

STEAM (STEM+SANAT) EĞİTİMİNE YÖNELİK ETKİNLİK UYGULAMASI: AYNALAR VE IŞIK¹

Filiz Gülhan², Fatma Şahin³

ÖZ

Bu araştırmada Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik [STEM] eğitime yönelik 5E modeline dayalı bir etkinlik uygulaması gerçekleştirilmiştir. Etkinlik planı 7. sınıf Fen Bilimleri dersindeki “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması” ünitesine yönelik olarak, araştırmacılar tarafından tasarlanmıştır. Araştırma 2017-2018 eğitim-öğretim yılında 30 öğrenciden oluşan bir 7. sınıfta uygulanmıştır. STEAM odaklı 5 etkinlik, 5 hafta (toplamda 20 ders saati) süresinde tamamlanmıştır. Öğrenciler grup çalışmasıyla mühendislik tasarım sürecini uygulayarak etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. Etkinliklerde temel olarak kaleydoskop, yansıtıcı heykel, güneş fırını, spektroskop ve ışık gösterisi aracı tasarımları yapılmıştır. Araştırmada yapılan gözlem ve görüşmeler sonucunda öğrencilerin olabildiğince yaratıcı tasarımlar ortaya çıkardıkları belirlenmiş ve etkinliklerle uğraşmayı sevdiklerine yönelik olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmanın öğretmenlere ve araştırmacılara yönelik, STEAM eğitiminin sınıf uygulaması hakkında somut bir örnek içerdiği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: STEAM, STEM, sanat, 5E, fen bilimleri etkinliği.

ACTIVITY IMPLEMENTATION INTENDED FOR STEAM (STEM+ART) EDUCATION: MIRRORS AND LIGHT

ABSTRACT

In this research, an activity based on 5E model for STEAM education was implemented. The activity plan was designed by researchers for the “Reflection in the Mirror and Absorption of Light” in the 7th grade science class. The research was implemented in a 7th grade group of 30 students in 2017-2018 academic year. Five STEAM focused activities were completed over 5 weeks (20 hours in total). The students performed the activities by applying the engineering design process with group work. Kaleidoscope, reflective sculpture, solar oven, spectroscope, and vehicle of light show designs were generated in the activities. As a result of the observations and interviews made in the research, positive results have been obtained that students made creative designs as much as possible and liked to work with the activities. The activities shared in the article are concrete examples of STEAM education in classroom for teachers and researchers.

Keywords: STEAM, STEM, art, 5E, science activity.

Makale Hakkında:

Gönderim Tarihi: 07.07.2018

Kabul Tarihi: 07.08.2018

Elektronik Yayın Tarihi: 29.10.2018

¹Bu araştırmanın bir kısmı İstanbul Aydın Üniversitesi ve ICASE işbirliğiyle 8-10 Haziran 2018 tarihlerinde İstanbul Aydın Üniversitesi Florya Kampüsü’nde düzenlenen World STEM Education Conference (WSEC 2018)’de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

²Dr., MEB Güngören Mustafa Kemal Ortaokulu, filizgulhan@outlook.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7915-6299>

³Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, fsahin@marmara.edu.tr, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6291-0013>

GİRİŞ

Son yıllarda alan yazında önem arz eden disiplinlerarası yaklaşımların özellikle fen eğitimi açısından en önemli adımının Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik [STEM] eğitimi olduğu söylenebilmektedir. STEM eğitimi, küreselleşen dünyada STEM alanlarındaki bilgi ve becerilerin ülkelerin geleceğinde belirleyici rol oynaması üzerine önemli hale gelmiştir (Aydeniz, 2017). Artık “Fen ve matematik” eğitiminden STEM eğitime doğru bir geçiş söz konusudur (Sanders, 2009). STEM’de kullanılan mühendislik tasarım süreci; tekrarlamalı, birden çok çözüme açık, STEM disiplinlerine ait bilgi ve kavramların öğrenilmesine odaklı, sistemli düşünme, analiz ve modelleme unsurlarını içermelidir (Katehi, Pearson, & Feder, 2009). STEM eğitimi ile öğrenciler bu alanlarda çalışan kişilerin düşünme tarzını, problemlere yönelik bakış açılarını değerlendirerek yeni fikirler ve ürünler geliştirebilmektedirler.

