştir. Aşağıda yedinci soruya ait belirlenen kategoriler verilmiştir.

Tablo 9. Yedinci Soru Ön Test Belirlenen Kategoriler

Kategori No	Kategori adı
1	Görüntüleme aracı
2	İşlevleri
3	Fonksiyonların açıklanması
4	Diğer

Bilimsel yaratıcılık testi yedi sorudan oluşmaktadır. Yukarıda açıklandığı gibi her soru farklı değerlendirilmektedir. Aşağıda bilimsel yaratıcılık testi her soruya ait değerlendirme kriterleri tablo şeklinde verilmiştir.

Tablo 10. Bilimsel Yaratıcılık Testi Değerlendirme Kriterleri (Eroğlu, 2018)

Sorular	Değerlendirme Kriterleri	Kriter Açıklamaları
1	Akıcılık	Her bir cevap 1 puan.
2	Esneklik	Farklı alanda ise her cevap 1 puan
3	Orijinallik	Verilen tüm cevaplar içerisinde yüzdelik oranı %5
4		olan 2 puan, %5-10 arasında olan cevaplar 1 puan, %10 ve fazlasına giren cevaplar 0 puan.
5	Akıcılık	Her bir cevap 1 puan.
	Orijinallik	Verilen tüm cevaplar içerisinde yüzdelik oranı %5
		olan 3 puan, %5-10 arasında olan cevaplar 2 puan, %10 ve fazlasına giren cevaplar 1 puan.
6	Esneklik	Yöntem içerisinde araç 3 puan, ilkeler 3 puan, izlenen yol 3 puan.
	Orijinallik	Verilen tüm cevaplar içerisinde yüzdelik oranı %5
		olan 4 puan, %5-10 arasında olan cevaplar 2 puan, %10 ve fazlasına giren cevaplar 0 puan.
7	Esneklik	Her bir fonksiyon 3 puan.
	Orijinallik	1-5 arası puanlama.

Çalışmadaki araştırma sorusunu cevaplamak amacıyla, bir diğer ifadeyle kontrol grubu ile deney grubunun bilimsel yaratıcılıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını anlamak amacıyla ilişkisiz örneklem t testi kullanılmıştır. Bu amaçla bu testin varsayımları karşılanmış, ardından test çalıştırılmıştır. Bu testin sonuçları bulgular bölümünde betimsel ve çıkarımsal olarak verilmiştir.

3.7. Etki Büyüklüğü ve Çalışmanın Gücü

Etki büyüklüğü, gruplar arasındaki farkın ne kadar büyük olduğunu anlamamızı sağlar. İstatiksel bir değerdir (Cohen vd., 2014). Bu çalışmada etki büyüklüğünün hesaplanması için Cohen'in, (2013) effectsize.hesaplama şeklinde excel programı kullanıldı. Programda deney (24) ve kontrol grubu (25) N değerleri girildi. Son test ortalama puanları (deney grubu 56,58; kontrol grubu 43,56) girildi ve hesaplama yapıldı. Hesaplama sonucunda etki büyüklüğü 1,22 bulunarak etkinliklerin evrene genellenebileceği sonucuna karar verildi.

3.8. Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada elde edilen sonuçların belirlenen evrene ne derece genelleneceği ölçüsü dış geçerliği tanımlar (Eroğlu, 2018). Dış geçerlik için bu çalışmada örneklem büyüklüğü belirlenen evreni genelleyecek şekilde seçilmiştir. Örneklemde yer alan öğrenci sayısı belirlenen evrenin %10'u ile uygulama yapabilme kuralına uyulmuştur.

İç geçerlik için araştırmada literatür araştırması sonucunda hazır olarak bulunan bilimsel yaratıcılık testi kullanılmıştır. Kullanılan veri toplama aracının "Işığın madde ile etkileşimi" ünitesi içeriğine yönelik kapsam geçerliği çalışmaları yürütülmüştür. Öncelikle kapsam geçerliği, veri toplama aracı olan testin ve testte yer alan maddelerin her birinin çalışma amacına ne ölçüde hizmet etmesi olarak tanımlanır (Ercan ve Kan, 2004). Kapsam geçerliği için literatür taranmış, uzman görüşlerine başvurulmuştur. Ayrıca maddelerin amacı gerçekleştirmeye ne derece hizmet ettiğini görmek için pilot çalışma yapılmıştır.

Test maddeleri kazanımlara yönelik değişikliğe gidilerek düzenleme yapılmıştır. Oluşturulduktan sonra gerekli revizeler yapılmıştır. Örneğin, "Size verilen aynalardan (araba aynası, kaşık ve boy aynası) hangisinin veya hangilerinin tümsek ayna olduğunu nasıl test edersiniz?" şeklinden uzman görüşleri sonucunda "Size verilen özdeş iki termometrenin ışığı daha iyi soğurması için neler yapardınız? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm yöntemleri, kullanacağınız araçları ve basit bir anlatımla nasıl bir yol izleyeceğinizi yazınız." Şekline getirilmiştir.

Çalışmada yapılan tüm süreçler detaylı bir şekilde ifade edilmeye çalışılmıştır. Uzun cümleler yerine kısa cümleler kullanarak açık bir dil kullanılmıştır. Bu sebeple dış geçerlik artırılmaya çalışılmıştır.

Elde edilen veriler kodlar şeklinde aynen alınmış ve bu kodlara göre kategoriler oluşturularak bütünlük sağlanmıştır. Bu bütünlük ile çalışmanın iç güvenirliği artırılmaya çalışılmıştır. Kodlar ve belirlenen kategoriler uzman görüşü sonucu fikir birliğiyle düzenleme yapılmıştır.



BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde veri toplama aracı olan bilimsel yaratıcılık testinden elde edilen ön test ve son test bulguları sunulmuştur. Betimsel istatistik değerleri ve çıkarımsal istatistik analiz bulguları ayrı başlık altında sunularak elde edilen sonuçlar incelenmiştir.

4.1. Betimsel İstatistik Bulguları

Uygulamaya 24 deney grubu, 25 kontrol grubu olmak üzere 49 kişi ile başlanmıştır. Öncelikle deney ve kontrol gruplarının belirlenmesine dair bulgulara yer verilmiştir. Daha sonra grupların merkezi eğilim ölçüleri sunularak normal dağılım gösterip göstermediği yorumlanmıştır.

Elde edilen verilen SPSS-25 programında analiz edilmiştir. Grupların normal dağılıp dağılmadığını yorumlamak için Shapiro testine bakılmıştır. Bunun sebebi örneklem büyüklüğünün 49 olmasıdır. Örneklem büyüklüğü 50 ve 50'nin üzerinde olan örneklem sayısında Kolmogorov Smirnov değerine, 50'nin altında ise Shapiro Wilk değerlerine bakılır (Pallant, 2016). Aşağıdaki "Tablolar 11 ve 12'de" sırasıyla ön test ve son test BYT Shapiro Wilk normal dağılım sonuçları verilmiştir.

Tablo 11. *Ön Test BYT Shapiro Wilk Normal Dağılım Testi Analiz Sonuçları*

Shapiro Wilk				
	Sınıf	İstatistik	Sd	Sig. değeri
Toplam Puan	Deney	0,97	24	0,76
	Kontrol	0,98	25	0,83

Tablo 11'e bakıldığında, grupların Shapiro Wilk önem değerleri (0,76 ve 0,83) alfa değeri olan 0,05 değerinden büyük olduğundan, her iki grubun ön test puanlarının normal dağılım gösterdiği söylenebilir. Aşağıdaki tabloda son test BYT normal dağılım sonuçları verilmiştir.

Tablo 12. *Son Test BYT Shapiro Wilk Normal Dağılım Testi Analiz Sonuçları*

Shapiro Wilk				
	Sınıf	İstatistik	Sd	Sig değeri
Toplam puan	Deney	0,974	24	0,033
	Kontrol	0,151	25	0,072

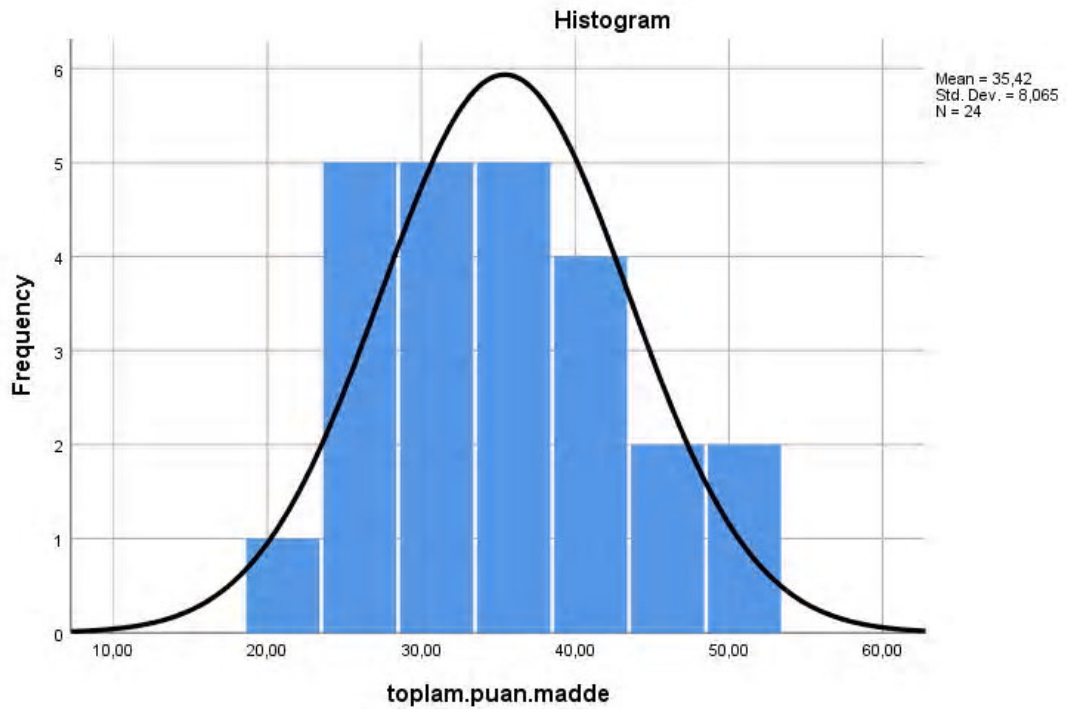
Tablo 12'ye bakıldığında, Deney grubunun son testteki Shapiro Wilk değerinin alfa değeri olan 0,05'ten küçük olduğu görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, Shapiro Wilk değerlerine göre kontrol grubunun son test puanları normal dağılırken, deney grubunun son test puanlarının normal dağılmadığı ifade edilebilir (Pallant, 2016). Bu sebepten dolayı ön ve son test puanlarının normalliği incelenmeye devam edilmiştir. Buradan hareketle, merkezi eğilim ölçüleri mod, medyan ve aritmetik ortalamasının birbirine yakın ve eşit olması, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ve +1 değerleri arasında olması ve histogram grafikleri incelenmiştir (Pallant, 2016). Aşağıdaki Tablo 13'te ön BYT için merkezi eğilim değerleri ve çarpıklık basıklık değerleri yer almaktadır.

Tablo 13. *BYT Ön Test Merkezi Eğilim Ölçü Değerleri Normal Dağılım Sonuçları*

Grup	N	Arit. Ort.	Mod	Medyan	SS	Çarpıklık	Basıklık	Min.	Mak.
Deney	24	35,42	26	35	8,07	0,42	-0,24	21	53
Kontrol	25	40,96	44	40	8,66	0,43	0,19	25	61

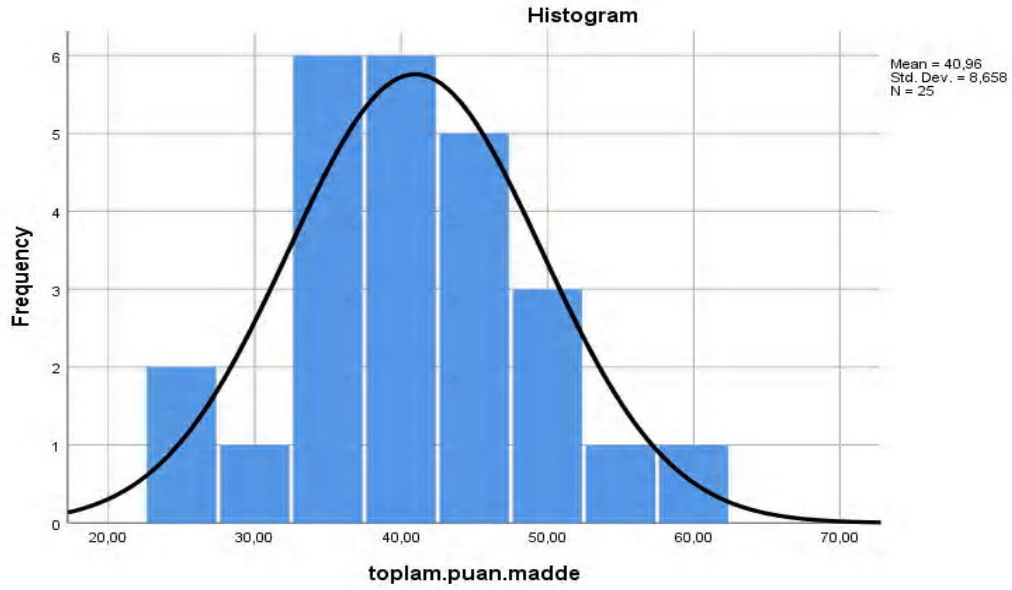
İlk olarak aritmetik ortalama ve medyan değerlerinin birbirine yakınlığına bakılmıştır. Daha sonra çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ve +1 aralığında olup olmadığına

bakılmıştır. Tablo 13'te de görüldüğü üzere, deney grubundaki katılımcıların ön test sonucunda aritmetik ortalama (35,42), mod (26) ve medyan (35) değerleri birbirine yakındır. Ön test çarpıklık ve basıklık değerlerine bakıldığında deney grubu çarpıklık (0,42) ve basıklık (0,43) değerlerinin -1 ve +1 aralığında olduğunu görülmektedir. Aşağıda ön test puanların deney grubu açısından histogram grafiği verilmiştir. Tüm bunlardan hareketle, deney grubunun ön BYT puanlarının normal dağıldığı ifade edilebilir.



Şekil 22. BYT ön test puanları deney grubu histogram grafiği

Tablo 13'te kontrol grubu BYT ön test merkezi eğilim değerlerini incelediğimizde, aritmetik ortalama (40,96), mod (44) ve medyan (40) değerlerine sahip olduğu ve bu değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ön test kontrol grubu çarpıklık (0,43) ve basıklık (0,19) değerlerinin de -1 ve +1 aralığında olduğu görülmektedir. Ayrıca aşağıda kontrol grubunun BYT ön test puanları için histogram grafiği görülmektedir. Merkezi eğilim ölçüleri birbirine yakın olması, çarpıklık ve basıklık değerinin istenilen aralıkta olması ve histogram grafiğinden de normallik eğrisi altında öğrencilerin puanlarının çoğunun yer alması sebebiyle kontrol grubu BYT ön test puanların normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir.

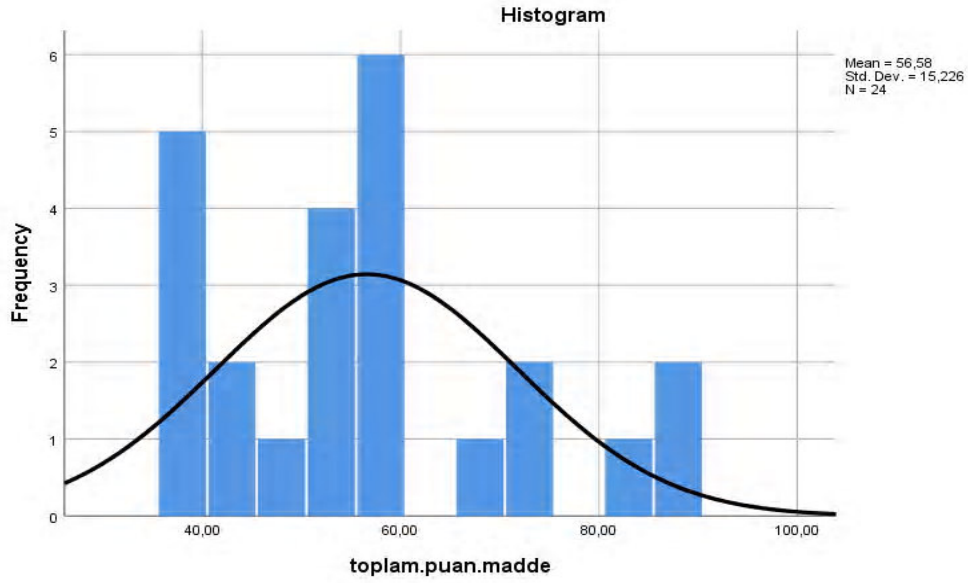


Şekil 23. Ön Test BYT kontrol grubu puanları histogram grafiği

Tablo 14. BYT Son Test Merkezi Eğilim Ölçü Değerleri Normal Dağılım Sonuçları

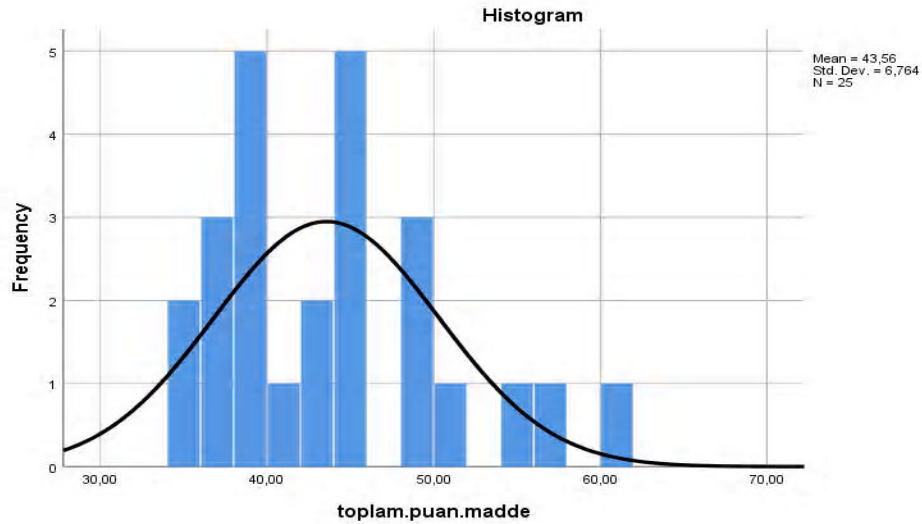
Grup	N	Arit. Ort.	Mod	Medyan	SS	Çarpıklık	Basıklık	Min.	Mak.
Deney	24	56,58	58	55	15,22	0,79	-0,11	38	90
Kontrol	25	43,56	39	42	6,76	0,83	0,12	35	60

Tablo 14'te deney grubu öğrencilerinin son test aritmetik ortalama (56,58), mod (58) ve medyan (55) değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Son test çarpıklık ve basıklık değerlerine bakıldığında çarpıklık (0,79) ve basıklık (-0,11) değerlerinin -1 ve +1 aralığında olduğu görülmektedir. Deney grubu BYT son test puanları için histogram grafiği aşağıda verilmiştir.