STEM eğitimi düşüncesinin ortaya çıkışından sonra bu dört disipline yapılan ilavelerle kapsam genişletilmeye çalışılmıştır. Bu araştırmada konu edilen STEAM eğitimi, STEM alanlarına “sanat” boyutunun eklenmesiyle Georgette Yakman tarafından geliştirilen bir yaklaşımdır (Ayvacı & Ayaydın, 2017; Batı, Çalışkan, & Yetişir, 2017; Braund, 2015; Yakman, 2010). STEAM kısaltması ise ilk kez 2009 yılındaki Sanat Eğitimi için Florida Birliği’nin raporunda yer almıştır (Allina, 2018). STEAM’in en önemli gerekçelerinden biri, sanatın STEM alanlarındaki düşünme tarzından farklı olmayıp, birçok mühendis ve bilim insanının sanatçı yaratıcılığıyla çalışmalarını şekillendirdiği gerçeğidir (Plonczak & Zwirn, 2015; Watson & Watson, 2013). STEAM ile yaratıcılık ve yeniliğin canlandırılması hedeflenmektedir (Daugherty, 2013). STEAM eğitiminin temel amaçları; öğrencilerin bireysel farklılıklarının gözetilmesiyle aktif katılımlarının sağlanması (Allina, 2018; Cook & Bush, 2018), yaratıcılıklarının desteklenmesi (Allina, 2018; Braund, 2015; Sparkes, 2017), disiplinlerarası düşüncelerinin geliştirilmesi (Tenaglia, 2017) ve nihai sonuç olarak STEM kariyer alanlarına olan ilgilerinin geliştirilebilmesi (Sochacka, Guyotte, & Walther, 2016) olarak özetlenebilmektedir.

Bu araştırma 2013 yılında yayımlanan ve araştırma sürecinde uygulamada olan Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] müfredatına göre hazırlanmıştır. Araştırma yedinci sınıf düzeyi ikinci döneminde yer alan “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğrulması” ünitesine yönelik olarak yapılmıştır. MEB (2013) öğretim programına göre; üniteye aynalar konusu için iki, ışığın soğrulması konusu için dört kazanım bulunmaktadır ve ünite için önerilen süre 16 ders saatidir.

ETKİNLİKLERİN UYGULANMASI

Araştırma 2017-2018 eğitim-öğretim yılında İstanbul’daki orta sosyoekonomik düzeyde öğrencilerin bulunduğu bir devlet ortaokulunda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada uygulama yapılan yedinci sınıfta 30 öğrenci (16 kız, 14 erkek) bulunmaktadır. Öğrenciler başarı durumlarına ve cinsiyetlerine göre heterojen gruplar oluşturacak şekilde dağıtılarak birbirine denk altı grup elde edilmiştir. Etkinliklerin uygulanması beş hafta (20 ders saati) sürmüştür.



Şekil 1. Etkinlik Planı Organizasyon Şeması

Etkinlikler araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. STEAM eğitimi yaklaşımına yönelik olarak etkinliklerin fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat boyutlarını içermesi sağlanmıştır. Ünite etkinlik planının genel teması ise “Leonardo da Vinci ve O’nun optik çalışmaları”dır. Etkinliklerin uygulanması sırasında “Biliyor musunuz?” bölümlerinde, işlenen konu alanına dair Leonardo’nun optik çalışmalarından örnekler sunulmuştur. STEAM’e yönelik etkinlik planının kurgulanmasında 5E modelinden yararlanılmıştır (Şekil 1). Bu model giriş (engage), keşfetme (explore), açıklama (explanation), derinleştirme (elaboration) ve değerlendirme (evaluation) olmak üzere beş basamaktan oluşmaktadır (Bybee vd., 2006). Basamaklarda yapılan işlemler etkinlik planlarında açıklanmıştır. Etkinlik planı uygulanırken fen bilgisi boyutunun geri planda kalmaması için ders kitabından yararlanılmış, özellikle planın keşfetme ve açıklama