Şekil 24. Son Test BYT deney grubu histogram grafiği

Kontrol grubu öğrencilerinin BYT son test aritmetik ortalama (43,56), mod (39) ve medyan (42) değerleri de birbirine yakındır (Tablo 14). Kontrol grubu son test çarpıklık (0,83) ve basıklık (0,12) değerlerinin -1 ve +1 aralığında olduğu da görülmektedir. Aşağıda kontrol grubu BYT son test puanların histogram grafiği verilmiştir.



Şekil 25. Son Test BYT kontrol grubu histogram grafiği

Merkezi eğilim ölçülerinin birbirine yakın olması ve çarpıklık ve basıklık değerinin istenilen aralıkta olması sebebiyle son test BYT puanlarının deney ve kontrol grubu açısından normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Parametrik testleri kullanabilmek için (bu çalışmada ilişkisiz örneklem t-testi) normal dağılım ölçütü sağlandıktan sonra grup varyanslarının eşitliğinin sağlanıp sağlanmadığına bakılmaktadır (Eroğlu,

2018). Buna ilişkin olarak BYT son test sonuçları incelenmiştir. Dolayısıyla, yeterli örneklem, normallik ve varyansların homojenliği varsayımı incelenerek çıkarımsal istatistiğe geçilmiştir. Aşağıdaki Tablo 15'te varyansların homojenliği (Levene testi) ve ilişkisiz örneklem t testi sonucu bir arada verilmiştir.

4.2. Çıkarımsal İstatistik Bulguları

Tablo 2. *Varyansların eşitliği Son test analiz sonuçları*

Testler		Levene testi			İlişkisiz örneklem t-testi	
		F	Sig	t	df	Sig.(2-tailed)
Son test BYT	Varyanslar eşitse	8,57	0,005	3,90	47	0,00
	Varyanslar eşit değilse			3,84	31,46	0,01

Tablo 15'te Levene testi BYT son test değeri (0,005) incelendiğinde, önem değeri olan 0,05 ten küçük olduğu için deney ve kontrol grubunun varyansları eşit değildir. Bu varsayımı karşılamak için Tablo 15' te de görüldüğü gibi 0,01 değeri alınarak yorum yapılmıştır. Buna göre deney ve kontrol grubu arasında bilimsel yaratıcılık puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Bu fark Tablo 16'da görüldüğü gibi ortalaması büyük olan deney grubu lehinedir ($A.O = 56,58$, $SS = 15,22$, $t(31,46) = 3,84$, $p = 0,01$). Dolayısıyla 5E öğrenme modeline göre STEM temelli Algodoo etkinliklerin bilimsel yaratıcılığa etkisi olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. *Son Test Gruplar Arası İstatistiksel Puanlar*

Grup	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Deney	24	56,58	15,23
Kontrol	25	43,56	6,76

Etki büyüklüğünün değeri 1,22 bulunmuştur. Bu değer nasıl bulunduğu veri yönteminde etki büyüklüğü başlığı altında açıklanmıştır. Cohen'in (2013), verdiği değerden büyük olduğu için STEM etkinliklerinin yaratıcılığa etkisi ulaşılabilir evrene genellenebilir diyebiliriz.

4.3. Bilimsel Yaratıcılık Testi Elde Edilen Akıcılık Puanları

Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sorular için uygulanan işlem basamakları aynıdır. Bu nedenle bu sorular aynı paragrafta ele alınmıştır. Soru 1, 2, 3 ve 4 için akıcılık, esneklik ve orijinallik puanları hesaplanmıştır. Beşinci soru akıcılık ve orijinallik puanları birleştirilerek değerlendirme yapıldığı için burada tablo olarak yer almamıştır. Aşağıdaki Tablo 17’de ilk dört sorunun akıcılık puanları ele alınmıştır.

Tablo 17. *BYT Akıcılık Boyutu Puanları*

Grup	Soru 1		Soru 2		Soru 3		Soru 4	
	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
Kontrol	98	76	51	68	32	55	42	60
Deney	59	126	65	119	36	81	38	61

4.4 Bilimsel Yaratıcılık Testi Elde Edilen Esneklik Puanları

Bilimsel yaratıcılık testinden yer alan ilk dört sorunun esneklik puanları açısından puanları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Beş, altı ve yedinci soruların puanları ayrı incelendiği için Tablo 18’de verilmemiştir.

Tablo 18. *BYT Esneklik Boyutu Puanları*

Grup	Soru 1		Soru 2		Soru 3		Soru 4	
	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
Kontrol	50	60	43	64	30	54	32	59
Deney	36	51	43	70	32	60	30	47

4.5. Bilimsel Yaratıcılık Testi Elde Edilen Orijinallik Puanları

İlk dört soruya ilişkin bilimsel yaratıcılık testi orijinallik puanları aşağıdaki Tablo 19’da verilmiştir. Beşinci soru akıcılık ve orijinallik puanları birleştirilerek değerlendirme “orijinallik boyutu” altında toplam puan hesaplanarak incelenmiştir. Altıncı soruda öğrencilere yöntem, araç ve izlenecek yol sorulmuştur. Cevapların değerlendirilmesiyle altıncı soru orijinallik puanları elde edilmiştir. Yedinci soruda sorulan tasarlanan görüntüleme aracının resmi, her parçasının ismi ve işlevi sorulmuştur. Verilen cevaplara istinaden değerlendirme yapılmıştır. Orijinallik puanı için 1-5 puan arasında puanlama

yapılmıştır. Yapılan puanlama derecelendirilmiştir. Sadece resmini çizdiyse 1 puan, resmi çizip parçaların adını yazdıysa 2 puan, resmini çizip, parçaların adını yazıp işlevlerini de ifade ettiyse 3 puan, ek olarak işlevleri de açıkladıysa 4 puan verilmiştir. Özgün bir tasarım yaptıysa 5 puan şeklinde kriterlere ayrılmış ve puanlama yapılmıştır.

Tablo 19. *BYT Orijinallik Boyutuna İlişkin Puanlar*

Sorular	Kontrol grubu		Deney grubu	
	Ön test	Son test	Ön test	Son test
1	50	52	34	62
2	60	99	58	140
3	31	46	48	80
4	39	48	41	58
5	64	106	69	145
6	18	35	16	36
7	26	50	28	48

BYT tüm soruların orijinallik puanı açısından incelendiğinde son test puanlarının artışı daha iyi olduğu görülmektedir. Puanlar incelendiğinde, soru 7 puanlarının artış göstermesine rağmen son test puanları kontrol grubunda daha yüksek göstermiştir. Ön test puanlarında soru 2 ve soru 1 kontrol grubunda daha yüksek görülmektedir. Deney grubu puanları incelendiğinde öğrencilerin çok sayıda cevaplar vermeleri, farklı çizimler ortaya koymaları ve farklı ifadeler ortaya koydukları için puanlar deney grubunda artış göstermektedir.

4.6. Sınıf Gözlem Formuna Ait Bulgular

Uygulanan yöntemlerin deney ve kontrol grubuna etkili bir şekilde gerçekleşip gerçekleşmediğini anlamak amacıyla sınıf gözlem formu kullanılmıştır. Formun analizi, hiçbir zaman: 1, bazen: 2, daima: 3 şeklinde sayısalara dönüştürülerek yapılmıştır.

Tablo 20. *Sınıf Gözlem Formundan Elde Edilen Veriler*

Hafta	Deney grubu gözlemci puanı		Kontrol grubu gözlemci puanı	
	1.ve 2. Ders	3. ve 4. Ders	1.ve 2. Ders	3. ve 4. Ders
1	59	55	55	51
2	60	58	47	45
3	51	55	43	47

4	55	58	45	45
5	59	51	39	41
6	51	47	45	43

Tablo 22’de görüldüğü gibi bütün dersler iki gözlemci tarafından gözlenmiştir. Gözlem sonuçlarına göre puanlama 39-60 arasındadır. Dolayısıyla bilimsel yaratıcılık testinin etkili uygulandığına karar verilmiştir.



BÖLÜM V

TARTIŞMA- SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Bilimsel Yaratıcılık Testine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Uygulamalar sonunda hem deney grubunda hem kontrol grubunda öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları açısından olumlu anlamda gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEM temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubunda daha fazla gelişme meydana gelmiştir. Dolayısıyla, STEM temelli Algodoo etkinlikleri ile öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği görülmektedir. Alanyazında da bu çalışmadaki gibi bilimsel yaratıcılığın geliştiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Asal,2020; Ayverdi,2012; Baltacıoğlu,2019; Bebek, 2021; Barry vd., 2017; Çiftçi, 2018; Dazhi ve Baldwin, 2020; Eroğlu, 2018; Gupta ve Sharma, 2019; Gündüz Bahadır, 2020; Hebecci, 2019; Henriksen, 2014; Kanematsu ve Barry, 2016; Kılıç, Tezel, 2012; Koçan, 2019; Kurtuluş,2019; Sarıçam, 2019; Smyrniou, 2020; Yanış Kelleci, 2020). Burada Gupta ve Sharma, (2019), çalışmalarında bilimsel yaratıcılığı teşvik etmek için bu süreçleri sınıfa uygulama olarak nasıl dahil edebileceklerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda öğrencilere bilimsel yaratıcılığı besleyecek etkinlikler önermişlerdir. Araştırmacıların önerdiği etkinlikler ile bu araştırmadaki bilimsel yaratıcılığı geliştirmeye yönelik uygulanan 5E destekli STEM temelli Algodoo etkinlikleri benzer özellik göstermektedir. Orijinal hayal gücünün bilimsel yaratıcı düşünmenin kalbi olduğunu söyleyen Smyrniou vd., (2020), çalışmalarında dijital hikaye yazan öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının olumlu yönde geliştiğini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar

öğretmenlerin ya yaratıcı etkinlikler oluşturmalarını (web şenlikleri, oyun tabanlı sanal alan gezileri vb.) ya da farklı etkinlikleri bir araya getirerek yaratıcı düşüncelerine olanak sağlamalarını amaç edinmişlerdir. Buradan hareketle bu araştırmanın amacı da STEM etkinliklerin bilimsel yaratıcılığı geliştirmesi ve dijital içerik arşivine katkı olması açısından Smyrniou vd. (2020), çalışması ile paralellik taşımaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmadaki öğrenciler kişisel inanç ve değerlerini hayal güçlerine katarak orijinal sahnelerle dönüştürmüşlerdir. Ayrıca, öğrenciler içsel mekanizmalarını temsil etmişlerdir. Buradan hareketle, bu çalışma araştırmacılara öğrencilerin sahnelerinden yola çıkarak bilimsel kavramları temsil etme de öğrencilerin içsel prosedürlerini incelemelerini önermektedir. Bir başka çalışmada ise Asal (2020), yarı deneysel desene uygun yürüttüğü çalışmada, mühendislik tasarımını temel alarak uyguladığı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Bu durum, bu çalışmada kullanılan ASSURE tasarım modeli ilkelerine dayanarak geliştirilen 5E STEM temelli Algodoo etkinliklerinin bilimsel yaratıcılığı geliştirdiği sonucunu destekler niteliktedir. Ek olarak, Dazhi ve Baldwin (2020), STEM uygulamalarının teknolojik ortamda etkili öğrenme ve öğretmeyi genişletebilir ifadesini kullanmıştır. Teknoloji kullanımını sınıflandırarak (içerik oluşturma, web tabanlı ortam sunma, orijinal bir bağlam sunma) STEM uygulamalarının eğitimcilerin etkili strateji benimsemelerine yardımcı olacağını dile getirmiştir. Bu bağlamda, bu çalışmada elde edilen STEM etkinliklerinin uygulandığı web tabanlı Algodoo programının öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına olumlu katkıda bulunduğu sonucunu Dazhi ve Baldwin'ın (2020) çalışması desteklemektedir. Araştırmacı, 5E destekli STEM temelli Algodoo etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisinin bulunmasında, sadece kullanılan öğrenme yönteminin etkisi olması için çok çaba sarfetmiştir. Örneğin, araştırmanın yürütüldüğü ilçeye bağlı okul şartlarına bakılarak seçilmiştir. İnternet ve bilgisayar sıkıntısı yaşanmayacak bir okul tercih edilerek bu durumun yaratacağı tehditler ortadan kaldırılmıştır. Ek olarak, deney grubunda Algodoo programı kullanıldığı için, bilgisayarı olan deney grubu öğrencileri bilgisayarlarını getirmişlerdir ve onların daha fazla gruplara ayrılmaları desteklenerek Algodoo etkinliklerini verimli şekilde yürütmeleri sağlanmıştır. Araştırmacının sadece kullanılan yöntemin etkisini belirlemek amacıyla yaptığı başka bir durum ise sınıfta gözlemci bulundurmaktır. Bilimsel araştırmalarda uygulama sürecine araştırmacının katılmaması önerilmektedir (Fraenkel vd., 2011). Bununla birlikte, çalışmanın yapıldığı okulda fen

bilimleri öğretmeni bulunmadığı için deney ve kontrol grubuna uygulamaları araştırmacının kendisi gerçekleştirmiştir. Bu durum bir tehdit oluşturmaktadır. Bu tehdidi ortadan kaldırmak için, araştırmacı sınıf gözlem formu hazırlamıştır. İki ayrı kişi tarafından gözlem yapılarak her iki grupta da belirlenen öğrenme-öğretim yöntemlerinin uygulanıp uygulanmadığı kontrol edilmiştir. Sınıf gözlem formundan elde edilen verilere dayanarak bu tehdidin ortadan kalktığı ve uygulamaların plana uygun şekilde yürütüldüğü söylenebilir. Son olarak, ön ve son testler gruplara aynı zamanda uygulanmış ve onların birbirleriyle etkileşmemesi sağlanmıştır. Benzer şekilde, altı hafta süren uygulamalar esnasında da kontrol ve deney grubunun etkileşimi minimum seviyede tutulmuştur.

Öte yandan, her ne kadar bu çalışmada 5E destekli STEM temelli Algodoo etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi bulunsa da, çalışma sürecinde bazı engellerde ortaya çıkmış ve bu engeller çalışmanın seyrini olumsuz etkilemiştir. Bazen araştırma sürecinde depresyon, hastalık gibi beklenmeyen durumlar oluşabilir. Bu olaylar araştırma sürecini etkilediği durumda iç geçerlik açısından tehdit ortaya çıkmaktadır (Fraenkel vd., 2011). Bu araştırma sürecinde tüm dünyayı etkileyen Covid-19 salgın hastalığı ortaya çıkmış ve eğitim öğretime bir süre ara verilmiştir. Eğitim öğretim yeniden başladığında bir hafta tamamen geçmişte yapılan çalışmalara ayrılmış ve her ders yeniden tekrar edilmiştir. Tüm yapılan etkinlikler tekrar yapılarak öğrencilere hatırlatılmıştır. Çalışmanın kalan iki haftalık sürecine bu hatırlatma etkinlikleri yapıldıktan sonra devam edilmiştir. Bu sebeple iç geçerliği tehdit eden bu beklenmedik olay kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Bütün hatırlatıcı etkinlikler hem deney hem de kontrol grubuna yapıldığı için her iki grupta da beklenmedik olay tehdidi ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Her ne kadar hatırlatma olayları yapılsa da gruptaki öğrencilerin konsantrasyonları düşmüş olabilir. Araştırmacı bunun için çok çaba sarf etse de bazı durumlarda konsantrasyon düşüklüğünün önüne geçilmesinde zorluklar yaşamıştır. Örneğin, kontrol grubunun son testte esneklik puanlarının soru 1 ve 4 için deney grubundan daha yüksek olması bu zorluklardan bir tanesi olarak gözükmektedir. Ayrıca, kontrol grubunun soru 1 için akıcılık boyutunda ön testte 98 olan puanının 76'ya düşmesi de bu konsantrasyon düşüklüğü ve Covid 19 sürecinin getirdiği belirsizlikler ile açıklanabilir.

Çiftçi (2018) öğrencilerin STEM disiplinlerinden en çok matematik ve teknolojiyi ilişkilendirdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da 5E destekli STEM temelli Algodoo etkinliklerinin uygulanması esnasında matematik ve teknoloji tabanlı Algodoo programının öğrenciler tarafından çok kullanıldığı görülmüştür. Her ne kadar bu çalışmada matematik ve teknolojinin fen bilimi ile olan entegrasyonu ön plana çıksa da, Algodoo kullanacak araştırmacıların mühendislik boyutunu da entegre etmek için çaba göstermesi onların bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesi adına çok önemli görülmektedir.

Çiftçi (2018), öğrencilerin hayal ettiklerini çizebilmeleri ve bunu pratiğe aktarabilmelerinden dolayı yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiklerini ifade etmiştir. Bu açıdan bu çalışmada öğrencilerin hayal ettiğini çizmelerine yardımcı olan Algodoo programının önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Ek olarak, Çiftçi (2018), öğrencilerin yaratıcılık becerilerinin gelişmesinden hareketle öğrencilerin STEM mesleklerine ilgilerinin arttığı sonucunu paylaşmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerine ilgisini artıracak bir durum olan dijital içerik arşivine katkıda bulunmuştur.

Yapılandırmacılığın eğitim dünyasına katkıları da yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Mathew, 2002; Shiland, 1999; Tobin, 2012). Yapılandırmacı kurama dayalı olarak uygulanan aktif öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi araştıran Şengül (2006), öğrencilerin bilgiyi yapılandırıldığı, konuyu geleneksel yöntemlere göre daha iyi kavradıkları ve başarılarının arttığı sonuçlarına ulaşmıştır. Benzer şekilde Çetin (2005), “Vücudumuzda Neler var?” Çevremizi Nasıl Algılıyoruz?” ünitesindeki etkinlikleri yapılandırmacılık yaklaşımına dayalı bir öğretim yöntemi ile uygulayarak öğrencilerin bilişsel düzeylerinin arttığını gözlemlemiştir. Son olarak yapılandırmacılık kuramına dayalı olarak “Kuvvet ve Hareket” ünitesinin öğretimini çalışan Ergül (2008), çalışması sonucunda öğrenciler tarafından fen dersinin daha çok ilgi çektiğini ve sevildiğini gözlemlemiştir. Ayrıca, öğrencilerinin yaratıcılıklarının arttığı sonucuna da ulaşmıştır. Dolayısıyla, yapılandırmacı felsefeyi temel alan ve bilimsel yaratıcılığın geliştiği sonucuna ulaşan bu çalışmada alan yazındaki çalışmaların sonuçlarını destekler niteliktedir. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre öğrenciler süreçte aktif rol almalı ve kendi öğrenmelerini yapılandırmalıdır (Shiland, 1999). Buradan hareketle, bu çalışmada da

yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını benimseyen deney grubu öğrencileri süreçte aktif rol aldılar ve öğrenme sorumluluklarının bilincinde hareket ederek bilgilerini yapılandırdılar.

Öte yandan, her ne kadar kontrol grubunda kullanılan fen bilimleri programının ön gördüğü öğrenme yöntemi de yapılandırmacı felsefeyi göz önünde bulundursa da öğrenci merkezli bilgiyi yapılandırma süreci kontrol grubunda deney grubuna göre etkili olmamıştır. Bu durumun başlıca sebeplerinden bir tanesi, deney grubunda kullanılan ASSURE öğretim tasarım modelidir. Bu model ile öğrenciler materyal tasarım ve üretkenlik süreçlerinde aktif rol almışlardır. Bu model kullanılarak, öğrencilerin ihtiyaçları çalışmanın başında net olarak belirlenmiş ve öğrencilerin süreçte aktif rol alabilmeleri ve bilgilerini aktif olarak yapılandırabilmeleri için bu ihtiyaçlar giderilmeye çalışılmıştır. Bir diğer sebebi ise, deney grubunda 5E öğrenme döngüsü modelinin basamaklarının yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının özelliklerine uygun bir şekilde uygulanmış olmasıdır. Dolayısıyla, tüm bunların neticesinde 5E destekli STEM temelli Algodoo etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi ortaya çıkarılmıştır.

Ders planları daha etkili ve daha verimli olması için öğrenme tasarımları temelinde hazırlanmalıdır (Aktas, 2015). Bu çalışmada hem deney grubu hem de kontrol grubu ders planları uygulamalarının sonucu olumlu anlamda gelişme gözlenmiştir. Öte yandan, ASSURE tasarım modelinin ilkeleri ders planlarına entegre edildiğinde deney grubunda bilimsel yaratıcılık becerilerinde artış daha fazla olmuştur. Bunun sebebi materyal tasarım modelinin kullanılması olabilir. Nitekim çalışmalarda da ne, neden, kim, nerede, nasıl ve kim tarafından sorularına cevap veren ASSURE tasarım modelinin çalışma sonucuna olumlu katkıları gözlenmiştir (Aktas, 2015; Durak, 2019; Smaldino vd., 2018; Sundayana vd., 2017). ASSURE tasarı modeli öğrenmenin gerçekleşmesi için gerekli altyapıyı sunar. Ders planlarının uygulanabilirliği artar. ASSURE tasarım modelinde öncelikle öğrencinin öğrenme özellikleri tespit edilir (Aktas, 2015). Bu çalışmada da öncelikle öğrencilerin hazırbulunuşlukları ve yaşları gibi genel özellikleri belirlenmiştir. Öğrencilere Algodoo programı öğretilmiştir. Bunun için yeterli zaman ve gerekli eğitim verilerek uygulamaya başlanmıştır. Öte yandan, kontrol grubuna deney grubu ile benzer kazanımlar kazandırılmıştır. Bununla birlikte uygulamanın başlangıcında kontrol grubuna da algodoo programı tanıtılmıştır.

5.2. Öneriler

1. Bu çalışmada örneklem yedinci sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Bilimsel yaratıcılığın etkileri farklı eğitim düzeylerinde incelenebilir.
2. Araştırmada konu kapsamı olarak “ışığın madde ile etkileşimi” ünitesi seçilmiştir. Farklı ünite ve konularda STEM temelli Algodoo etkinlikleri hazırlanarak etkileri incelenebilir.
3. Bu çalışmada cinsiyet, öğrenim durumu ve sosyoekonomik düzey gibi demografik değişkenlerin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi incelenmemiştir. Dolayısıyla, bahsedilen demografik değişkenler ile araştırmalar yapılabilir.
4. Bu çalışmada web destekli Algodoo programının temelinde etkinlikler uygulanmıştır. Öğretmenlerin sınıflarını bu tür dijital tabanda zenginleştirilmiş etkinliklerle düzenlemeleri ve derslerinde yer vermeleri önerilmektedir.
5. Bu çalışmada bilimsel yaratıcılığın 5E destekli STEM temelli Algodoo etkinlikleri ile geliştiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla, öğretmenlerin derslerinde öğrencilerine bilimsel yaratıcılık becerisini de kazandırmaları önerilmektedir.
6. Bu çalışmada nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu sebeple öğrencilerin hangi aşamada gelişim gösterdiği ve bu gelişimin nasıl gözlemlendiği arka planda kalmıştır. Araştırmacılara, bilimsel yaratıcılık becerileri ile ilgili nicel araştırmayı destekleyecek nitel çalışma ile detaylı veri toplamaları önerilmektedir.
7. Bu çalışmada fizik tabanlı konu çalışılmıştır. Algodoo programı ile kimya ve biyoloji alanlarına ilişkin konular çalışılması önerilmektedir.
8. Öğrencilerde farkındalıkların artması ile yaratıcılıklarının olumlu anlamda geliştiği söylenebilir. Araştırmacılara bilimsel yaratıcılığa ilişkin öğrencilerin farkındalıklarının artırılması ve buna yönelik etkinliklere yer verilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Adedapo, A., Opoola B. (2021). Levels of integrating the assure model in lesson delivery of selected primary school teachers in nigeria. *Journal of Language Teaching and Research*. 12(1), 177-182.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. İstanbul: Scala Basım.
- Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve yaratıcılık. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 77-83.
- Aktaş, İ. (2015). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknoloji Pedagoji Alan Bilgisi Gelişimlerinin İncelenmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Asal, R. (2020). *Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretiminin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık ve Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aslan, D. (2015). *Fen liselerindeki öğretim sürecinin yapılandırmacı yaklaşım açısından değerlendirilmesi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Ayvacı, H. Ş. ve Bakırcı, H. (2012). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin fen öğretim süreçleriyle ilgili görüşlerinin 5E modeli açısından incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 132-151.
- Ayvaz Tunç, Ö. (2017). Material development based on digital storytelling activities and assessment of students' views. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 6(1), 54-63.
- Ayverdi, L. (2012). *İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji dersinde bilimsel yaratıcı etkinlik uygulamaları: "Hücre bölünmesi ve kalıtım" ünitesi örneği*. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Ayverdi, L. (2012). *İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji dersinde bilimsel yaratıcı etkinlik uygulamaları: “hücre bölünmesi ve kalıtım” ünitesi örneği*. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı. Balıkesir.
- Baraldi, C., Corsi, G., Esposito, E. (2021). Constructivism (Konstruktivismus). *Unlocking Luhmann*, 57-60.
- Barry, D., Kanematsu, H., Lawson, M., Nakahira, K., ve Ogawa, N. (2017). Virtual STEM activity for renewable energy. *Procedia Computer Science*, 112, 946-955.
- Bautista, G., Borges, F. (2013). Smart classrooms: Innovation in formal learning spaces to transform learning experiences. *Bulletin of the Technical Committee on Learning Technology*, 15(3), 18-21.
- Bebek, G. (2021). *Özel yetenekli öğrencilere yönelik tasarlanan STEM etkinliğinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, bilişsel başarı ve eleştirel düşünme becerisine etkisi: yenilenebilir enerji kaynakları konusu örneği*. Trabzon Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Yayıncılık. Ankara.
- Bybee, R. (1997). Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices. *ERIC*, s(265).
- Bybee, R. (2009). The BSCS 5E instructional model and 21st century skills. The National Academies, 1-24.
- Bybee, R. (2010). What Is STEM Education?. *Science*, 329 (5995), 996.
- Cayvaz, A., Akcay, H., ve Kapıcı, H. (2020). Comparison of simulation-based and textbook-based instructions on middle school students' achievement, inquiry skills and attitudes. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(1), 4-43.
- Cevher, A. (2015). *Sekizinci sınıf üstün yetenekli öğrencilerin anomalik durumlara odaklı argümantasyon (dayanaklandırma) sürecinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine etkisi*. İnönü Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı.

- Ceylan, E., ve Saygıner, Ş. (2017). Fen ve matematik eğitiminde geleneksel laboratuvar uygulamalarına bir alternatif: Phet simülasyonları. *Uluslararası Eğitim Teknolojileri Sempozyumu*. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Clymer, E. W. (2007). The ASSURE model of instructional design. *PEN-International*, 1-29.
- Cohen, J. (2013). Statistical power analysis for the behavioral sciences. *Academic Press*.
- Cohen, J., West, S., ve Aiken, L. (2014). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (2. baskı). Taylor ve Francis, UK.
- Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve Simülasyon. *International Journal Of 3d Printing Technologies And Digital Industry*, 1(1), 9-26.
- Çetin, O. (2005). 6. sınıf "vücudumuzda neler var? çevremizi nasıl algılıyoruz?" ünitesinin yapılandırmacılık kuramına dayalı olarak öğretimi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İlköğretim Ana Bilim Dalı. İzmir.
- Çetinkaya, M., ve Taş, E. (2016). Web destekli ve etkinlik temelli ölçme değerlendirme materyali geliştirilmesi. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5(1), 21-28.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi*. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Rize.
- Dazhi, Y., ve Baldwin, S. (2020). Using technology to support student learning in an integrated STEM learning environment, *International Journal of Technology in Education*, 4(1), 1-11.
- Demircioğlu, G., Demircioğlu, H., ve Vural, S. (2016). 5E öğretim modelinin üstün yetenekli öğrencilerin buharlaşma ve yoğuşma kavramlarını anlamaları üzerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(2), 821-838.

- Dinçer, S., ve Güçlü, M. (2013). Fen bilgisi eğitiminde bilgisayar destekli simülasyon kullanımının etkililiği ve yeni yönelimler: bir meta analiz çalışması. 6. *Uluslararası bilgisayar ve öğretim teknolojileri sempozyumu*, 10,35-48.
- Dugger, W. (2010). Evolution of STEM in the United States (Paper) Presented. *The 6th Biennial International Conference on Technology Education Research*. Australia.
- Durak, G. (2009). *Algoritma konusunda geliştirilen "programlama mantığı öğretici-p.m.ö" yazılımının öğrenci başarısına etkisi*. Balıkesir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Eisenkraft, A. (2003). A proposed 7E model emphasizes "transfer of learning" and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Er Nas, S. (2008). *Isının yayılma yolları konusunda 5E modelinin derinleşme aşamasına yönelik olarak geliştirilen materyalleri33n etkililiğinin değerlendirilmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ercan, İ., ve Kan, İ. (2004). Ölçeklerde güvenirlik ve geçerlik. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 30 (3), 211-216.
- Erdoğan, S. (2014). *Bilimsel yaratıcılığı temel alan farklılaştırılmış fen ve teknoloji öğretiminin üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin başarı, tutum ve yaratıcılığına etkisi*. İstanbul Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eren, F., Aktürk, A. O., Demirer, V., ve Şahin, İ. (2010). Bilişim teknolojileri dersinde ASSURE modeline göre hazırlanmış ders materyalinin akademik başarı, derse karşı tutum ve bilgisayar öz-yeterliliğine ilişkin görüşleri. *International Computer and instructional technologies symposion proceedings*, Maya Academi Publishing, 476-481.
- Ergül, N. (2008). *Yapılandırmacılık kuramına göre işlenen ilköğretim 6. sınıf "kuvvet ve hareket" ünitesi ve "maddenin tanecikli yapısı" ünitelerinin başarısının incelenmesi ve öğrencilerin program hakkındaki görüşleri*. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.

- Eroğlu, S. (2018). *Atom ve periyodik sistem ünitesindeki STEM uygulamalarının akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik düşünceler üzerine etkisi*. Erciyes Üniversitesi, Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Fitriani, W. A. C. (2016). Meningkatkan kualitas proses pembelajaran dan kemampuan menulis cerita dengan model ASSURE. *Premiere Educandum*, 6(1), 110-121.
- Fraenkel, J., Wallen, N., ve Hyun, H. (2011). *How to design and evaluate research in education(8th ed.)*. Mcgraw-Hill, New York.
- Gallant, D. (2011). Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education. *STEM*, 1-7.
- Göksu, İ., Özcan, K. V., Çakır, R., ve Göktaş, Y. (2014). Türkiye'de öğretim tasarımı modelleriyle yapılmış çalışmalar. *İlköğretim Online*, 13(2), 694-709.
- Gupta, P., Sharma, Y. (2019). Nurturing Scientific Creativity in Science Classroom. *Springer*, 24, 561–574.
- Gregorcic, B., ve Bodin, M. (2017). Algodoo: A Tool for Encouraging Creativity in Physics Teaching and Learning. *American Association of Physics Teacher*, 55(1). (25-28).
- Gül, Z. (2019). *Yedinci sınıf fen bilimleri dersi “ışık” ünitesinde algodoo yazılımı ile desteklenen 5e öğretim modelinin öğrencilerin akademik başarı ve motivasyonlarına etkisi*. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli.
- Gülhan, F. (2016). *Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Marmara Üniversitesi, Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gündüz Bahadır, E. B. (2020). *6. Sınıf fen bilimleri dersinde STEM uygulamalarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi*. Atatürk Üniversitesi, Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gürer Yücel, F. (2013). *Ses bilgisi ve akustik konusunda gerçekleştirilen etkinliklerin müzik ve fen öğretmen adaylarının tutum ve başarı düzeylerine olan etkisinin*

araştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (stem) temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adayların eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi*. Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Han, S., Capraro, R., ve Capraro, M. (2015). How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PBL) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently: The Impact of Student Factors on Achievement. *Uluslararası Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13 (5), 1089-1113.

Harman, G., ve Yenikalaycı, N. (2018). Renk Kodları ile Direnç Okumanın Öğretiminde Simülasyon Kullanımının Öğrenme Üzerindeki Etkisi ve Öğrencilerin Görüşleri. *Trakya Eğitim Dergisi*, 9(3), 415-436.

Hatisaru, V., Beswick, K., ve Fraser, S. (2019). STEM Learning Environments: Perceptions of STEM Education Researchers. *Mathematics Education Research Group of Australasia, Paper presented at the Annual Meeting of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA)*, (s. 8). Western Australia.

Havice, W., Havice, P., Wangaman, C., ve Walker, K. (2018). Evaluating the Effectiveness of Integrative STEM Education: Teacher and Administrator Professional Development. *Journal of Technology Education*, 29(2), 73-90.

Hebebcı, M. T. (2019). *Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitimi uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve tutumlarına yönelik etkisi*. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: creativity in excellent STEM. *The STEAM Journal*, 1(2). Article, 15.

Hırça, N., ve Bayrak, N. (2013). Sanal fizik laboratuvarı ile üstün yeteneklilerin eğitimi: kaldırma kuvveti konusu. *Genç Bilim İnsanı Eğitimi ve Üstün Zeka Dergisi*, 1(1), 16-20.

- Hu, W., ve Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Hussin, A. (2018). Education 4.0 made simple: ideas for teaching. *International Journal of Education ve Literacy Studies*, 6(3), 92-98.
- İstanbuloğlu, B. (2014). Bilgisayar destekli 5e öğrenme halkası modelinin öğrenci başarısı üzerine etkisi. Kırıkkale Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Kaba, A. U. (2012). *Uzaktan fen eğitiminde destek materyal olarak sanal laboratuvar uygulamalarının etkililiği*. Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Kanematsu, H., ve Barry, D. (2016). STEM and creativity. *In STEM and ICT Education in Intelligent Environments*. Switzerland: Springer, Cham.
- Karahan, M. (2019). *7. sınıf öğrencilerinin bilimsel tutum ve bilimsel yaratıcılıklarının belirlenmesi*. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- Karakış, H. (2014). *İlköğretim 4. sınıf “kesirler” ünitesi için geliştirilen bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci başarı ve tutumuna etkisi*. Balıkesir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Keleş, Y. (2010). Fen eğitiminde öğrenme döngüsü modelleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 41-51.
- Kesgin, K. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin yaratıcılık düzeyleriyle fen bilimlerine yönelik tutumları arasındaki ilişkilerin incelenmesi*. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Kılıç, B., ve Tezel, Ö. (2012). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(4), 84-101.
- Kılınç, A. (2014). Robotik teknolojisinin 7. sınıf ışık ünitesi öğretiminde kullanımı. Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Kayseri.
- Kim, E., Kim, S., Nam, D., ve Lee, T. (2014). Development of STEAM program Math centered for Middle School Students. <https://steamedu.com/wp->

content/uploads/2014/12/Development-of-STEAM-Korea-middle-school-math.pdf.

- Koçan, H. (2019). *6. sınıf madde ve ısı ünitesinde STEM eğitim uygulamalarının bilimsel yaratıcılığa olan etkisinin incelenmesi*. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kurt, M., ve Benzer, S. (2020). An Investigation on the Effect of STEM Practices on Sixth Grade Students' Academic Achievement, Problem Solving Skills, and Attitudes towards. *Journal of Science Learning*, 3(2), 79-88.
- Kurtuluş, M. (2019). *STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisi*. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Alanya.
- Lin, K.-Y., Hsiao, H.-S., Williams, P., ve Chen, Y.-H. (2020). Effects of 6e-oriented stem practical activities in cultivating middle school students' attitudes toward technology and technological inquiry ability. *Research in Science ve Technological Education*, 38(1), 1-18.
- Millar, R. (1991). Why is science hard to learn?. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 66–74.
- Malik, S. (2021). Relevance of constructivism in today's learning environment. *World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(5), 14-19.
- Martin, D.-J. (2000). *Elementary science methods a constructivist approach* (5. edition). Wadsworth Cengage Learning.
- Matthews, M. R. (2002). Constructivism and science education: A further appraisal. *Journal of Science Education and Technology*, 11(2), 121-134.
- MEB. (2013). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB. (2016). *STEM eğitim raporu*. Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK). Ankara.
- MEB. (2018). *2023 eğitim vizyonu*. Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara.

- Mertoğlu, H. (2011). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin öğretim stillerinin ve yapılandırmacı öğrenme ortamına ilişkin algılarının öğretim uygulamalarına etkileri*. Marmara Üniversitesi, Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Oktay, S., ve Çakır, R. (2013). Teknoloji destekli beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarına, hatırlama düzeyleri ve üstbilişsel farkındalık düzeylerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(3), 3-2.
- Öner, Y. E. (2017). *Simülasyon ve animasyon destekli 5E modelinin öğretmen adaylarının fen başarı ve motivasyonlarına etkisi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Samsun.
- Özdemir, D. (2015). *Özel eğitime yönelik insansı robot ve bilgisayar destekli öğrenme ortamlarının geliştirilmesi ve bu ortamlardaki etkileşimlerin dönüt türleri açısından incelenmesi*. Atatürk Üniversitesi, Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özer, İ. E. (2019). *6. sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde gerçekleştirilen Algodoo temelli etkinliklerin öğrencilerin tasarım becerilerine ve akademik başarılarına etkisi*. Aksaray Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Aksaray.
- Özer, İ., Canbazoglu Bilici, S., ve Karahan, E. (2016). Fen Bilimleri Dersinde Algodoo Kullanımına Yönelik Öğrenci Görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 28-40.
- Özmuş, M. (2012). Öğretmen eğitiminde yaratıcılık ve inovasyon. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 20(3), 731-746.
- Özmuş, M. (2012). Vizyon 2023 çalışmasındaki eğitim sistemi ile ilgili hedeflerin, uluslararası göstergeler açısından incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(3), 97-114.
- Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen öğrenci rehber materyalinin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3 (2), 36-47.
- Pallant, J. (2016). *SPSS kullanma kılavuzu SPSS ile adım adım veri analizi (S. Balci ve B. Ahi, Çeviri)*. Anı Yayıncılık. Ankara.