basamaklarında ders kitabındaki açıklamalardan da yararlanılmıştır. Kullanılan ders kitabı Tuncel (2017) tarafından yazılan Fen Bilimleri yedinci sınıf ders kitabıdır. Tasarımların temelini oluşturan mühendislik tasarım sürecindeki (Cunningham & Hester, 2007; Doğan, Savran Gencer, & Bilen, 2017; Gülhan, 2016) beş basamak ise (sor, hayal et, planla, yarat, geliştir) planların derinleştirme basamağında uygulanmıştır. Mühendislik tasarım süreci basamaklarında yapılması gerekenler ile ilgili şema Ek 1’de sunulmuştur (Gülhan, 2016, s. 50). Mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler “sor” basamağında yapılması istenen aracı tanımaya ve deneyde keşfettikleri konu alanı ile ilişkisini tespit etmeye çalışırlar. İkinci basamak olan “hayal et” basamağında gruplarıyla beraber araçlarının nasıl olması gerektiğiyle ilgili tartışarak hayal ettikleri aracın çizimini “grup çizimi” olarak resmederler. Üçüncü basamak olan “planla” basamağında öğrenciler araç için gerekli olan, mümkün olabildiğince diğer gruplardan farklılık oluşturacak malzemeleri belirlerler. Malzemeleri hangi grup arkadaşlarının nereden temin edeceği konusunda konuşurlar. Bir sonraki derste ise malzemelerin getirilmesiyle beraber “yarat” basamağına geçilir ve öğrenciler grup arkadaşlarıyla beraber çizdikleri plana göre malzemelerini birleştirerek tasarımlarını gerçekleştirirler. Bu esnada öğretmen sürekli olarak grupları gözlemler ve takıldıkları noktalarla ilgili önerilerde bulunur. Son basamak olan “geliştir” basamağında ise ortaya çıkan tasarımda gerek işlevsel gerek görsel sorunlar veya geliştirilmesi gereken yönler olduğunda öğrenciler grup arkadaşlarıyla beraber tasarımlarında değişiklikler yaparak araçlarına son hâlini kazandırmış olurlar.

Etkinlik planlarının değerlendirme basamağında Gülhan (2016) tarafından geliştirilen “Ürün Değerlendirme Rubriği” (Ek 2) kullanılmıştır. Rubrik istenirse akran değerlendirmesi olarak da kullanılabilir.

Etkinliklere hazırlık aşaması olarak “Bu ünite bir bilim insanı, optik mühendisi, matematikçi, teknoloğ ve sanatçı gibi düşünerek kendi sanatsal ve bilimsel tasarımlarımızı yapacağız.” denilerek ünite boyunca işlenecek tema açıklanır. Öncelikle öğrencilere “optik mühendisliği” ve ünite boyunca optik çalışmalarıyla öğrencilere yol

gösterici kişi olarak Leonardo da Vinci tanıtılır. Öğrencilere Leonardo da Vinci’nin tasarımlarına ait çizimleri, en bilinen tabloları gösterilir. Bu ünite Leonardo gibi çok yönlü düşünerek tasarımları yapmalarının istendiği belirtilir. Mühendislik tasarım süreci açıklanır ve tasarımlarında gruplarıyla beraber bu basamakları izlemeleri istenir. Üniteye beş konu başlığına yönelik etkinlik planları sunulmuştur. İlk iki etkinlik aynalar, diğer üç etkinlik ışığın soğurulması konusundadır.

Birinci Etkinlik: Düz Aynalar

Düz aynalar etkinliği, “7.4.1.1. Ayna çeşitlerini gözlemler ve kullanım alanlarına örnekler verir.” kazanımına yönelik tasarlanmıştır ve 4 ders saati sürmüştür.

Giriş. Aynalar konusuna giriş “Günlük hayatımızda aynaları nerelerde kullanıyoruz? Farklı ayna türleri var mıdır? Boy aynası ile arabaların yan aynası arasındaki görüntü farklılıkları nelerdir?” gibi düşündürücü sorular ile yapılır. Aynaların günlük hayatımızdaki yeri ve düz aynanın görüntü özellikleriyle ilgili düşünceleri ve sınıf tartışması yapmaları istenir.