- Partnership for 21st Century Skills. (2011). Learning for the 21st Century: A Report and MILE Guide for 21st Century Skills. *ERIC*, 45.
- Reddy, M., ve Nane, P. (2017). Impact of Simulation Based Education on Biology Student's Academic Achievement in DNA Replication. *Journal of Education and Practice*, 8(15), 72-75.
- Rosdianto, H., Teeka, C. (2019). The improvement of students' problem-solving skills through the 5E learning model. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 8(2), 235-243.
- Rutten, N., van Joolingen, W., ve van der Veen, J. (2012). The Learning Effects of Computer Simulations in Science Education. *Computers ve Education*, 58(1), 136-153.
- Sanjaya, I. (2018). The development of learning material using learning cycle 5E model based stem to improve students' learning outcomes in thermochemistry. *International Conference on Science Education*.
- Sarabandoa, C., Cravino, J., ve Soares, A. (2014). Contribution of a computer simulation to students' learning of the physics concepts of weight and mass. *Procedia Technology*, 13, 112-121.
- Sarıçam, U. (2019). *Dijital oyun tabanlı STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM alanlarına ilgileri ve bilimsel yaratıcılığı üzerine etkisi: minecraft etkisi*. Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Sato, W. T., Neto, M. C., Schwerz, R. C., Fontes, A. S. (2018). As possibilidades da utilização de software livre (algodoo) no estudo do looping. *Revista Pontes, Paranavaí*. 3, 32-43.
- Saylan Kırmızıgül, A. (2019). *Fen eğitiminde bilgisayar destekli, etkinlik temelli ve sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımlarının karşılaştırılması*. Erciyes Üniversitesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Sercan, M. (2019). *Türkiye'nin endüstri 4.0 potansiyeli ve seçilmiş ülkeler ile karşılaştırılması*. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- Sezer, B., Karaoğlu Yılmaz, F., ve Yılmaz, R. (2013). Integrating technology into classroom: the learner-centered instructional design. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(4), 134-144.
- Shiland, T. W. (1999). Constructivism: The implications for laboratory work. *Journal of Chemical Education*, 76 (1), 107-109.
- Silva, S., Silva, R., Guaitolini Junior, J., Viana, E., Gonçalves, E., ve Wyatt, J. (2014). Animation with Algodoo: a simple tool for teaching. *Exatas online*, 5, 28-29.
- Smaldino, S., Lowther, Drive Mims, C. (2018). *Instructional Technology and Media for Learning*(12th). Pearson Education.
- Smetana, L., ve Bell, R. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.
- Siregar, E., Rajagukguk, J., Sinulingga, K. (2019). Improvement of science process skills using scientific inquiry models with algodoo media and quotient adversity in high school students. *Journal of Transformative Education and Educational Leadership*. 1(2), 53-65.
- Smyrniou, Z., Georgakopoulou, E. & Sotiriou, S. (2020). Promoting a mixed-design model of scientific creativity through digital storytelling—the CCQ model for creativity. *International Journal of STEM Education*, 7, 25.
- Sundayana, R., Herman, T., Dahlan, J., ve Prahmana, R. (2017). Using ASSURE learning design to develop students' mathematical communication ability. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 15(3), 245-249.
- Şengül, N. (2006). *Yapılandırmacı kurama dayalı olarak hazırlanan aktif öğretim yöntemlerinin akan elektrik konusunda öğrencilerin fen başarı ve tutumlarına etkisi*. Celal Bayar Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Şentürk, C. (2010). Yapılandırmacı yaklaşım ve 5E öğrenme döngüsü modeli. *Eğitime Bakış*, 6(17), 58-62.

- Şimşek, M. (2020). *Endüstri 4.0 olgunluk düzeylerinin tespitine yönelik bir araştırma: Sivas ili örneği*. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Therdoost, H. (2016). Sampling methods in research methodology; how to choose a sampling technique for research. *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*. 5(2), 18-27.
- Tanel, Z., ve Tanel, R. (2010). Fizik laboratuvarları ile bilişim ortamlarının durumu ve kullanımına yönelik öğretmen görüşleri. Dokuz eylül üniversitesi Buca eğitim fakültesi dergisi, 27, 76-87.
- Taştan Akdağ, F., ve Güneş, T. (2018). Kuvvet ve hareket ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde Algodoo kullanımı. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 4(1), 138-149.
- Tobin, K. (2012), *The practice of constructivism in science education*. Taylor & Francis Group, Routledge, 123-343.
- Tsai, C.-C. (2000). Relationship between student scientific epistemological beliefs and perceptions of constructivist learning environments. *Educational Research*, 42(2), 193–205.
- Tseng, K., Lou, S., Liu, Y., ve Shih, R. (2011). The Senior High School Students' Learning Behavioral Model of STEM in PBL. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 161-183.
- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., ve Chen, W.-P. (2013). Attitudes towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1) 87-102.
- Umachandran, K., Corte, V., Amuthalakshmi, P., Ferdinand-James, D., Said, M., Sawicka , B., Jurcic, I. (2019). Designing Learning-Skills towards Industry 4.0. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 11(2).
- Uysal, Ö., ve Gürcan, A. (2014). ASSURE modeli ile öğretim tasarımı ve örnek bir uygulama. *Malatya: XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı*, 6-9 Temmuz İnönü Üniversitesi.

- Vliora,, E., Mouzakis, C., Kalogiannakis, M. (2014). Utilization of software algodoo in the teaching of science in primary education: a case study on light refraction. *Science Education: Research and Praxis*, 7-21.
- Vliora,, E., Mouzakis, C., Kalogiannakis, M. (2018). Teaching the Refraction of Light by Using It Algodoo 2D Imaging Application. *Distance Education and Educational Technology*, 14 (2), 76-94.
- Vitharana, P.R.K.A. (2015). Students' understanding of light concepts in the secondary school. *International Educative Research Foundation and Publisher*. 36-49.
- Wagner, T. (2008). Rigor Redefined. *Educational Leadership*, 20-25.
- White, D. (2014). What Is STEM education and why is it important?. *Florida Association of Teacher Educators Journal*. <http://www.fate1.org/journals/2014/white.pdf> adresinden erişildi., 1(14), 1-9.
- Yalım, Z. (2019). *Endüstri 4.0 sürecinde Türkiye ekonomisinin analizi*. Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yang, K.-Y., ve Heh, J.-S. (2007). The Impact of Internet Virtual Physics Laboratory Instruction on the Achievement in Physics, Science Process Skills and Computer Attitudes of 10th-Grade Students. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5).
- Yanış Kelleci, H. (2020). *Eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarının eğitsel robotik, TPAB öz yeterlik inançlarının bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelenmesi*. Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yenice, N. (2003). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrencilerin fen ve bilgisayar tutumlarına etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2 (4), 79-85.
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112).
- Yıldırım, B., ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 28-40.

Yılmaz Baltacıyık, D. (2019). *STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zahidi, S., Ratcheva, V., Hingel, G., Brown, S. (2020). The Future of Jobs. *World Economic Forum*. 1-163.



EKLER

EK-1: Bilimsel Yaratıcılık Testinin Taslak Hali

BİLİMSEL YARATICILIK TESTİ

Sevgili Öğrenciler

Bu test sizin yaratıcılığınızı belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Soruların tek bir doğru cevabı yoktur. Sizden istenilen her bir soruya cevap üretirken hayal etmeniz ve düşünmeniz; mümkün olduğunca çok, soruyu çeşitli yönlerden ele alan ve daha önce kimsenin aklına gelmemiş özgün cevaplar üretmenizdir. Toplam süre 35 dakikadır.

İçten cevaplarınız için teşekkürler.

Burcu AĞTAŞ

Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ

Adı Soyadı:

Sınıf:

No:

Cinsiyet : (K) (E) Yaş:

Anne öğrenim durumu: (ilköğretim) (ortaöğretim) (üniversite) (master) (doktora)

Baba öğrenim durumu: (ilköğretim) (ortaöğretim) (üniversite) (master) (doktora)

1. Bir cam parçasını, fen bilimleri dersinde ve laboratuvarında ne gibi amaçlarla kullanabileceğini sıralayınız.

Örneğin; deney tüpü yapımı

2. Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip farklı bir gezegene gitme imkânınız olsa, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın.

Örnek 1: Güneş enerjisi ile uzay gemilerini uzaya yollamak isteseydik bunu nasıl yapardık?

Örnek 2: İnsanlar eskiden göz hastalıklarını nasıl tedavi ediyordu? Gelecekte ileri teknoloji ile nasıl tedavi edebilir?

3. Sıradan bir güneş panelini/güneş pilini daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapma olanağınız olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız.

Örneğin, cepte taşıyabilir hale getirip cep telefonumu şarj ederdim.

4. Eğer cisimler ışığı yansıtmasaydı/ soğurmasaydı dünyada neler olurdu?

Örneğin, renkler oluşmazdı.

5. Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz.

6. Size verilen aynalardan (araba aynası, kaşık ve boy aynası) hangisinin veya hangilerinin tümsek ayna olduğunu nasıl test edersiniz? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm yöntemleri, kullanacağınız araçları ve basit bir anlatımla nasıl bir yol izleyeceğinizi yazınız.

7. Lütfen bir görüntüleme aracı tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz.



EK-2: Bilimsel Yaratıcılık Testinin Pilot Uygulamadaki Hali

BİLİMSEL YARATICILIK TESTİ

Sevgili Öğrenciler

Bu test sizin yaratıcılığınızı belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Soruların tek bir doğru cevabı yoktur. Sizden istenilen her bir soruya cevap üretirken hayal etmeniz ve düşünmeniz; mümkün olduğunca çok, soruyu çeşitli yönlerden ele alan ve daha önce kimsenin aklına gelmemiş özgün cevaplar üretmenizdir. Toplam süre 35 dakikadır. İçten cevaplarınız için teşekkürler.

Burcu AĞTAŞ

Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ

Adı Soyadı:

Sınıf:

No:

Cinsiyet : (K) (E) Yaş:

Anne öğrenim durumu: (ilköğretim) (ortaöğretim) (üniversite) (master) (doktora)

Baba öğrenim durumu: (ilköğretim) (ortaöğretim) (üniversite) (master) (doktora)

1. Bir cam parçasını, fen bilimleri dersinde ve laboratuvarında hangi farklı şekillerde kullanabileceğini sıralayınız.

Örneğin; deney tüpü yapımı

2. Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip bir gezegene gitme imkânınız olsa hangi gezegene gidip, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek seçtiğiniz gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın.

Örnek 2: İnsanlar Jüpiter’de yaşam olsaydı göz hastalıklarımı nasıl tedavi ederlerdi?

3. Sıradan bir güneş panelini/güneş pilini daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapma olanağınız olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız.

Örneğin, cepte taşınabilir hale getirip cep telefonumu şarj ederdim.

4. Eğer cisimler ışığı yansıtmasaydı/ soğurmasaydı dünyada neler olurdu? Açıklayınız.

Örneğin, renkler oluşmazdı.

5. Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz.

6. Size verilen özdeş iki termometrenin ışığı daha iyi soğurması için neler yapardınız? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm **yöntemleri**, kullanacağınız **araçları** ve basit bir anlatımla nasıl bir **yol** izleyeceğinizi yazınız.

7. Lütfen bir görüntüleme aracı tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz.

EK-3: Bilimsel Yaratıcılık Testi Son Hali **BİLİMSEL YARATICILIK TESTİ**

Sevgili Öğrenciler

Bu test sizin yaratıcılığınızı belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. Soruların tek bir doğru cevabı yoktur. Sizden istenilen her bir soruya cevap üretirken hayal etmeniz ve düşünmeniz; mümkün olduğunca çok, soruyu çeşitli yönlerden ele alan ve daha önce kimsenin aklına gelmemiş özgün cevaplar üretmenizdir. Toplam süre 35 dakikadır. İçten cevaplarınız için teşekkürler.

Burcu AĞTAŞ

Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ

Adı Soyadı:

Sınıf:

No:

Cinsiyet : (K) (E) Yaş:

Anne öğrenim durumu: (ilköğretim) (ortaöğretim) (üniversite) (master) (doktora)

Baba öğrenim durumu: (ilköğretim) (ortaöğretim) (üniversite) (master) (doktora)

1. Bir cam parçasını, fen bilimleri dersinde ve laboratuvarında hangi farklı şekillerde kullanabileceğini sıralayınız.

Örneğin; deney tüpü yapımı

2. Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip bir gezegene gitme imkânınız olsa hangi gezegene gidip, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek seçtiğiniz gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın.

Örnek 1: Güneş enerjisi ile uzay gemilerini Mars'a yollamak isteseydik bunu nasıl yapardık?

Örnek 2: İnsanlar Jüpiter'de yaşam olsaydı göz hastalıklarını nasıl tedavi ederlerdi?

3. Sıradan bir güneş panelini/güneş pilini daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapma olanağınız olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız.

Örneğin, cepte taşınabilir hale getirip cep telefonumu şarj ederdim.

4. Eğer cisimler ışığı yansıtmasaydı/ soğurmasaydı dünyada neler olurdu? Açıklayınız.

Örneğin, renkler oluşmazdı.

5. Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz.

6. Size verilen özdeş iki termometrenin ışığı daha iyi soğurması için neler yapardınız? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm **yöntemleri**, kullanacağınız **araçları** ve basit bir anlatımla nasıl bir **yol** izleyeceğinizi yazınız.

7. Lütfen bir görüntüleme aracı tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz.

EK-4: Sınıf Gözlem Formu**No Sınıf Gözlem Formu Maddeleri**

		Daima	Bazen	Hiçbir zaman
1	Öğrencilerin ilgisi derse çekilebiliyor mu?			
2	Öğretmen etkinlik süresinde öğrencileri açık uçlu sorularla destekliyor mu?			
3	Öğrenciler soru cevap bölümüne katılabiliyorlar mı?			
4	Öğretimi kolaylaştırmak için STEM materyalleri kullanılıyor mu? (video, ASSURE tasarım modeli ile ilgili materyaller, algodoo etkinliklerine dair materyaller v.b.)			
5	Öğrenciler birbirleriyle ve öğretmenle etkili iletişim kurabiliyorlar mı?			
6	Öğrenciler gruplara ayrılarak etkili çalışabiliyorlar mı?			
7	Öğrenciler ders esnasında sorular sorabiliyor mu?			
8	Öğrencilerin sınıfta yaptığı algodoo tabanlı proje veya ödev olarak verilen çalışmalarını sınıfta etkili şekilde sunabiliyorlar mı?			
9	Konunun öğretimi esnasında öğrencilerin önceki bilgileri dikkate alınarak ders işlenebiliyor mu?			
10	Ders içerikleri ve hazırlanan materyaller dikkate alındığında STEM yaklaşımını oluşturan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik boyutlarından en az birini içeriyor mu?			
11	Ders içerikleri ve hazırlanan materyaller dikkate alındığında bilimsel yaratıcılığı oluşturan akıcılık, esneklik, orijinallik boyutlarından en az birini içeriyor mu?			
12	Öğretmen öğretimi kolaylaştırmak için değişik materyaller kullanıyor mu? (Bilgisayar, çalışma kağıdı, deney v.b.)			
13	Öğretim esnasında günlük yaşamdan örnekler veriliyor mu?			
14	Öğrencilerin anlayıp anlamadığını kontrol etmek için sorular soruluyor mu?			
15	Öğretim esnasında öğrencilere not tutturuluyor mu?			
16	Hazırlanan algodoo simülasyonları bilimsel yaratıcılığın ve STEM'in boyutlarına dayandırılarak sunuluyor mu?			
17	Öğrencilerin fikirlerini rahatça söyleyebileceği bir ortam oluşturuldu mu?			
18	Öğrenmenin gerçekleştiği sınıf ortamı öğretim için uygun mu? (teknolojik alt yapı, fiziki ortam, gerekli materyallerin temini v.b.)			
19	Öğrencilere ders kitabından veya başka kaynaklardan okuma ödevi veriliyor mu?			
20	Ders süresinin kullanımı öğrenci merkezli mi yoksa çoğunluğunu öğretmen mi kullanıyor?			
21	Öğrencilerin konu hakkında sahip olduğu yanlış kavramlar vurgulanarak bunların düzeltilmesi sağlanıyor mu?			
22	5E öğretim modeli basamakları (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, değerlendirme) etkili bir şekilde uygulanıyor mu?			
23	Öğretim veya uygulama esnasında zamanı iyi kullanıyor mu?			

EK-5: Deney Grubu Ders Planları

1. HAFTA

Konu / Kavramlar : Işığın soğurulması, cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi, güneş enerjisi

Kazanım:

- Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.

Ders için hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilerin dörder kişiden oluşan en az altı gruba ayrılmaları istenir. Grupların oluşturulamaması durumunda rastgele seçim yoluyla gruplar oluşturulur. Yine ders öncesinde oluşturulan gruplara uygun olarak sıraların düzenlenmesi sağlanır. Algodoo ile ilgili hazırlanmış olan tüm sahneler öğrencilerin bilgisayarlarına yüklenmiştir. Ders esnasında öğrencilerin algodoo sahnelerini kendileri açmaları sağlanmıştır.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gerekenler:

Öğrenciler, 4,5 ve 6. Sınıf fen bilimleri dersinde ışığın yüzeylerde yansımaya uğradığını, maddelerin ışığı geçirdiğini ve ışığı geçirme durumlarına göre (saydam, yarı saydam, opak) sınıflandırıldığını öğrenmişlerdir.

Zamanlama: 40+40 dk (iki ders saati)

Değişkenlerle ilişkisi: Çalışmanın bağımlı değişkeni olan bilimsel yaratıcılık ve bu değişkene ait alt boyutları çalışmanın yöntem bölümünde birinci hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Yaratıcılık alt boyutları:

Bu ders planında bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarına değinilmiştir.

ASSURE öğretim tasarım modelinin kullanılması: ASSURE öğretim tasarım modeline göre bir materyalin kullanılabilmesi için öncelikle öğrencinin ihtiyaçları karşılanması gerekmektedir. Bu ihtiyaç doğrultusunda uygulamalar başlamadan önce öğrencilere algodoo eğitimi verilmiş ve bu programı onların kullanması sağlanmıştır. Bir başka ifadeyle öğrenciler uygulama öncesi algodoo programını kullanır hale getirilmiştir. ASSURE öğretim tasarım modelinin ikinci basamağı kapsamında ‘‘Işığın madde ile etkileşimi’’ ünitesinde ki kazanımlar algodoo programı ile öğretilmeye çalışılmış ve algodoo üzerindeki etkinlikler bu ünitenin kazanımlarını öğretmek amacıyla kullanılmıştır. ASSURE ikinci basamağında bu konunun öğretimi için seçilen materyaller (Algodoo vs.) 5E öğrenme modelinin doğasına uygun olduğu için seçilmiştir. Bir başka ifadeyle öğrenci merkezli kullanım amaçlandığından dolayı algodoo gibi materyallerin kullanılması uygun görülmüştür. ASSURE modelinin dördüncü basamağında materyallerden nasıl yararlanılacağı açıklanmıştır. Dolayısıyla algodoo programının bu ünite de nasıl kullanıldığı ders planında ayrıntılı açıklanmıştır. Algodoo programının herhangi bir aksaklığa yol açmaması için önceden kontrolleri yapılmış ve bilgisayar laboratuvarı ortamı bu programın kullanımına uygun hale getirilmiştir. ASSURE öğretim modelinin beşinci basamağı olan öğrenci katılımını sağlama algodoo programı kullanılarak yapılmış ve yine ders planında öğrencilerin aktif olarak sürece nasıl dahil edildikleri ayrıntılı gösterilmiştir. Son basamakta ise algodoo ve diğer materyallerin bu ünitenin öğretiminde faydalı olup olmadığı öğrencilere sorulmuş özellikle algodoonun daha etkili bir şekilde nasıl kullanılacağı üzerine öğrencilerden fikirler alınmıştır. Bu fikirler hem ders planı içinde hem de yapılan mülakatlarda öğrencilerden alınmıştır. Ayrıca STEM temelli dersler yürütüldüğünden dolayı ışık ünitesinde algodoo kullanılarak yapılan tasarımlar da öğrenciler ve öğretmen tarafından değerlendirilmiştir. İlave olarak ışık ünitesinin matematik, mühendislik ve teknoloji ile bağlantısı ders planlarında ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.

Giriş:

Öğrencilerin derse motive olmaları ve keşfetme basamağında yapacakları deneye hazırlanmaları için dersin başlangıcında aşağıdaki sorular sorulur ve tartışılır. Birinci soruyu tartışmaya başlamadan önce algodoo programı açılır ve öğrencilere üzerine ışık düşen farklı maddeler



HAFTA1.GİRİŞ.phz

gösterilir ve aşağıdaki sorular sorulur. Algodoo programı üzerindeki görsellere dayanarak, öğrenciler ışık ile ilgili bilgilerini kullanmaya çalışmışlardır. Dolayısıyla bu basamakta fennin teknoloji ile entegrasyonu sağlanmaya çalışılmıştır.

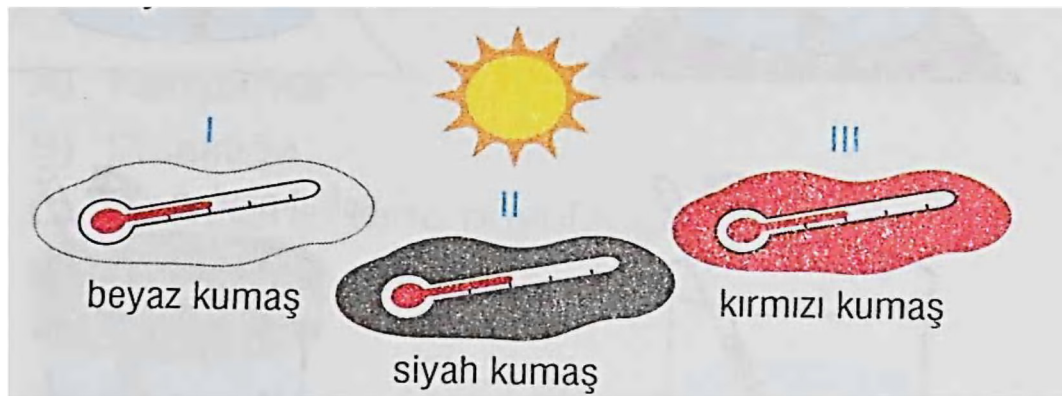
1. Işık üzerine düştüğü maddelerde farklı değişimlere sahip olur mu? Niçin?
2. Işık maddelerde sıcaklık artışına sebep olur mu? Niçin? Soruları sorularak maddelerin ışığa verdikleri tepkiler ve bunların sebepleri hakkında öğrencilerin fikirleri alınır, onların derse motive olmaları ve keşfetme basamağında yapacakları deneye hazırlanmaları sağlanır. Sorular öğrencilerin düşüncelerini ifade etmelerine yönelik olduğu için bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutunda gelişim gösterdiklerine dikkat çekilmiştir.

Keşfetme:

Öğrenciler etkinlik 1 de yer alan senaryoya göre deney yapmaları sağlanır. Öğrenciler beş kişilik gruplara ayrılır. Her gruba birer tane olmak üzere özdeş termometre verilir. Farklı renklerde kumaş parçaları dağıtılır. Termometreler bu kumaş parçalarına sarılarak güneş ışığı altında bırakılır. Aynı süre sonunda termometre derecelerine bakarak grup içinde tartışmaları ve hipotez kurmaları istenir. Gruplardan farklı renkteki kumaş parçalarının termometrede görülen farklı değerlerin sebebi olup olmayacağı konusunda fikirleri alınır. Giriş kısmında yer alan sorulara cevap bulmaları sağlanır. Etkinlik 1 “Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.” Kazanımı dikkate alınarak yapılmıştır. Öğrencilerin ışığı soğurduğu sonucuna ulaşmaları beklenir.

Etkinlik-1

Termometreler uyuyunca üşür mü terler mi?



Okuldan çıktıktan sonra 3 arkadaş eve çantalarını atar atmaz oyun oynamak için buluşurlar. Herkes bebeğini alıp gelmiştir. Onların bebeği bildiğimiz gibi bebek değil şekilde görülen termometrelerden oluşmaktadır. Uzun süre oynadıktan sonra bebeklerin uykusu gelmiştir 3 arkadaş bebeklerini uyutacaklardır. Annelerinden öğrendikleri gibi uyuyan bebekleri herkes örtüsüne sarmıştır. Üç arkadaş bugün fen dersinde ışık ünitesinde verilen ödevleri yapmaya

başlamışlardır. Ödevler bitip bebeklerine baktıklarında biri bebeğinin terlediğini diğeri üşüdüğünü fark etmişlerdir. Hasta olacaklarını düşünüp çok üzölmüşlerdir.

Sizce hangi bebek üşüyüp hangisi terlemiştir?

Bu durumun sebebi nedir?

Siz olsaydınız bu arkadaşların problemini nasıl çözerdiniz?

Açıklama:

Öğretmen ve gruplar ışığın soğurulmasının ne olduğı konusunda tartışrlar. Gruplardan yaptıkların deneyin ışığında bu kavramın açıklanması beklenir. Öğretmende toparlamak amacıyla ışığın soğurulması kavramını açıklar.

Işık ışınları aynı ortamda yayılırken madde ile etkileşimi sonucunda, cismin özelliğine bağılı olarak cisimden yansıyabileceğı gibi cisim üzerinde kırılmaya uğrayarak yoluna devam edebilir. Işık cisim ile etkileştiğinde ister cisim üzerinden yansısın isterse de cisim üzerinden kırılarak yoluna devam etsin mutlaka bir kısmı cisim tarafından tutulmaya uğrar. Işık ışınları etkileştiğı madde tarafından tutulmasına ışığın soğurulması denir.

Derinleştirme:

Öğrenciler tarafından ışığın soğurulması kavramını açıklandıktan sonra bu bilgiyi kullanarak genişletmeleri için günlük hayat ile ilişkilendirilir. Güneş ışığı madde ile etkileştiğinde olumlu ve olumsuz pek çok etkiler oluşur. Bunlardan bazıları:

— Güneş ışığı altında uzun süre kalan ilaçların yapısı bozulur, bu yüzden ilaçları üzerinde serin ve kuru yerde saklayınız yazısı vardır.

— Güneş ışığı ile uzun süre etkileşen yemeklerin tadı bozulur, bu yüzden yemekleri buzdolabında saklamak gerekir.

Yukardaki iki etki doğrudan verilmez ve öğrencilere ilaçların ve buzdolabının yapısını düşünmeleri söylenerek ipucu verilir ve tartışma başlatılır. Böylece bu iki etkiyi öğrencilerin söylemesi sağlanır. Ayrıca bu etkilerden farklı etkilerin de tartışılması ve öğrencilerin bilgiyi derinleştirme sağlanır. Bu derinleştirme ile yaratıcılığın esneklik ve akıcılık boyutu karşılanacaktır. Öğrencilerin çok sayıda fikir üretmeleri ile bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu, farklı alanlarda fikirler önermeleri ile esneklik boyutu desteklenmiştir.

Değerlendirme

Algodoo da bu etkilerin sahnelerinin yaratılmasına imkan verilir. Bir başka ifadeyle öğrenciler algodoo programı üzerinde güneş ışığının madde üzerine olumlu ve olumsuz etkilerini resmederler. Böylece bir tasarım yapmış olurlar. Bu tasarım işlemi ile öğrencilerin mühendislik becerileri ışığın madde ile etkileşimi ünitesine entegre edilmiş olur. Öte yandan yaratıcılık boyutlarından olan orijinallik boyutu öğrencilerin tasarım yapmasıyla kullanılmıştır. Yapılan tasarımlar ASSURE tasarım modeli ilkeleri dikkate alınarak desteklenmiştir.

Aşağıdaki etkinlik zaman kalırsa 5E öğretim modelinin değerlendirme basamağı için kullanılacaktır.

Etkinlik-2

Grup arkadaşlarınızla aşağıda verilen malzemeleri kullanarak istenilenleri yapınız.

Malzemeler:

- 2 balon
- 2 plastik şişe
- Şişelerin dışını kaplamak için siyah ve beyaz kağıt.

Yapılışı:

- Plastik şişeler birinin dış kısmı siyah kağıt ile diğerinin dış kısmı beyaz kağıt ile kaplayınız.
- Plastik şişelere balonlar ağız kısmına geçiriniz.
- Güneşin altına koyup bekletiniz.
- Değişiklikleri gözlemleyiniz.



(Fotoğraf kaynağı: www.drdianateachertraining.com)

1. BÖLÜM- Ne Umdum Ne Buldum?

Arkadaşlarınızla birlikte tartışarak gözlemlediğiniz değişiklikleri değerlendiriniz ve aşağıdaki soruları cevaplayarak verilen boşluklara yazınız.

1. Yapmış olduğunuz deneyden nasıl bir sonuç çıkardınız?

2. Bu sonucunuz deneye başlamadan önceki tahmininizle uyuyor mu? Uyuşmuyorsa sizce nedeni nedir?

3. Güneş ışığı altına bırakılan cisimlerin sıcaklıklarının farklı olması, renklerine bağlı mıdır?

4. Bulduğunuz sonuç, “Güneş altında bekletilen cisimlerin sıcaklığının farklı olması cisimlerin açık veya koyu renkli olmasına bağlıdır.” ise bunun nedeni sizce ne olabilir?

2. HAFTA

Konu / Kavramlar : Işığın soğurulması, cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi,
Kazanım:

- Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.
- Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansımaları ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.

Ders için hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilerin dörder kişiden oluşan en az altı gruba ayrılmalrı istenir. Grupların oluşturulamaması durumunda rastgele seçim yoluyla gruplar oluşturulur. Yine ders öncesinde oluşturulan gruplara uygun olarak sıraların düzenlenmesi sağlanır.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gerekenler: Öğrenciler 5. Sınıfta güneşin ısı ve ışık kaynağı olduğunu öğrenmişlerdir.

Zamanlama: 40+40 dk (iki ders saati)

Değişkenlerle ilişkisi: Çalışmanın bağımlı değişkeni olan bilimsel yaratıcılık ve bu değişkene ait alt boyutları çalışmanın yöntem bölümünde birinci hafta gerçekleştirilen çalışmalar kısmında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Yaratıcılık alt boyutları:

Bu ders planında bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarına değinilmiştir.

1. **Giriş:** Sınıfa bir CD getirilir. Güneş ışığına tutulur. Normalde beyaz görünen ışığın CD üzerinde farklı renkler görünmesi üzerine aşağıda ki sorular sorulur:

- Beyaz ışık gerçekten beyaz mıdır?
- Beyaz olan güneş ışığı tek başına bir renk midir?
- Tüm renkler bir araya gelirse hangi renk oluşur?
 - Beyaz ışık altında görülen tişörtler neden farklı renkte görünür?
 - Cisimlerin farklı renklerde görünmelerini ışığın yansımaları ve soğurulması ile açıklayabilir miyiz?

Bu sorular öğrencilerin düşüncelerini ifade etmelerine yönelik olduğu için bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutunda gelişim hedeflenmiştir.

2. Keşfetme:

Öğrencilerin giriş aşamasındaki sorular hakkında bilgilerini denemeleri ve deneyim kazanmaları için algodoo programı açılır. Öğrencilerin program üzerinde bir prizma üzerine ışık düşürmeleri



hafta1.2.phz

sağlanır ve beyaz ışığın renklere ayrıldığını keşfederler. Yani beyaz ışığın renklere ayrıldığı keşfedilir. Bu yolla STEM in teknoloji boyutu ilişkilendirilmiştir. Ayrıca algodoo programında beyaz ışığın renklere ayrıldığını gören öğrenci bu durumun başka alanlarda gerçekleştiğini (örneğin, gökkuşağı gibi) düşüneceği için yaratıcılığın esneklik boyutu desteklenmiştir.

3. Açıklama:

Beyaz ışığın renklere ayrıldığını keşfetme basamağında deneyimleyen öğrencilere öğretmen bu renklerin de bir araya gelmesiyle beyaz ışığın oluştuğu açıklamasını yapar. Bu bilgiler ışığında beyaz ışığın gerçekten beyaz olmadığı renklerin birleşiminden oluştuğu sonucuna ulaşılır. Keşfetme kısmındaki simülasyonda görülen ok yönlerine göre cisimlerin renkli görünmelerinin yansıma ve soğurulma ile ilişkili olduğu açıklaması yapılır. Bu açıklamada hem yansıma hem soğurulma kavramları örnekendirildiği için bilimsel yaratıcılığın esneklik boyutu desteklenmiştir. Cisimler üzerine düşen ışığın içindeki renklerden hangisini yansıtıyorsa o renklerde görünürler. Işığın içindeki diğer renkleri soğururlar. Bütün renkleri yansıtıyorsa beyaz, bütün renkleri soğuruyorsa siyah görünür.

4. Derinleştirme:

Beyaz ışığın renklerin birleşiminden oluştuğunu öğrenen öğrenci bu bilgiyi başka bir problemde kullanmak üzere transfer etmesi beklenir. Bu durum onlara anlamlarını güçlendirme fırsatı verir. Algodoo programı kullanılarak hedef bir noktaya altı rengin her birinden ayrı ayrı olmak üzere lazer ışınları gönderilir. Lazer ışınlarının tek bir noktaya gönderilmesi sağlanır. Bu tek noktada altı rengin birleşiminden meydana gelen beyaz ışığın elde edildiği öğrenciler tarafından görülür.



hafta1.2.phz

Öğrenciler algodooda yapacakları bu sahne ile ilgili olarak altı rengi tek bir noktaya göndererek beyaz renk elde etmeye çalışacakları için STEM mühendislik boyutu desteklenmiştir. Bu noktada öğrenciler altı rengi hangisi olduğunu bilerek seçecekleri için STEM fen boyutu desteklenmiştir. Ayrıca algodoo programı üzerinde yaptıkları bu sahne için STEM teknoloji entegrasyonu sağlanmıştır. Öğrencilerin altı rengin birleşiminden beyaz renk elde ettikleri görülerek şu soru sorulur: Sizce bu durum nasıl açıklanabilir?

Yukarıda açıklandığı gibi öğrenciler beyaz ışığı oluşturan renkler ile beyaz ışık oluştururlar.

Lazer ışınlarının seçildiği renkler (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor) beyaz ışığı oluşturan renklerdir. Bu renkler bir araya geldiğinde gözümüz beyaz ya da beyaza yakın bir renk görürüz. Prizmaya gönderdiğimizde beyaz ışık nasıl renklere ayrılıyorsa oluşturulan lazer ışınlarının renkleri de birleşince beyaz ışık elde edilir.

5. Değerlendirme:

Bu basamak için aşağıdaki etkinlik yapılır. Etkinlikte sorulara verilen cevaplar ile kazanımın hedefe ulaşp ulaşılmadığı değerlendirilir. Bu etkinlik ile yaratıcılığın esneklik, akıcılık ve orijinallik boyutları desteklenmiştir. Etkinliğin sorularına öğrenciler birden fazla cevap verecekleri için tüm sorularda bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu desteklenmiştir. Üçüncü

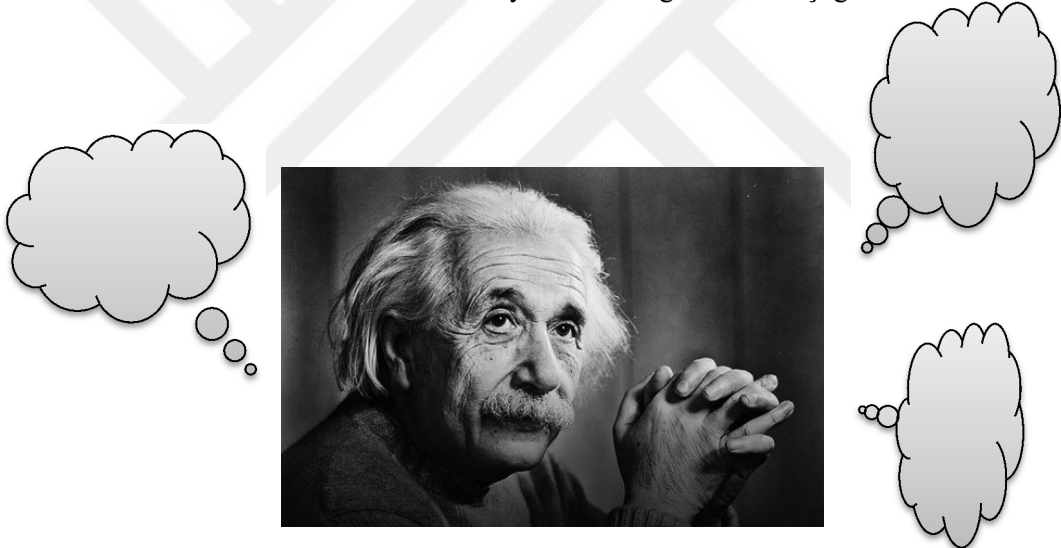
soruda beyaz ışığın hangi özelliği sorulduğundan öğrenciler birden fazla alanda cevap verecekleri için bilimsel yaratıcılığın esneklik boyutu desteklenmiştir. Dördüncü soruda ise yine beyaz ışığın nasıl olduğu bilgisinden yola çıkarak siyah renk görmeyi açıklamak için birden fazla alanda cevap verecekleri için bilimsel yaratıcılığın esneklik boyutu desteklenmiştir.

EİNSTEİN' İN BİR SORUSU VAR?

Her gün doğan ve batan güneşin ışınlarının dünyamıza nasıl geldiğini ve güneş ışığının dünya üzerindeki etkilerini düşünüyorsunuz. Kendinizi bir bilim insanı olarak görüyorsunuz ve güneş ışığının yapısını merak ediyorsunuz. Özellikle dikkatinizi güneş ışığı tek bir renk olmasına rağmen etrafta bu kadar farklı renklerin nasıl var olabileceğini sorguluyorsunuz. Bunun bir açıklamasının olması gerektiğini düşünerek araştırmalar yapıyorsunuz. Bir cismin görülebilmesi için ortamda ışık olması gerektiğini diğer bir ifade ile cisimden size ışık gelmesi gerektiğini biliyorsunuz. Ortamda bulunan tek ışık güneş ışığı olduğuna göre siz ağaçları yeşil, gökyüzünü mavi ve toprağı kahverengi gibi farklı renklerde nasıl görebiliyorsunuz?

1. BÖLÜM- Problem Baloncukları

Anlatılan hikâye ile ilgili problemleri baloncuklar içine yazınız. Sizden hepsini doldurmak istenmemektedir. Ancak verilen baloncuk sayısı az ise kağıt üzerinde çoğaltabilirsiniz.



(Fotoğraf kaynağı: <https://www.wonderslist.com/top-10-smartest-people-in-history/>)

2. BÖLÜM- Sorulara Cevap Arıyorum

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz. Verilen boşluklara tahminlerinizi yazınız.

1. Cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesinin sebebi ne olabilir?

2. Bitkilerin yapraklarını neden yeşil renkte görürüz?

3. Cisimleri farklı renklerde görmemiz beyaz ışığın hangi özelliği ile ilişkilidir?

4. Işğın beyaz renkte olduğunu biliyorsak cisimleri nasıl siyah renkte görebiliyoruz?

3. HAFTA

Konu / Kavramlar : Işğın soğurulması, cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi, güneş enerjisi

Kazanım:

- Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiadaki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.
Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır.
- Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiğı fikirleri tartışır.

Ders için hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilerin dörder kişiden oluşan en az altı gruba ayrılmaları istenir. Grupların oluşturulamaması durumunda rastgele seçim yoluyla gruplar oluşturulur. Yine ders öncesinde oluşturulan gruplara uygun olarak sıraların düzenlenmesi sağlanır.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gerekenler:

Öğrenciler 5. Sınıfta güneşin özelliklerini öğrenmişlerdir. Güneşin Dünyanın ısı ve ışık kaynağı olduğunu, ışğın nasıl yayıldığını öğrenmişlerdir.