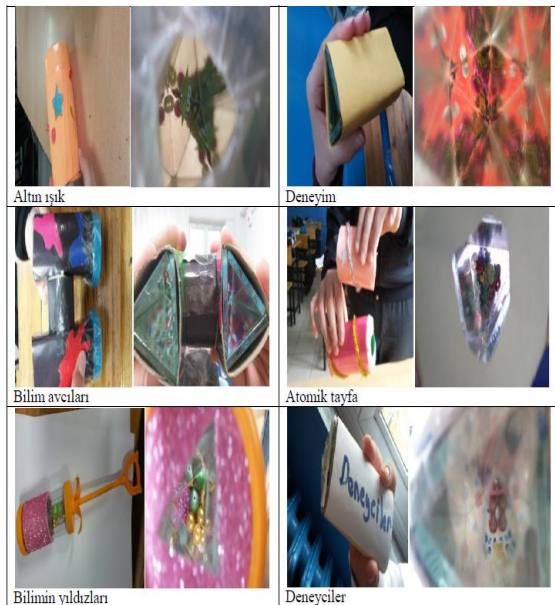
Keşfetme. Her gruba birer düz ayna verilerek öğrencilerden simetri deneyini yapmaları istenir. Bu deney kapsamında öğrencilerden gazete veya dergilerden kestikleri fotoğraflarla aynalarda görüntü oluşturmaları istenir (Şekil 2). Ders kitabındaki deney daha da geliştirilerek düz aynada görüntü özelliklerini tespit etmeleri istenir. Bunun için öğrencilere “Görüntü düz mü, ters mi? Simetri nedir, aynaya tuttuğunuz yazı nasıl göründü? Cismi aynaya yaklaştırdıkça ve uzaklaştırdıkça neler oldu?” gibi sorular yöneltilerek bunların cevabını bulmaları ve arkadaşlarıyla beraber ortak sonuçlara varmaları istenir. Ek 3’te bir öğrenci grubunun yorumu görülmektedir.



Şekil 2. Öğrenci Gruplarının Düz Ayna Deneyi

Açıklama. Öğrenciler düzlem aynalarda görüntü özellikleriyle ilgili doğru sonuçlara ulaşp ulaşmadıkları konusunda öğretmen rehberliğinde sınıfça bir tartışma başlatırlar. Aynalarda görüntü ile ilgili animasyonlar izletilir. Öğretmen ders kitabından da yararlanarak öğrencilerle soru-cevap etkileşimine devam ederek düzlem aynalarla ilgili temel bilgi ve özelliklerin açıklanmasını sağlar. Böylece gruplar deneyde doğru sonuçlara ulaşmaları hâlinde bilgilerini pekiştirmiş, hatalı sonuçlara ulaşmaları hâlinde ise yanlışlarını düzeltmiş olurlar. “Biliyor musunuz?” bölümünde “Leonardo, geometri incelemelerinde aynadan yansıyan ışınları çizdi ve yansıma yasasını kullanarak, geliş açısının yansıma açısına eşit olduğunu buldu (Topdemir, 2012).” açıklaması ile Leonardo da Vinci’nin çalışmalarından bahsedilir.

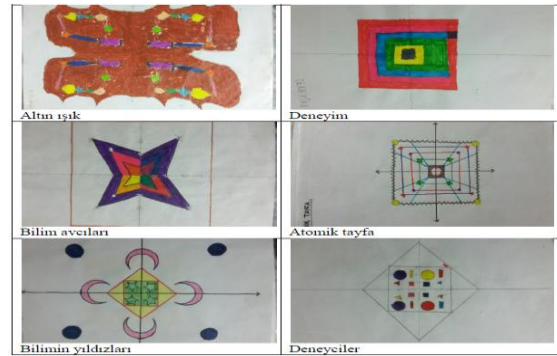
Derinleştirme. Bu aşamada öğrenciler kaleydoskop yaparlar. Öğrencilere aracı tanıtarak tasarımlarına destek olmak amacıyla kaleydoskopla ilgili videolar izletilir. Öğrenciler düz aynalarla, beş basamaklı mühendislik tasarım sürecini kullanarak kaleydoskoplarını yaparlar (Şekil 3). Kaleydoskop yapımında kâğıt havlu rulosu veya cips kutusu kullanılabilir. Kaleydoskopta boncuk, hazırlanan desenli renkli kâğıtlara bakılabilir.