Zamanlama: 40+40 dk (iki ders saati)

Yaratıcılık alt boyutları:

Bu ders planında bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarına değinilmiştir.

1. Giriş:

Temel enerji kaynağı ve bu kaynağın günlük yaşamdaki kullanım alanları ile ilgili bir video izletilir. Öğrencilere videoyu izledikten sonra videodan ne anladıkları ve bugün işlenecek konunun ne olabileceği sorulur.

<https://www.renewableenergyworld.com/types-of-renewable-energy/what-is-solar-energy/#gref>

2. Keşfetme:

Videoyu izledikten sonra aşağıdaki sorular sorularak öğrencilerin videodan hareketle konuya ilişkin keşifleri belirlenir.

1. Yeryüzündeki en temel enerji kaynağı nedir?
2. Bu enerji kaynağından hangi alanlarda faydalanıyoruz?

Soruları ile tartışma ortamı başlatılır. Bu sorular ile öğrenciler çok sayıda fikir ürettikleri için yaratıcılığın akıcılık boyutu, birden fazla alanda düşünceleri sağlandığı için esneklik boyutu ve daha önce söylenmemiş bir çalışma söyleyebilecekleri için orijinallik boyutunda gelişim göstermeleri desteklenmiştir.

3.Açıklama: Öğrenciler grup arkadaşlarıyla algodoo programında açılan güneş enerjisi ve güneş panelleri görseli üzerinde güneş ışığının nasıl soğurulduğunu açıklarlar. Günlük hayatımızda hangi alanlarda nasıl bir şekilde örnekleri olduğunu ifade ederler. Güneş panelleri, ışık tüpleri, güneş pilleri, sokak lambalarında, trafik işaretlerinde güneş ışınlarından yararlanmak için yapılan teknolojik araçlardır. Meyve, sebze ya da çamaşır kurutma amacıyla da güneşten yararlanılır.

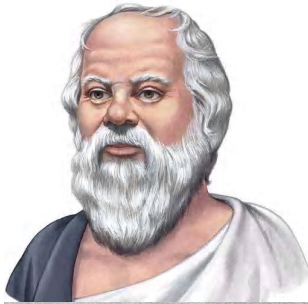


güneş enerjisi.phz

4. Derinleştirme: Güneş enerjisinin günlük hayatımızda uygulamaları hakkında öğrendiği bilgilerini genişletmeleri için günlük hayat ile ilişkilendirilir. Buradan yola çıkarak gelecekte güneş enerjisinden nasıl yararlanacağına dair öğrencilerin fikirleri alınır. Fikirlerini algodoo da tasarımları istenir. Yapacakları tasarımdan ötürü çizim yeteneklerini kullanacakları için STEM mühendislik boyutu ile ilişkilendirilmiştir. Kendi hayalleri kendi düşünceleri ışığında gelecekte yapılacak bir ürün düşünerek tasarlayacakları için bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu desteklenmiştir. ASSURE tasarım modeli basamakları da dikkate alınmıştır.

5. Değerlendirme:

Değerlendirme bölümünde konun pekiştirilmesi, kalıcılığın sağlanması için öğrenilenlerin tekrarı niteliğinde aşağıdaki etkinlik yapılır. Sorulara cevap verilerek sürecin ve öğrencinin değerlendirilmesi yapılmış olur.



(Socrates)



(Ericsson)

Kaynak:

https://www.google.com/search?biw=1366vebih=657vetbm=ischvesa=1veei=_8ihXPDMGLiiUr3Gv_ALveq=bilim+adamlar%C4%B1veoq=bilim+adamlar%C4%B1vegs_l=img.3..0l10.44285.48619..48780...1.0..0.217.2134.0j14j1.....2....1..gws-wiz-img.....0..35i39j0i67.BNyO8_Vinqc

İnsanoğlunun, güneş enerjisinden faydalanma fikri çok eskilere dayanmaktadır. Archimedes'in (M.Ö. 214) odakları yüzlerce metre mesafede olan iç bükey aynalar ile Romalı komutan Marcellus'un Sirokuzayı iki sene kuşatma altında tutan gemilerini yakması olmuştur. Socrates (M.Ö. 470 – 399) konutların ısı dengesi ve ısınması için güneş enerjisinden faydalanması ilk öneri getiren bilim adamıdır. Xenophon's Memorable adlı eserinden alınan prensip şöyledir. "Binaların güney duvarlarını, kış güneşini alacak şekilde daha yüksek, kuzey duvarlarını da soğuk rüzgarlara maruz kalmaması için alçak yapmak en iyi bir düzenlemedir." Güneş enerjisi ile çalışan ilk su pompası Salama de Caus'un (1564 –1626) merceği icadı ile olmuştur. 1868'de Ericsson güneş enerjisinden buhar elde ederek makine işletmiş, 19. Yüzyılın başında güneş ışınlarındaki ısı şiddetini ölçen bir alet Actiometeré Sır John Herschel tarafından bulunmuştur

(Kaynak: güneş enerjisi deney föyü) (<https://docplayer.biz.tr/21826111-Gunes-enerjisi-deney-foyu.html>).

3. BÖLÜM- Problem Baloncukları

Yukarıda verilen bilgiler ile ilgili problemleri baloncuklar içine yazınız. Sizden hepsini doldurmak istenmemektedir. Ancak verilen baloncuk sayısı az ise kağıt üzerinde çoğaltabilirsiniz.





1. BÖLÜM- Sorulara Cevap Arıyorum

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz. Verilen boşluklara tahminlerinizi yazınız.

1. Yeryüzündeki en temel enerji kaynağı nedir? Bu enerji kaynağından hangi alanlarda yararlanırsınız? Örnek verir misiniz?

2. Günümüzde güneş enerjisi kullanılarak geliştirilen teknolojik araçlar nelerdir?

3. Güneş enerjisinden günümüzde nasıl yararlandığımız bilgi sahibi olduk. Gelecekte güneş enerjisinden hangi alanlarda faydalanabiliriz. Neden?





4. HAFTA

Konu / Kavramlar : Düz ayna, çukur ayna, tümsek ayna.

Kazanım:

- Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.
- Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.

(Çukur aynada cismin görüntüsünün özelliklerinin (büyük / küçük, ters / düz) cismin aynaya olan uzaklığına göre değişebileceği belirtilir.)

Ders için hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilerin dörder kişiden oluşan en az altı gruba ayrılmalrı istenir. Grupların oluşturulamaması durumunda rastgele seçim yoluyla gruplar oluşturulur. Yine ders öncesinde oluşturulan gruplara uygun olarak sıraların düzenlenmesi sağlanır.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gerekenler:

Öğrenciler 5. Sınıfta ışığın farklı ortamlarda nasıl yayıldığını keşfetmiş, ışığın doğrusal bir yol ile yayıldığını kavramış, ışık geçirgenliğine göre sınıflandırma becerisi göstermeleri, tam gölgenin nasıl oluştuğunu tahmin etmeleri ve cisimlerin tam gölge boylarını etkileyen faktörleri keşfetmeleri sağlanmıştır.

Zamanlama: 40+40 dk (iki ders saati)

Yaratıcılık alt boyutları:

Bu ders planında bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarına değinilmiştir.

1. Giriş:

Algodoo programı açılır ve program üzerinde hazırlanmış olan sahne üzerinde



aynalar.giriş.hafta.üç.phz

öğrencilere aşağıdaki soru sorulur. Alınacak cevaplar üzerine tartışılır.

1. Bazı aynalar bizi olduğumuz gibi, bazıları da olduğumuzdan farklı gösteriyor. Neden?
2. Bütün aynalar aynı özellikte değil mi? Farklı çeşitlerde aynalar mı var?

Öğrenciler birden fazla cevap verecekleri için bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu desteklenmiştir. Bu bölümde birinci kazanım desteklenmiştir.

2. **Keşfetme:** Algodoo üzerinde ambulans görüntüsü ile birlikte ambulansların önündeki yazı neden ters yazılır? Sorusu sorulur. (STEM fen boyutu)

Cevaplar değerlendirilir. Farklı düşünen öğrencilerin tartışmasına imkan verilir. Günlük hayatımızda nerelerde kullanıldığı (esneklik) sorularak öğrencilerin bilgilerinin farkına varması sağlanır. Daha sonra çukur ayna sahnesi açılır. Görüntüsünün farklılığı konuşulur. Günlük hayatımızda nerelerde kullanıldığı tartışılarak öğrencilerin keşfetmesi sağlanır.

3. **Açıklama:** Keşfetme bölümünde cevaplar alındıktan sonra öğrencilerin program üzerinde düz aynada, çukur aynada ve tümsek aynada görüntü çizimleri istenir. Görüntü özelliklerini karşılaştırarak açıklamaları beklenir. (STEM teknoloji boyutu)

Düzlem aynalar:

Düzlem aynalarda cismin aynaya olan uzaklığı ile görüntünün aynaya olan uzaklığı ve cisim ile görüntünün büyüklüğü birbirine eşittir. Diğer bir deyişle düzlem aynalar ile elde edilen görüntü cismin simetriğidir.

Düzlem aynaları evlerimizde, işyerlerimizde, okullarımızda sıklıkla kullanırız. Ayrıca periskop, projeksiyon makinesi gibi aletlerde ışığı istediğimiz doğrultuda yansıtmak için kullanırız.

Çukur aynalar:

Çukur aynalara gönderilen ışık ışınları bir noktada toplayarak yansıtan aynalardır. Işık ışınları bir noktadan dağılıyormuş gibi davranır. Çukur aynalarda belli bir uzaklıktan cisimlerin görüntüsü ters ve küçüktür. Ancak çukur aynalar cisme yaklaştırıldıkça odak noktasından sonra cismin görüntüsü düz hale gelir ve büyür. Bu nedenle çukur aynalar dev aynası olarak da bilinir. Çukur aynalar daha ayrıntılı görüntü elde etmek ve ışığı bir noktada toplamak istediğimiz alanlarda örneğin diş muayenelerinde, güneş fırınları, araba farı, el feneri gibi araçların yapımında kullanılabilir.

Tümsek aynalar:

Tümsek aynalar ışığı dağıtarak yansıtan aynalardır. Işınlar odak noktasından çıkıyormuş gibi uzaklaşarak yansır. Tümsek aynalarda görüntü cisimden küçük ve düzdür. Daha geniş alanları görmek için tercih edilen tümsek aynalar, mağazalarda ve arabaların yan aynalarında kullanılır.

- 4. Derinleştirme:** Bilgilerini genişletmeleri için değerlendirme basamağında yapacakları tasarımı düşünür ve karar verirler. Ayrıca aşağıdaki algodoo sahnesini inceleyerek düz aynada görüntünün nasıl oluştuğunu kavrar.



labirent oyunu (2. ders planı için).phz



çukur ayna.phz



tümsek ayna.phz

- 5. Değerlendirme:** Öğrenciler algodoo üzerinde aynaların günlük hayatta kullanıldığı bir araç tasarımları istenir (periskop gibi). Bu değerlendirme etkinliği STEM mühendislik boyutu ile ilişkilendirilmiştir. Bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu desteklenmiştir. Öğrencilerin yapacakları tasarım ASSURE tasarım modeli ilkeleri dikkate alınarak yapılmıştır.



periskop (2. ders planı için).phz

5. HAFTA

Konu / Kavramlar : Işığın kırılması, mercekler (ince kenarlı mercekler, kalın kenarlı mercekler), odak noktası

Kazanımlar:

- Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.
 - Tam yansımaya ve prizmalarda kırılmaya girilmez.

b. Snell (Kırılma) Yasası'na girilmez.

- Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.

Ders için hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilerin ikişer kişiden oluşan en az sekiz gruba ayrılmaları istenir. Grupların oluşturulamaması durumunda rastgele seçim yoluyla gruplar oluşturulur. Yine ders öncesinde oluşturulan gruplara uygun olarak sıraların düzenlenmesi sağlanır.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gerekenler:

Öğrenciler 5. Sınıfta ışığın farklı ortamlarda nasıl yayıldığını keşfetmiş, ışığın doğrusal bir yol ile yayıldığını kavramış ve bu durumu basit ışın çizimleriyle göstererek, ışığın yansıma şekillerini, maddeleri ışık geçirgenliğine göre sınıflandırma becerisini, tam gölgenin nasıl oluştuğunu tahmin etmeleri sağlanmış ve cisimlerin tam gölge boylarını etkileyen faktörleri kavramışlardır.

Zamanlama: 40+40 dk (iki ders saati)

Yaratıcılık alt boyutları:

Bu ders planında bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarına değinilmiştir.

1. Giriş:



beyaz ışık_prizma (4. plan için).phz

Bu bölümde algodooda beyaz ışığın renklerine ayrıldığı sahne açılarak öğrencilere sorulur. Beyaz ışık içinde bulunan çeşitli renklerin prizmadan geçerken birbirinden ayrılmasının nedeni ne olabilir? Birden fazla cevap verecekleri için bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu desteklenmiştir.

2. Keşfetme:

Giriş bölümündeki sorulardan alınan cevaplara göre bu bölümde ışığın ayrılmasının sebebinin kırılmaya uğradığından dolayı olduğu keşfeder. Işığın hızı ortamların türüne (hava, su, cam gibi) göre değişebilir. Işık ışınları yoğunlukları farklı iki ortamı ayıran sınıra geldiğinde doğrultu değiştirir. Işığın doğrultusunu değiştirmesine de kırılma denir. Işık ışınları ortamları ayıran sınıra geldiklerinde gelme açılarına ve ortamların yoğunluklarına göre farklı miktarlarda kırılabilir. Keşfettiği bilginin açıklama bölümünde yaptığı deney ve çalışma ile pekiştirmesi sağlanır.

3. Açıklama:

Bu bölümde aşağıdaki deney yapılır. Daha sonra ikinci aşama olarak ne umdum ne buldum bölümü olan çalışma kâğıdında sorulara cevap verilir. Ardından algodoo üzerinde deney esnasındaki gözlemleri ve deney sonrasındaki açıklamalardan yararlanarak çizim yapmaları istenir. Burada STEM in teknoloji, matematik ve mühendislik boyutu desteklenmiştir. Algodoo programı üzerinde olmasından dolayı STEM'in teknoloji boyutu desteklenmiştir. Öğrencilerin yetenekleri ölçüsünde yapacakları çizimden dolayı STEM mühendislik boyutu desteklenmiştir. Son olarak her öğrenci kendi yaratıcılıklarını kullanarak yapacakları çizim ve ortaya çıkaracağı sahneden dolayı bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu desteklenmiştir.

Deneyin yapılışı:

- Resimdeki düzeneği kurunuz.
- Yarıdan biraz fazla su dolu beherglasın içindeki suyu tebeşir tozu vb. ile bulanık hale getiriniz.
- Işık ışınları gönderilir.
- Işık kaynağından gelen ışın demetini görebilmek için üstten tebeşir tozu dökün.
- Işığın kırıldığını görebildiniz mi?
- Sonuçları tartışınız.



4.BÖLÜM- Ne Umdum Ne Buldum?

Arkadaşlarınızla birlikte tartışarak gözlemlediğiniz değişiklikleri değerlendiriniz ve aşağıdaki soruları cevaplayarak verilen boşluklara yazınız.

1. Yapmış olduğunuz deneyden nasıl bir sonuç çıkardınız?

2. Bu sonucunuz deneye başlamadan önceki tahmininizle uyuyor mu? Uyuşmuyorsa sizce nedeni ne olabilir?

3. Kırılma olayının sebebi ortam değişikliği ile mi ilişkilendirilir? Açıklayınız.

4. Bulduğunuz sonuç "Işık, saydam bir ortamdan diğer bir saydam ortama girerken kırılmaya uğrar. " ise bunun sebebi sizce ne olabilir?

4. Derinleştirme:

YAKARIM ROMAYI DA YAKARIM



Bir gece Neron sarayında oturmuş yıldızlara nasıl gideceğini, nasıl bu kadar parlak göründüğünü düşünüyordu. Onları yakından görmenin bir yolu olsun istiyordu. Aklına bir kaç gün önce sarayını ziyarete gelen Çin elçileri geldi. Elçi çok yaşlı olduğu için yazıları okuyamıyor, bu yüzden cam bir aparatla yazıları büyütüyordu. Acaba aynı yolla yıldızları da görmek mümkün olabilir miydi? Hemen Sarayın baş bilgesini çağırdı. Durumu anlattı. Ne yapılabileceğini sordu.

Efendimiz dedi. Bahsettiğiniz şey bir mercektir. Kenarları incedir. Işığı toplar ve görüntüyü büyütür.

Böylece görmemizi kolaylaştırır. Yakını iyi göremeyen insanlarda bu ince kenarlı merceklerle daha rahat görürler.

-Hemen benim için bir tane yapın dedi Neron.

Bilge itiraz etmeden gitti. Bir sonraki gün elinde merceklerle geri geldi. Neron buna çok sevindi. Bilgeyi ödüllendirip gönderdi. Mercek dediği şey sanki bir su damlasına benziyordu. Hemen akşam olması lazımdı. Ama öğlenin en sıcak anıydı. O an Neron aklından çok tehlikeli bir şey geçirdi. Acaba bu merceklerle güneşi de izleyebilir miydi?

Merceği güneşe tuttu ama çok parlak olduğu için göremedi. Sinirlenip merceği camın yanındaki masaya, fermanların yanına bıraktı. Güneş ışınları mercek tarafından toplandı ve fermanları yakmaya başladı. Yangın önce masayı sardı, daha sonra yavaş yavaş sarayı. En sonunda şehre doğru yayılmaya başladı. İşte Roma'yı kül eden yangın böyle çıktı.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz. Verilen boşluklara tahminlerinizi yazınız.

1. Neronun kullandığı mercek neden yangına sebep olmuştur?
2. Metinden yararlanarak ince kenarlı mercekte ışık ışınlarının nasıl bir yol izlediğini açıklayınız?
3. Metinden yararlanarak ince kenarlı merceğin günlük hayatta kullanım alanlarını örnek vererek açıklayınız.

5. Değerlendirme:

Öğrencilerden ışığın izlediği yolu, kırılmaya uğradığını gösteren mercekleri de kullanarak algodoo programında bir araç tasarımları istenir. Bu değerlendirme etkinliği STEM mühendislik boyutu ile ilişkilendirilmiştir. Bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu desteklenmiştir. ASSURE tasarım modeli de dikkate alınmıştır.

6. HAFTA

Konu / Kavramlar : Işığın kırılması, mercekler (ince kenarlı mercekler, kalın kenarlı mercekler), odak noktası

Kazanımlar:

- İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler.
 - a. Ormanlık alanlara bırakılan cam atıklarının yangın riski oluşturabileceğine değinilir.
 - b. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez.
 - c. Matematiksel bağıntılara girilmez.
 - ç. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktaları çizimle gösterilir.
- Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiadaki kullanım alanlarına örnekler verir.
- Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.

Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.

Ders için hazırlanma (Hazırlık Bilgisi):

Bir önceki dersten öğrencilerin ikişer kişiden oluşan en az sekiz gruba ayrılmaları istenir. Grupların oluşturulamaması durumunda rastgele seçim yoluyla gruplar oluşturulur. Yine ders öncesinde oluşturulan gruplara uygun olarak sıraların düzenlenmesi sağlanır.