Şekil 3. Öğrenci Gruplarının Kaleydoskopları ve Renkli Görüntüleri

Resim sanatı ile ilgili olarak, kaleydoskop yapımından sonra bir resim kâğıdına koordinat

sistemi çizimi yapmaları istenir ve kesişen dört ayna varmış gibi bir desenin koordinatlardaki simetrik görüntüsünü çizmeleri istenir. Birden çok ayna kullanarak kesişen görüntü özelliklerini keşfetmek için, bazı desenlerin simetrik görüntülerini çıkarmaları ve bunları boyamaları istenir (Şekil 4). Bu aşamada, resim sanatı için elişi kâğıdı ile kolaj çalışması yapılabilir veya Picasso’nun Kübizm akımından esinlenilebilir.



Şekil 4. Öğrenci Gruplarının Çizdikleri Simetri Resimleri

Değerlendirme. Konu ile ilgili alıştırmalar yapılır. Ürün değerlendirme rubriği ile puanlamalar öğretmen tarafından yapılır ve öğrencilere açıklanır. Öğrencilerin etkinlikten çıkardıkları sonuçlar ve etkinlik sürecinde yaptıklarına yönelik yansıtıcı yorumları değerlendirilir. Etkinliğin STEAM boyutları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Birinci Etkinliğin STEAM Boyutları ve İçerikleri

Boyutlar	İçerikler
Fen	Düzlem aynalar
Teknoloji	Animasyon izleme
Mühendislik	Tasarım süreci (kaleydoskop yapımı)
Matematik	Koordinat sistemi çizme ve belirleme, kâğıt üzerine simetrik görüntü çizimleri, ayna-görüntü uzaklık hesaplamaları
Sanat	Resim sanatı- renkli malzemelerle görüntü oluşturma, boyalarla çizme

İkinci Etkinlik: Çukur ve Tümsek Aynalar

Çukur ve tümsek aynalar etkinliği “7.4.1.1. Ayna çeşitlerini gözlemler ve kullanım alanlarına örnekler verir.” ve “7.4.1.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.” kazanımlarına yönelik tasarlanmıştır ve 4 ders saati sürmüştür.

Giriş. Küresel aynalarla ilgili giriş için “Düz aynadan başka ayna çeşitleri var mıdır?

Görüntü özellikleri nasıldır?” gibi sorular yöneltilir. Küresel aynaları daha önce görüp görmedikleri, küresel aynaların hangi alanlarda kullanılabileceği, küresel aynalardaki görüntünün düz aynalardaki görüntüden farklarını düşünmeleri ve sınıf tartışması yapmaları istenir.

Keşfetme. Her gruba birer çukur ve tümsek ayna verilerek deney yapmaları ve cisim uzaklığına göre görüntü özelliklerini incelemeleri istenir. “Görüntü düz mü, ters mi? Cismin konumuna göre görüntü özellikleri değişiyor mu? Cismi aynaya yaklaştırdıkça ve uzaklaştırdıkça neler oldu?” sorularını deneyleri ile cevaplandırmaları sağlanır. Çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntü özelliklerini karşılaştırarak bazı genellemelere ulaşmaları istenir.

Açıklama. Öğrenciler küresel aynalarda görüntü özellikleriyle ilgili doğru sonuçlara ulaşmış olup olmadıkları konusunda öğretmen rehberliğinde sınıfça bir tartışma başlatırlar. Çukur ve tümsek aynalarda görüntü ile ilgili animasyonlar izletilir. Öğretmen ders kitabından da yararlanarak öğrencilerle soru-cevap etkileşimine devam ederek küresel aynalarla ilgili temel bilgi ve özellikleri açıklanmasını sağlar. “Biliyor musunuz?” bölümünde “Leonardo, bir şeyleri yakmak için çukur ayna kullanıp gün ışığını odaklandırırdı. Yansıyan ışınların girift olarak kesişmesine hayrandı. Küresel aynalarda, ışınların asal eksen boyunca bir alanda toplandığını gösterdi. Parabolik aynalar ışınları tek bir noktaya topladığı için ‘yakıcı aynalar’dı. (Topdemir, 2012).” açıklaması ile Leonardo da Vinci’nin küresel aynalarla ilgili çalışmalarından bahsedilir.

Derinleştirme. Sanatçı Anish Kapoor’ın Chicago’daki Bulut Kapısı adlı eseri gösterilir ve bilgiler verilir, bu heykelin aslında yansımayı sağlayan bir çukur ayna olduğu belirtilir. “Şimdi de çukur ve tümsek ayna kullanarak yansıtıcı tasarım yapalım” denilerek görüntüyü net elde etme değil, sanatsal amaçlı bir yansıtıcı tasarım yapmaları istenir (Şekil 5). Ek 3’te bir öğrenci grubunun tasarım öncesindeki çizimi görülmektedir. Bu etkinlikte alternatif materyaller olarak, çukur ve tümsek ayna yerine kaşık, tencere, cezve gibi metal eşyalar veya alüminyum folyo kullanılabilir.

“Yansımanın diğer sanat alanlarındaki etkilerine devam edelim.” denilerek farklı sanat dallarındaki yansıma özellikleri belirtilir. Edebi sanat kapsamındaki yansıma sanatı (akıs), aynı ifadenin, cümlelerin devamında ters çevrilmesiyle yapılan bir söz sanatıdır Örneğin; “Her yokuşun bir düzü, her düzün bir yokuşu vardır”. Öğrencilere “Siz de buna benzer bir söz üretin” denilerek düşünmeleri istenir. Üretilen özlü sözler sınıfta paylaşılır.



Şekil 5. Öğrenci Gruplarının Yansıtıcı Heykel Tasarımları ve Ürettikleri Edebi Sözler

Fotoğraf sanatı ile ilişkilendirme yapmak için ayna, su birikintileri, metal eşyalar gibi düz veya küresel yansıtıcı unsurların kullanılmasıyla çekilen fotoğraflara örnekler gösterilir ve günlük hayatlarında bunlar gibi bir yansıma fotoğrafı çekmeleri istenir. Fotoğraflar sınıfta paylaşılır (Şekil 6).



Şekil 6. Öğrenci Gruplarının Günlük Hayatta Karşılaştıkları Yansımalarla İlgili Görseller

Değerlendirme. Konu ile ilgili alıştırmalar yapılır. Ürünler rubrikle puanlanır. Öğrencilerin etkinlikten çıkardıkları sonuçlar ve etkinlik sürecinde yaptıklarına yönelik yansıtıcı yorumları değerlendirilir. Etkinliğin STEAM boyutları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. İkinci Etkinliğin STEAM Boyutları ve İçerikleri

Boyutlar	İçerikler
Fen	Küresel aynalar
Teknoloji	Animasyon izleme, Fotoğraf çekimi
Mühendislik	Tasarım süreci (yansıtıcı heykel yapımı)
Matematik	Görüntü çizimleri-geometri
Sanat	Heykel sanatı- yansıtıcı heykel, Edebi sanat-akış, Fotoğraf sanatı- yansıma