Şimdiki konunun anlaşılması için öğrencinin önceden bilmesi gerekenler:

Öğrenciler 5. Sınıfta ışığın farklı ortamlarda nasıl yayıldığını keşfetmiş, ışığın doğrusal bir yol ile yayıldığını kavramış ve bu durumu basit ışın çizimleriyle göstererek, ışığın yansıma şekillerini, maddeleri ışık geçirgenliğine göre sınıflandırma becerisini, tam gölgenin nasıl oluştuğunu tahmin etmeleri sağlanmış ve cisimlerin tam gölge boylarını etkileyen faktörleri kavramışlardır.

Zamanlama: 40+40 dk (iki ders saati)

Yaratıcılık alt boyutları:

Bu ders planında bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve orijinallik boyutlarına değinilmiştir.

Giriş:

Öğrencilere aşağıdaki metin okunur.

MERCEKLER BEYLİĞİ

Uzun Yollar Ötesinde Bir İmparatorluk Varmış...

Bu imparatorluk bilinenlerin çok daha ötesindeymiş.

Işık İmparatorluğunun yeryüzündeki bütün imparatorluklardan farklı olmasının sebebi ‘Işık’ mış. Beyliklerin sınırları ne coğrafik konumuna göre ne askeri durumuna göre ayrılmış. Tek büyük etmen Işığın karakteriymiş. Bu büyüğü imparatorlukta yolculuğa çıkan bir de gezginimiz varmış. Bir gün fen laboratuvarında daha önceden hiç görmediği kapıyı keşfetmiş ve açması ile mercekler beyliğinde bulmuş kendini. Etrafı gözlemledim. Yüksek binalar, ışıklandırmalar, büyük reklam panoları, mağazalar ile tamamıyla büyük bir şehirdeydim. Ama garip olan bir şey vardı. Reklam panoları devasa büyüklükte ve yolun ortasında, mağaza isimleri neredeyse tüm binayı kaplıyordu. Parkta banklar birbirine çok yakındı. Trafik lambaları ve işaretlerini saymıyorum bile. Onlar da devasaydı. İki arkadaş buluştum. Birbirlerinin suratlarına o kadar çok yakın baktılar ki sonra geri çekilip el sıkıştılar. Burada selamlaşma bu şekilde oluyor diye düşündüm. Meğer buradaki insanlar uzağı göremiyorlarmış. Eğer sesinden tanıyamıyorsa yüzüne yaklaşp bakmaları gerekiyormuş. Reklam panoları, trafik işaretleri bu yüzden büyükmüş. Ne yapabilirim diye düşünmeye başladım. Doktor değildim ki ben miyop veya hipermetrop hastalıkları tedavi edeyim, onlara gözlük vereyim. Gözlük yapmasını bile bilmezdim ki. Merceklerini nasıl ayarlayacaktım? Hem bu kadar görme sorunları var neden kimsede gözlük yoktu? Arkadaşlardan birine gözlüğü sorduğumda o ne der gibi yüzüme baktı. “Peki odak nedir, bunlarla ilgili bir bilgin var mı?” dedim. ‘Evet, Odak benim arkadaşım çağırayım mı?’ diye yanıt verdi. Odak nedir bilmiyorlardı ama Odak adında arkadaşı vardı. Odak’a isminin anlamını sorduğumda dedesinin ona bu adı verdiğini söyledi. Dedesi bilim insanıymış ve son nefesinde bile ona isminin çok önemli olduğunu ve anlamını öğrenmek için çalışması gerektiğini söylemiş. Ve şimdi iş çözülmeye başlamıştı. Onların mercekleri ve odak hakkında bilgiye ihtiyaçları vardı. Mercek beyliğinin problemi için yardım edebilir misiniz?

Keşfetme: Giriş bölümünde mercekler ve odak noktaları hakkında ön bilgiler yoklandıktan sonra öğrencilere algodoo programında açılan sahne ile odak noktasının ne olduğu keşfetmeleri sağlanır. Daha sonra yine program üzerinde ince ve kalın kenarlı mercek kullanarak öğrenciler odak noktasını bulurlar. Bu etkinlikte öğrenciler odak noktası, merceğe göre odak uzaklığı gibi kavramları kavrayacakları için STEM matematik boyutu desteklenmiştir. Algodoo programı üzerinde mercekler ve ışınları kullanarak odak noktalarını kendileri öğrenip çizmeleri ile STEM’ in teknoloji ve mühendislik boyutu desteklenmiştir.



mercek.odak.nokta.phz



çukur ayna.phz



tümsek ayna.phz

Açıklama: Işığın kırma durumlarından hareketle odak noktaları anlatılır ve kullanıldığı sınıf ortamında konuşularak açıklanır.

İnce kenarlı merceğin sağından ya da solundan asal eksene paralel olacak şekilde yollanan ışınların toplandığı noktaya merceğin odak noktası denir. Odak noktasının merceğe olan uzaklığı ise odak uzaklığı olarak adlandırılır. İnce kenarlı mercekte ışınlar yollanan yönün tersi yönünde yani sağ taraftan yollananlar sol, sol taraftan yollananlar ise sağ taraftaki bir noktada toplanır. Bu nedenle ince kenarlı merceğin iki odağı olup bu mercekte oluşan görüntüler cismin konumuna bağlı olarak belirli bir mesafede cisimden büyük ve düzdür.

Kalın kenarlı mercekte asal eksene paralel yollanan ışınlar ise bir noktadan çıkıyormuş gibi dağılarak kırılır. Kırılan ışınların uzantılarının kesiştirilmesiyle kalın kenarlı merceğin odak noktası bulunur. Kalın kenarlı merceğin de her iki tarafında odağı olup bu mercekte oluşturulan görüntüler cisimden küçüktür.

Günlük hayatımızda kullandığımız büyüteçlerde, dürbünlerde, göz kusurlarını gidermede, gözlük camlarında, mikroskop ve teleskoplarda merceklerden yararlanılır. İnce kenarlı

merceklerden yapılan büyüteçler bakılan cisimleri daha büyük gösterir. Gözlük camları ince veya kalın kenarlı merceklerden yapılır ve göz kusurlarını gidermede kullanılır.

Derinleştirme:

https://www.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.522/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=11e05287db969bcc72f3a63acd83b45cveresourceTypeID=3veloc=-1velocID=754e4050bd245ae0be5931791bacab4f öğrencilere bu video izletilerek merceklerin ışığı odak noktalarına göre kırıklarını ve isimlerini de buradan aldıkları belirtilir. Günlük hayatta nerelerde kullanıldığı sorularak öğrencilerin ön bilgileri yoklanır değerlendirme basamağına hazırlık yapılır.

Değerlendirme:

Merceklerin kullanım alanlarının çok geniş olduğu vurgulanır. Mikroskobun, periskobun, dürbün gibi aletlerin yapısında ve göz kusurlarının düzeltilmesinde mercek kullanıldığından bahsedilir. Bu aşamada öğrencilerden merceklerin odak noktaları ve merceklerin çeşidine göre ışığı kırma bilgilerinden hareketle algodoo programı üzerinde bir araç tasarımları sağlanır. Bu değerlendirme STEM mühendislik boyutu ile ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin merceklerin kullanım alanları ile ilgili birçok fikir söyleyebilecekleri için bilimsel yaratıcılığın akıcılık boyutu, birden fazla alanda fikir üretecekleri için esneklik boyutu ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca algodoo programı üzerinde araç tasarlama etkinliğinde öğrencilerin kazanım doğrultusunda özgün bir araç tasarlamasına imkan sağladığı için bilimsel yaratıcılığın orijinallik boyutu desteklenmiştir. Son kazanım olan, ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar, kazanımı desteklenmiştir.

EK-6: Kontrol Grubu Ders Planları HAFTA.1

KAZANIMLAR:

Konu / Kavramlar: Işığın soğurulması, cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi, güneş enerjisi

F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.

F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.

Işığın Soğurulması Nasıl Gerçekleşir?

Güneşli bir günde plajdaki kumlara çıplak ayakla bastığınızda kumların çok sıcak olduğunu fark edersiniz. Güneş alan balkon demirlerine dokunduğunuzda demirlerin sıcak olduğunu hissedersiniz. Kumun ve demirlerin sıcak olmasının nedeni ne olabilir? Güneş ışığı maddelerde sıcaklık değişimine neden olabilir mi? Işık ışınları aynı ortamda doğrusal yayılır. Kaynaktan çıkan ve doğrusal olarak yayılan ışık, madde ile karşılaştığında maddeden geçebilir, yansiyabilir ya da geçemez. Peki ışık maddeden geçemeyince ne olur? Bu durum maddede nasıl değişiklikler meydana getirir?

Dünya'nın ısı ve ışık kaynağı Güneş'tir. Güneş'teki ısı, ısıma yoluyla Dünya'ya ulaşır. Üzerine ışık gelen bazı cisimler, ışığı tutabildikleri için ısınır. Güneş ışığını doğrudan alan yerler gölge yerlere göre daha çok ısınır. Bu nedenle sıcak yaz günlerinde dinlenmek için bir ağaç, çardak ya da bina gölgesi tercih edilir. Işığın madde tarafından tutulması olayına **soğurulma** denir. O hâlde ışık altında bekletilen cisimler ışığı soğurur ve bu nedenle ısınır.

Sıcak bölgelerde binaların dış cepheleri genellikle açık renklere boyanır. Çünkü açık renkli cisimler

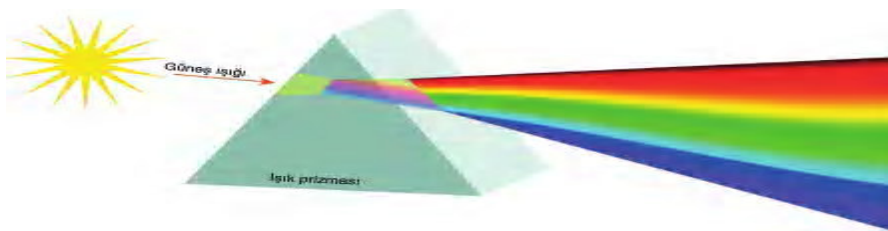
ışığı, koyu renklilere göre daha az soğurur. Açık renkli elbiseler, ışığı yansıtır ışığın az bir kısmını soğurduğu için daha serin tutar. Kışın koyu renkli, yazın ise açık renkli kıyafetler tercih edilmesinin nedeni de budur. Çöllerde kızgın Güneş ışığı altında yaşayan insanlar da bu nedenle genellikle beyaz kıyafetler giyerler.

Beyaz Işık Nasıl Oluşur?

Resimdeki sabun köpüğünü inceleyiniz. Üzerine ışık düşen sabun köpüğünde farklı renkler oluşması dikkatinizi çekti mi? Sizce bu renkler nasıl oluşur? Bir ışık kaynağından beyaz ışık çıkmasına rağmen farklı renklerin gözlemlenmesini nasıl açıklarsınız?



Beyaz olan güneş ışığının aydınlattığı cisimler farklı renklerde görülür. Bunun sebebi Güneş'ten bize ulaşan ışığın tüm renkleri içermesidir. Aslında beyaz ışık tek başına bir renk değil tüm renklerin birleşimi ile oluşan ışıktır. Güneş ışığı bir prizmadan geçirilirse, sabun köpüğünün yüzeyine bakılırsa yapısında bulunan renkler görülebilir.



Bir ışık kaynağından yayılan beyaz ışık da cam prizmadan geçtikten sonra kırmızı, turuncu, sarı,

yeşil, mavi ve mor renklere ayrılır. Gökkuşağı, Güneş'ten yayılan beyaz ışığın aslında birçok rengin bileşiminden oluştuğunu gösteren en güzel örneklerden biridir. Yağmur yağdıktan sonra ortaya çıkan Güneş ışınlarının yağmur damlalarında kırılması ve yansması sonucu rengârenk gökkuşağı oluşur. Gökkuşağı; kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor renkleri ve bunların ara tonlarını içerir.

HAFTA.2

Konu / Kavramlar: Işığın soğurulması, cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi, güneş enerjisi

F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.

Renk filtrelerine girilmez.

Cisimler Nasıl Renkli Görünür?

Beyaz ışığın tüm renkleri içerdiğini öğrendiniz. Güneş ışığı beyaz ışık olmasına rağmen etrafınızdaki cisimler neden farklı renklerde görünür?

Cisimler bazı renkteki ışınları soğururken bazılarını yansır. Yansıyan ışınlar gözünüze ulaştığında

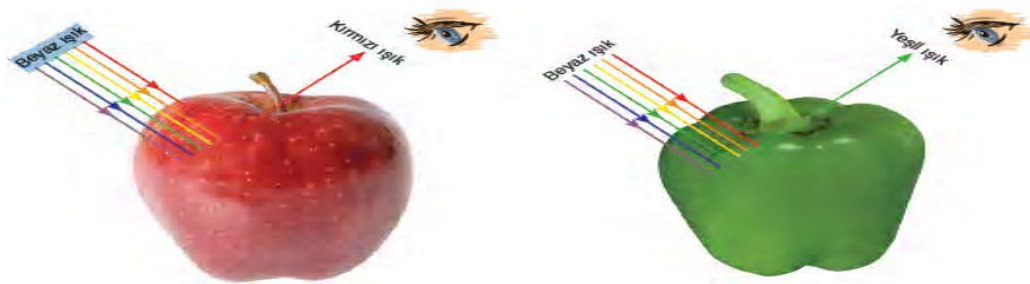
o cisimleri görebilirsiniz. Cisimler yansıtıkları ışığın renginde görülür. Bir cisim, üzerine gelen beyaz

ışıktan kendi rengindeki ışığı ve kendisine yakın renkteki ışıkları yansır; diğerlerini soğurur. Örneğin;

kırmızı bir elma, üzerine gelen Güneş ışınlarından kırmızı rengi yansıtırken diğer renkleri soğurur. Bu

nedenle elma, kırmızı görünür. Yeşil biber ise üzerine gelen beyaz ışıktan sadece yeşil rengi yansıttığı

için yeşil görünür.



Üzerine gelen beyaz ışığın tamamına yakınıni yani beyaz ışığın tüm renklerini yansıtan cisimler beyaz görünür. Beyaz ışık altındaki kar, bu nedenle beyaz görünür.

Siyah cisimler, üzerine gelen ışığın tamamını soğurur. Yansıyan ışık olmadığı için cisim, siyah görünür. Kömürün siyah görünmesinin nedeni de üzerine gelen ışığın rengi ne olursa olsun tüm ışığı soğurmasıdır.

Beyaz cisimler, üzerlerine gelen ışığı aynen yansır. Beyaz ışıpta beyaz görünen bir cisim hangi renk ışıkla aydınlatılıyorsa o renkte görünür. Beyaz ışık altında kırmızı görünen bir cisim kendi rengi dışındaki bir ana renkle aydınlatılırsa yansıyan ışık olmayacağı için siyah görünür. Çünkü kırmızı olan cisim, bu renkteki ışığı soğurur. Örneğin kırmızı bir şapka mavi ışık altında siyah görünür.

HAFTA.3

Konu / Kavramlar: Işığın soğurulması, cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi, güneş enerjisi

F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiadaki 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.

Güneş Enerjisi

Nükleer enerji dışındaki bütün enerjilerin dolaylı veya direkt kaynağı Güneş'tir. Örneğin; rüzgâr, Güneş ışınlarının sıcaklık farkı meydana getirmesi sonucu oluşur. Güneş enerjisi, son yıllarda üzerinde en fazla araştırma yapılp geliştirilen enerji kaynakları arasındadır. Acaba güneş enerjisi nerelerde kullanılır?

Besinlerin kurutulması ve seralar güneş enerjisinin tarım alanındaki uygulamalarındandır. Bu sistemler ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle besin kurutma, kış mevsiminde yetişmeyen ürünlerin, kışın da tüketilebilmesi ve uzun süre saklanabilmesi için güneş enerjisinin günlük yaşamdaki uygulamalarından biridir.

Güneş ocakları; iç yüzeyi alüminyum folyo gibi yansıtıcı maddelerle kaplanmış, Güneş ışığını toplayan araçlardır. Çanak ya da kutu şeklindeki bu araçlardan yemek pişirmekte yararlanılır. Güneş enerjisinden, sıcak su elde edilmesinde yararlanılır. Bunun için çatılara güneş enerjisini ısıya dönüştüren kolektörler yerleştirilir. Bu kolektörler Güneş ışığını soğurarak suyun ısıtılmasını sağlar. Isıtılan sular, sıcak su ihtiyacının karşılanmasında kullanılır. Birçok binanın ısıtılmasında bu yöntemden yararlanılır.

Güneş bacaları; güneş enerjisini önce ısı enerjisine, sonra kinetik enerjiye ve son olarak da elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Bu sistemlerde bacanın yüksekliği arttıkça üretilen elektrik enerjisi miktarı da artar.

Güneş pilleri; Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için güneş pillerinden yararlanılır. Güneş pilleri bu özellikleri sayesinde pek çok alanda kullanılmaktadır. Park ve bahçe aydınlatmalarında, küçük çapta yapılan sulamalarda ve elektrikli araçların çalıştırılmasında bu güneş pillerinden yararlanılır. İçerisinde güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren güneş pillerinin bulunduğu hesap makineleri ve saatler günlük yaşamda kullanılmaktadır. Evlerin çatısına yerleştirilen güneş panelleri sayesinde elektrik üretilmektedir. Güneş panellerinin ürettikleri enerji, büyüklükleriyle orantılıdır. Cep telefonu, tablet gibi taşınabilir cihazları şarj etmek için küçük güneş pilleri kullanılmaktadır. Bu piller sayesinde aydınlık ortamlarda şarj edilebilen cihazlar yaşamınızı kolaylaştırır.

Gelecekte Güneş enerjisi çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Enerji şebekesine erişimi olmayan alanlarda elektrik üretmek, sınırlı miktarda temiz su bulunan bölgelerde suyu damıtmak ve uzayda uyduları çalıştırmak için de kullanılabilir.

HAFTA.4

Konu / Kavramlar: Düz ayna, çukur ayna, tümsek ayna.

F.7.5.2. Aynalar

Önerilen Süre : 6 ders saati

Konu / Kavramlar: Düz ayna, çukur ayna, tümsek ayna.

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.

Aynalar ve Kullanım Alanları

İlk ayna, metal yüzeylerin parlatılmasıyla elde edilmiştir. 17. yüzyıla kadar, yüzeyi iyice parlatılmış düz metal levhalardan yapılan aynalar, daha sonraları yerlerini bir yüzü çok ince bir metal katmanıyla kaplanmış cam levhalara bırakmıştır. O dönemde aynalar, cam levhaların bir yüzeyleri cıva ile kaplanarak yapılırken günümüzde genellikle cam levhaların bir yüzü ince bir gümüş tabakası ile sırlanarak elde edilir. Bazen gümüş yerine alüminyum ya da altın da kullanılır.

Aynalar yapılarına göre farklı isimlerle adlandırılır. Düz bir camın arkası sırlandığında yansıtıcı yüzeyleri düz olan aynalar elde edilir. Bu tür aynalara düz ayna adı verilir. Eğri bir camın bir yüzeyi sırlandığında ise yansıtıcı yüzeyi eğri olan küresel aynalar elde edilir. Küresel aynanın iç yüzeyi yansıtıcı olanına çukur ayna, dış yüzeyi yansıtıcı olanına ise tümsek ayna adı verilir. Örneğin metal bir kürenin iç yüzeyi parlatılıp ayna yapılırsa çukur ayna, dış yüzeyi parlatılırsa tümsek ayna elde edilmiş olur.