Üçüncü Etkinlik: Işığın Soğrulması

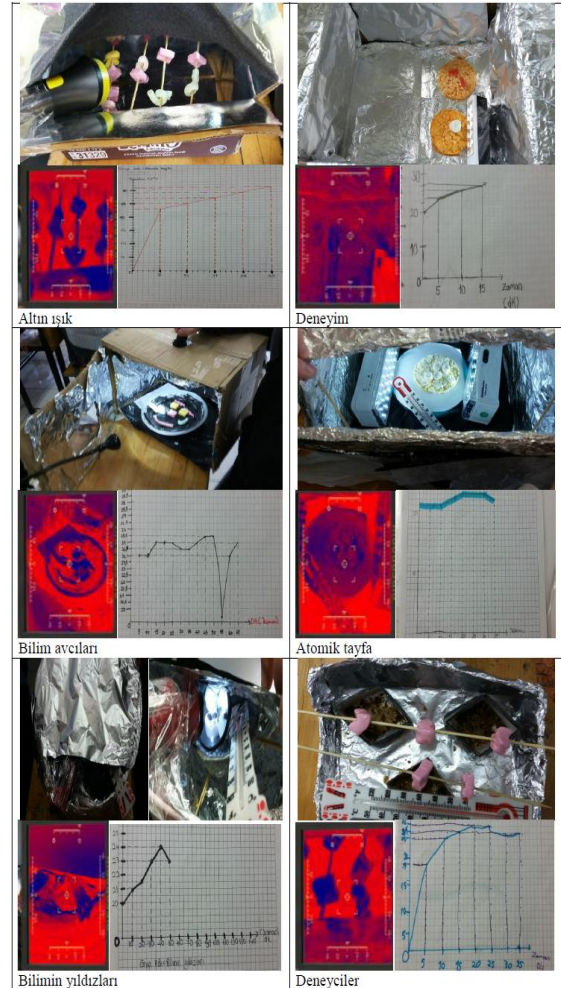
Işığın soğrulması etkinliği “7.4.2.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğrulanabileceğini keşfeder.” ve “7.4.2.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yeniyeleç uygulamalarına örnekler verir ve kaynakların etkili kullanımı bakımından Güneş enerjisinin önemini tartışır.” kazanımlarına yönelik tasarlanmıştır ve 4 ders saati sürmüştür.

Giriş. Konuya dikkat çekici sorularla giriş yapılır. “Soğrulma nedir? Soğrulmanın renklerle ilişkisi var mıdır? Soğrulmanın günlük hayatımızdaki etkileri nelerdir?” soruları yöneltirilerek ışıqla ilgili günlük hayatta karşılaştıkları durumlarla ilgili düşünmeleri ve sınıf tartışması yapmaları sağlanır.

Keşfetme. Keşfetme süreci için siyah ve beyaz kumaşlara sarılan cisimlerin sıcaklıklarının değişimlerinin karşılaştırıldığı deney yapılır. “Hangi renk sıcaklığın daha çok artmasına sebep oldu? Sıcaklık artışı ile renk arasında nasıl bir ilişki kurulabilir?” sorularını cevaplandırarak sonuçlara varmaları sağlanır. Ek 3’te öğrencilerin deney sırasındaki kayıtlarını içeren çalışma kâğıdı verilmiştir.

Açıklama. Öğrenciler soğrulma olayı ile ilgili doğru sonuçlara ulaşp ulaşmadıkları konusunda öğretmen rehberliğinde sınıfça bir tartışma başlatılır. Işığın soğrulması konusu ile ilgili animasyonlar izletilir. Öğretmen ders kitabından da yararlanarak öğrencilerle soru-cevap etkileşimine devam ederek soğrulma ile ilgili temel bilgi ve özelliklerin açıklanmasını sağlar.

Derinleştirme. “Eski çağlardaki insanların yiyeceklerini pişirmek için kullandıkları güneş fırını yapabilir miyiz? Güneş etkisiyle yiyecekleri pişirebilir veya eritebilir miyiz?” denilerek alternatif malzemeler ve güneş fırınının yapısı hakkında düşünmeleri istenir. Bu etkinlikte, ayna kullanarak ışığın etkisi daha da artırılabilir, ısı kaybı olan yerler siyaha boyanarak sıcaklık artışı sağlanabilir. “Fırının sıcaklık artışını termometreyle izleyin ve grafiğini çizin.” denilerek matematik uygulaması yapmaları istenir. Bunun için öğretmen tarafından cep telefonuna ücretsiz olarak indirilebilen termal kamera uygulamasıyla hangi bölgelerde ısı artışı olduğunun gözlemlenmesi, böylece öğrencilerin teknolojik bir gelişmeden yararlanarak tasarımlarını daha doğru incelemeleri ve ısı kaybı olan yerleri tespit ederek gerekli değişiklikleri yapmaları sağlanır (Şekil 7).