Düz Ayna

Düz aynalar evlerde, iş yerlerinde, mağazalarda, kuaförlerde, alışveriş merkezlerinde, marketlerde ve daha pek çok yerde kullanılır. Saçınızı taramak, elbisenizi düzeltmek için kullandığınız boy aynaları birer düz aynadır. Ayrıca otomobillerdeki dikiz aynaları da düz aynadır. Dişlerinizi fırçalarken, saç kurutma makinesiyle saçınızı kuruturken ya da saçınıza şekil verirken banyoda bulunan düz aynalardan yararlanırsınız. Periskop, emniyetli mesafelerden hedefi, görünmeden incelemeye yarayan bir araçtır. Genellikle denizaltı ve tanklarda bulunan periskopun yapısında farklı açılarla yerleştirilen düz aynalar kullanılır. Bu araç sayesinde denizaltı su içerisindeyken suyun üstü rahatlıkla izlenebilmektedir. Sinema gösterimi, sunum yapma gibi alanlarda kullanılan projeksiyon makinesinin yapısında düz aynalar kullanılır. Bu makine sayesinde istenilen görüntüler büyük ekranlara yansıtılabilmektedir.

Çukur Ayna

El feneri ve araba farları gibi aydınlatma araçlarında çukur aynalar kullanılır. Bu araçların içerisindeki ampulün arkasında bulunan çukur ayna, ampulden çıkan ışığın bu aynadan yansıtılarak yoğun bir ışık demeti elde edilmesini sağlar. Böylece karanlık ortamlar aydınlatılır.

Çukur aynalar, cisimleri olduğundan daha büyük gösterebilme özelliğine sahiptir. Bu özellik sayesinde diş hekimlerinin kullandığı bazı aletlerde çukur aynadan yararlanılır. Diş hekimleri, kullandıkları çukur ayna ile dişleri daha büyük görebilmekte ve daha rahat çalışabilmektedir.

Makyaj aynaları da bir çukur aynadır. Bu tür aynalar cisimleri daha büyük gösterebildiği için daha ayrıntılı görüntü sağlayabilmektedir. Bayanların çantalarında taşıdıkları çift kapaklı aynalardan biri de genellikle çukur aynadır. Gök cisimlerini gözlemlemek için kullanılan bazı teleskopların yapısında da çukur aynalar vardır. Teleskopların içindeki çukur aynanın büyüklüğü arttıkça gök cisimleri daha net incelenebilmektedir.

Tümsek Ayna

Tümsek aynalar daha geniş alanları gösterdiği için taşıtlarda yan ayna olarak kullanılır. Sürücü şerit değiştirmek istediğinde arkadan gelen araçları bu aynalara bakarak kontrol edebilir. Bu sayede hatalı şerit değiştirmeden kaynaklanan trafik kazaları önlenir. Özellikle güvenlik kontrol noktalarında kullanılan araç altı arama aynaları birer tümsek aynadır. Bu aynalar araçların altında tehlikeli maddelerin yer alıp almadığını belirlemek amacıyla kullanılır. Güvenlik amacıyla bazı kavşaklarda tümsek aynalardan yararlanılır. Bu aynalar sayesinde görüş açısının yeterli olmadığı kavşaklarda meydana gelebilecek trafik kazaları önlenir. Tümsek aynalar otoparklarda, mağazalarda ve büyük marketlerde de kullanılır.

Aynalarda Oluşan Görüntüler Nasıldır?

Düz aynalarda cismin ve oluşan görüntünün aynaya olan uzaklıkları birbirine eşittir. Aynada oluşan görüntü ile cisim simetriktir. Bir düz aynanın karşısında sol elinizle dişlerinizi fırçalarken aynada sağ elinizle fırçalıyormuş gibi görünürsünüz. Aynaya yaklaştığınızda görüntünün size yaklaştığını, aynadan uzaklaştığınızda ise görüntünün sizden uzaklaştığını fark edersiniz. Aynadaki görüntünün bu özelliği nedeniyle itfaiye ve ambulans gibi araçların önündeki yazılar aynaya göre simetrik yazılır. Bu sayede sürücüler trafikte arkadan gelen itfaiye ve ambulans gibi araçların yazılarını dikiz aynasına bakarak doğru okuyabilir.

Çukur aynada oluşan görüntünün özellikleri cismin yerine göre değişkenlik gösterir. Cismin aynaya göre uzaklığı değiştikçe cisimden küçük, büyük ya da cisme göre eşit boyutlarda görüntüler elde edilebilir. Cisim, çukur aynaya çok yakın mesafedeyken görüntü, düz ve büyük olur. Cisim, çukur aynadan uzaklaştıkça görüntü ters olur ve görüntünün büyüklüğü giderek azalır. Metal bir kaşığın iç yüzeyine hiç baktınız mı? Baktıysanız kendinizi nasıl gördünüz? Metal kaşığın iç yüzeyi bir çukur ayna gibidir. Kaşığın iç yüzeyine baktığınızda kendinizi ters görürsünüz. Kaşığı ileri geri hareket ettirdiğinizde görüntünüzün değiştiğini fark edersiniz.

Metal kaşığın dış yüzeyi tümsek ayna gibidir. Kaşığın tümsek yüzeyine baktığınızda kendinizi düz ve küçük görürsünüz. Parlak bir kürenin dış yüzeyi de tümsek ayna gibidir. Bu yüzeydeki görüntü tıpkı metal kaşığın dış yüzeyinde olduğu gibi düz ve küçüktür. Tümsek aynalarda cisim nerede olursa olsun görüntü her zaman düz ve cisimden küçük olur. Bu nedenle tümsek aynalar daha geniş alanları gösterir.

HAFTA.5

Konu / Kavramlar: Işığın kırılması, mercekler (ince kenarlı mercekler, kalın kenarlı mercekler), odak noktası

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.

F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.

Işık Nasıl Kırılıyor?

Bir ortamda yayılan ışık saydam maddelerden geçer ve opak bir maddeyle karşılaşmadığı sürece doğrusal bir yol izler. Işığın saydam ortamdan başka bir saydam ortama geçerken doğrultu değiştirmesine ışığın kırılması denir. Çayın içindeki kaşığı kırılmış gibi görmeniz, akvaryuma üstten baktığınızda içindeki balıkları yüzeye yakın bir yerde sanmanız, çok sıcak havalarda asfalt yolda giderken yolda bir su birikintisi varmış gibi görmeniz ışığın kırılmasının birer sonucudur.

Acaba ışık hızı her ortamda aynı mıdır? Işığın hızı, içinden geçtiği ortamın yoğunluğuna bağlıdır. Işığın boşluktaki hızı doğadaki en yüksek hız olarak kabul edilir. Ortamın yoğunluğu arttıkça ışığın hızı azalır. Örneğin hava ortamından daha yoğun olan su ortamına geçen ışığın hızı azalır, sudan havaya geçen ışığın hızı ise artar. Işık, farklı ortamlardan geçerken hızının değişmesi, ışığın doğrultu değiştirmesine; dolayısıyla kırılmasına neden olur. Saydam bir ortamdan farklı bir saydam ortama gelen ışık bu iki ortamı ayıran sınıra çarpar. Ortamları ayıran sınırdan dik olarak çizilen sanal doğru parçasına yüzeyin normali adı verilir. Önceki sınıflarda ışığın yansıması konusunda tanımladığınız bu kavram kırılma olayının açıklanmasında da kullanılır. Farklı iki saydam ortamın sınırına gelen ışının, yüzeyin normali ile yaptığı açıya gelme açısı, diğer ortama geçerken kırılan ışının, normalle yaptığı açıya ise kırılma açısı adı verilir.

Işık çok yoğun saydam ortamdan az yoğun saydam ortama geçerken yüzey normalinden uzaklaşarak kırılır. Örneğin cam ortamdan hava ortamına gönderilen ışığın hızı arttığı için normalden uzaklaşır. Eğer ışık az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçiyorsa normale yaklaşarak kırılır. Işık, su ortamından cam ortamına geçerken bu durumu gözlemleyebilirsiniz. Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama gelen ışık bazen diğer ortama geçemez. Bu durumda yüzeye paralel olarak kırılabilir. Işığın kırılma açısı 90° olduğu andaki gelme açısına sınır açısı denir.

HAFTA.6

Konu / Kavramlar: Işığın kırılması, mercekler (ince kenarlı mercekler, kalın kenarlı mercekler), odak noktası

F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler.

- Ormanlık alanlara bırakılan cam atıklarının yangın riski oluşturabileceğine değinilir.
- Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez.
- Matematiksel bağıntılara girilmez.
- İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktaları çizimle gösterilir.

F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiadaki kullanım alanlarına örnekler verir.

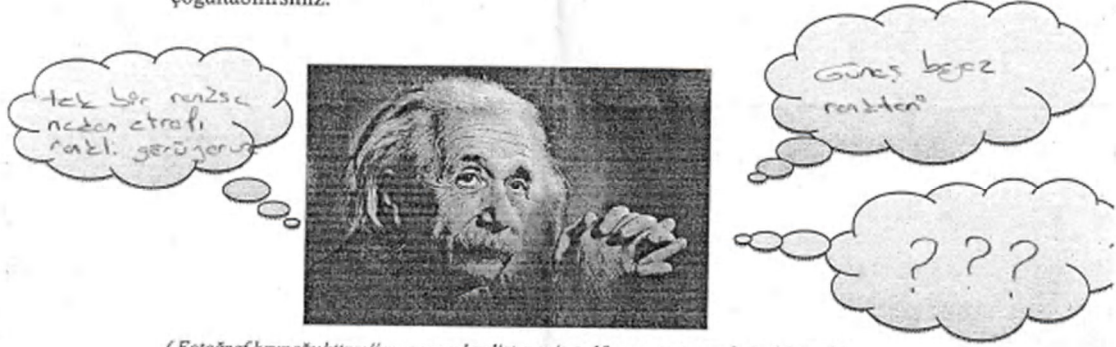
F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.

Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.

EK-7: Öğrenci Örnek Çalışma Kağıdı

1. BÖLÜM- Problem Baloncukları

Anlatılan hikâye ile ilgili problemleri baloncuklar içine yazınız. Sizden hepsini doldurmak istenmemektedir. Ancak verilen baloncuk sayısı az ise kağıt üzerinde çoğaltabilirsiniz.



(Fotoğraf kaynağı: <https://www.wonderslist.com/top-10-smartest-people-in-history/>)

2. BÖLÜM- Sorulara Cevap Arıyorum

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz. Verilen boşluklara tahminlerinizi yazınız.

1. Cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesinin sebebi ne olabilir?

Cisimler

Siyah, beyaz ve renkli görünmenin sebebi cisimlerin hangi rengi dışarı yansıtır diyorken sorarsanız o rengi görürüz

2. Bitkilerin yapraklarını neden yeşil renkte görürüz?

Bitki yeşil rengi yansıtır diğer renkleri soğurduğu için

3. Cisimleri farklı renklerde görmemiz beyaz ışığın hangi özelliği ile ilişkilidir?

Göreceğimiz rengi yansıtmaması diğer renkleri soğutması

4. Işığın beyaz renkte olduğunu biliyorsak cisimleri nasıl siyah renkte görebiliyoruz?

Bütün renkleri soğutması

EK-8: ASSURE Tasarım Modeli Örnek Ders Planı

Ders: Fen bilimleri

Sınıf: 7

Konu: Işığın madde ile etkileşimi

Model: ASSURE tasarım modeli

1. Öğrenenlerin analizi

- Öğrencilerin genel özellikleri:

Sınıf :7

Sınıf mevcudu: 26 kişi (11 erkek 15 kız)

Yaş: 11-12

Genel Yetenekleri: okuma, yazma, görme, duyma

Özel Durum: farklı köken veya kaynaştırma öğrencilerinin var olması durumunda buna dikkat edilerek anlatım gerçekleştirilmelidir.

- Öğrenme Stilleri:

Görsel, işitsel, kinestetik gibi bireylerin bilgiyi alma ve işleme biçimleri farklıdır.

- Giriş Yeterlikleri: öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgileri kazanımları kazanmaları açısından önem arz etmektedir. Fen bilimleri soyut ve karmaşık zihinsel eylemler içerdiğinden öğretmenin öğrenenlerin ön koşul anlamında sahip oldukları yeterlikler hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Ne bildiklerine dikkat edilirse hedeflenen örneklem için uygun materyaller ve yöntemler belirlenebilir (Adedapo ve Opoola, 2021).

2. Hedeflerin Belirlenmesi

Hedeflenen öğrenci kitlesi incelenip analiz edildikten sonra hedefler belirlenir.

Hedef kazanımlar:

- Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.
- Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.
- Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.

Performansların kabul edilir düzeyi:

Öğrenenlerin derste başarılı olduklarını kabul edebilmek için yapılan uygulama ve ölçme değerlendirme testleri sonucunda uygulama yapılan toplam saatin %65 oranında başarılı olmaları gerekmektedir. Bu genelleme öğrenenlerin performanslarının kabul edilebilir durumu olarak belirtilir (Adedapo ve Opoola, 2021).

3. Yöntem, Medya ve Materyallerin Seçimi

Mevcut materyallerin seçimi: Dersin daha iyi anlaşılabilmesi için akıllı tahta, bilgisayar gereklidir. Basılı materyaller ise ders kitapları, yardımcı kitaplar, prizma, mercek, termometre, kumaş.

Mevcut materyallerin incelenmesi: ilgili konuya yönelik teknolojik tabanlı materyaller seçilir, sorun veya eksiklik varsa gerekli düzenlemeler yapılır. öğrenenlerin oturma düzenleri ayarlanır.

Yeni materyallerin geliştirilmesi: Etkinlik kağıtları ve dijital içerikli etkinlikler hazırlanır. Çıktıları alınarak dağıtılır. Öğrencilerin cevaplaması veya yapması gereken boşluklar anlatılarak sınıfça tartışma ortamı sağlanır (Adedapo ve Opoola, 2021).

4. Medya ve Materyallerin Kullanımı

Ortam ve materyallerin uygun duruma getirilmesi:

İstenilen düzeyde başarıyı sağlayabilmek için yöntemin, medya ve materyallerin etkin bir şekilde kullanılması gerekir. Öğrenenlerin bilgisayarları ve oturma düzenleri rahat görüş açısında düzenlenmelidir.

Öğrenme Deneyimlerin Sağlanması:

Işığın, aynaların ve renklerin hayatımızdaki öneminden yaşamdan örnekler vererek bahsedilir. Öğrenenlerin kavramları pekiştirmesi için hazırlanan etkinlikler ile öğrencilerin anlamlı öğrenmeleri sağlanır (Adedapo ve Opoola, 2021).

5. Öğrenenlerin Katılımı

Öğrenciler derste aktif oldukları derecede öğrenirler. Ders süresince deftere bir şey yazdırılmaz, öğrencilere eşit şekilde sorular sorulur bütün öğrencilere derse katılımına destek sağlanır. Ders sonrası fen günlüğü tutturularak anladıklarını doğrultuda anlatmaları istenir. Soru cevap, tartışma ortamları ile dersin en verimli şekilde ilerlemesi sağlanır (Adedapo ve Opoola, 2021).

6. Değerlendirme ve Revize Etme

Öğretim öncesi, süreci ve sonrası: uygulanabilirlik açısından öğretmenin hazırlığı ve eğitimi önemlidir. Etkinlikler hazırlanırken zamanın geniş olması ve öğretmenin yeterliği önem arz etmektedir. Yapılandırmacı öğrenme ortamına yönelik materyaller hazırlanmalı ve destek olacak materyaller hazırlanmalıdır (Adedapo ve Opoola, 2021).



EK-9: Pandemi Dönemi Veli izin Belgesi

Sayın Veliler, Sevgili Anne-Babalar,

Merhaba ben Burcu Ağtaş,

Kayseri Sarioğlu ilçesine bağlı bir devlet okulunda fen bilimleri öğretmeniyim. Erciyes üniversitesi fen eğitimi alanında yüksek lisans yapmaktayım. “STEM Temelli Algodoo Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Işığın Madde İle Etkileşimi Ünitesindeki Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi” isimli tez çalışmamı yürütmekteyim. Araştırmanın amacı Algodoo simülasyon programı ile “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinde geliştirilen STEM temelli etkinliklerin, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelenmesidir. Bu amacı gerçekleştirebilmek için çocuklarınız ile bilgisayar ağırlıklı uygulamalar yapmaya sizlerden izin alarak yapmaya başlamıştık. Ancak pandemi süreci dolayısıyla uygulamamız yarım kalmıştır. Tez çalışmamın devam edebilmesi için uygulamaları tamamlamak durumundayım. Her türlü önlemler alınarak, sosyal mesafeye dikkat ederek, dezenfektan, maske eldiven malzemeleri tarafımdan karşılanacak olup öğrencinin katılmasına izin verdiğiniz takdirde uygulamalar okulda yapılacaktır.

İzin vererek öğrencilerin bize sağlayacağı bilgiler çocukların bilimsel yaratıcılıklarını etkileyen faktörlerin saptanmasına önemli bir katkıda bulunacaktır.

Saygılarımızla,

Burcu AĞTAŞ

Fen Bilimleri Öğretmeni

Lütfen bu araştırmaya katılmak konusundaki tercihinizi aşağıdaki seçeneklerden size en uygun gelenin altına imzanızı atarak belirtiniz ve bu formu çocuğunuzla okula geri gönderiniz.

A) Bu araştırmaya tamamen gönüllü olarak çocuğum’nın katılımcı olmasına izin veriyorum. Çalışmayı istediğim zaman yarıda kesip bırakabileceğimi biliyorum ve verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı olarak kullanılmasını kabul ediyorum.

Baba Adı-Soyadı..... Anne Adı-Soyadı.....

İmza

İmza

EK-12: Veli İzin Belgesi

Sayın Veliler, Sevgili Anne-Babalar,

Merhaba ben Burcu Ağtaş,

Kayseri Sarioğlu ilçesine bağlı bir devlet okulunda fen bilimleri öğretmeniyim. Erciyes üniversitesi fen eğitimi alanında yüksek lisans yapmaktayım. “STEM Temelli Algodoo Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Işığın Madde İle Etkileşimi Ünitesindeki Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi” isimli tez çalışmamı yürütmekteyim. Araştırmanın amacı Algodoo simülasyon programı ile “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinde geliştirilen STEM temelli etkinliklerin, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelenmesidir. Bu amacı gerçekleştirebilmek için çocuklarınız ile bilgisayar ağırlıklı uygulamalar yapmaya ihtiyaç duymaktayım. Katılmasına izin verdiğiniz takdirde uygulamalar okulda ders saatinde yapılacaktır.

İzin vererek öğrencilerin bize sağlayacağı bilgiler çocukların bilimsel yaratıcılıklarını etkileyen faktörlerin saptanmasına önemli bir katkıda bulunacaktır.

Saygılarımızla,

Burcu AĞTAŞ

Fen Bilimleri Öğretmeni

Lütfen bu araştırmaya katılmak konusundaki tercihinizi aşağıdaki seçeneklerden size en uygun gelenin altına imzanızı atarak belirtiniz ve bu formu çocuğunuzla okula geri gönderiniz.

A) Bu araştırmaya tamamen gönüllü olarak çocuğum’nın katılımcı olmasına izin veriyorum. Çalışmayı istediğim zaman yarıda kesip bırakabileceğimi biliyorum ve verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı olarak kullanılmasını kabul ediyorum.

Baba Adı-Soyadı..... Anne Adı-Soyadı.....

İmza İmza

B) Bu çalışmaya çocuğumun’nın katılmasına ve katılımcı olmasına izin vermiyorum.

Baba Adı-Soyadı..... Anne Adı-Soyadı.....

İmza İmza

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER****Adı soyadı:****Burcu KARAKUZU****Uyruğu:****Türkiye (T.C)**