Şekil 7. Öğrenci Gruplarının Güneş Fırını Tasarımları, Termal Kamera Görüntüleri ve Sıcaklık-Zaman Grafikleri

Yemek sanatıyla ilişkilendirme yapılır. “Kolay pişen veya eriyen bir malzeme kullanarak (jelibon şeker, marşmelov, çikolata veya renkli hamurların kek kalıplarına konarak pişirilmesi gibi) güneş fırınıımızı deneyelim” denilerek ve internet sayfalarından örnekler gösterilerek öğrencilerden özgün bir çalışma yapmaları istenir (Şekil 8).



Şekil 8. Öğrenci Gruplarının Yemek Sanatı Ürünleri

Değerlendirme. Konu ile ilgili alıştırmalar yapılır. Ürünler rubrikle puanlanır. Öğrencilerin etkinlikten çıkardıkları sonuçlar ve etkinlik sürecinde yaptıklarına yönelik yansıtıcı yorumları değerlendirilir. Etkinliğin STEAM boyutları Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Üçüncü Etkinliğin STEAM Boyutları ve İçerikleri

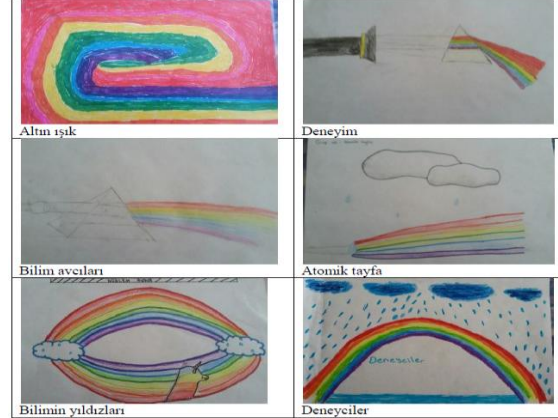
Boyutlar	İçerikler
Fen	Siyahın ışığı emmesi ve siyah cisimlerin daha sıcak olması
Teknoloji	Animasyon izleme, termal kamera uygulaması
Mühendislik	Tasarım süreci (güneş fırını yapımı)
Matematik	Termometreyle sıcaklık ölçümü ve zamana göre kaydetme, grafik çizme
Sanat	Yemek sanatı

Dördüncü Etkinlik: Beyaz Işık

Beyaz ışık etkinliği “7.4.2.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.” kazanımına yönelik hazırlanmıştır. Dört ders saati sürmüştür.

Giriş. Konuya “Işığın içerisinde başka renkler olabilir mi? Işık renkleri ile boya renkleri aynı mıdır?” gibi sorular yardımıyla giriş yapılır. Gökkuşağı görüp görmedikleri, gökkuşağında hangi renklerin olduğu ile ilgili düşünceleri ve sınıf tartışması yapmaları istenir.

Keşfetme. Beyaz ışığı oluşturan renklerin keşfedilmesi için bir avize kristali veya CD ile prizma deneyi yapılır. Prizma deneyindeki gökkuşağı renklerindeki ışınlar sırasıyla (kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor) kâğıda çizilir. Öğrenciler bu kısımda da yaratıcılıklarını kullanarak kendilerine özgü sanatsal çalışmalar yapabilirler (Şekil 9).



Şekil 9. Öğrenci Gruplarının Gökkuşağı Renkleriyle Yaptıkları Resimler

Açıklama. Öğrenciler beyaz ışığın renklere ayrılmasıyla ilgili doğru sonuçlara ulaşmış olmaları konusunda öğretmen rehberliğinde sınıfça bir tartışma başlatılır. Konu ile ilgili animasyonlar izletilir. Öğretmen ders kitabından da yararlanarak öğrencilerle soru-cevap etkileşimine devam ederek beyaz ışığın içindeki renk bileşenleri ile ilgili temel bilgi ve özelliklerin açıklanmasını sağlar. “Leonardo prizmayla beyaz ışığı bileşenlerine ayırdığı deney için şunları yazmıştır: ‘Su dolu bir bardağı, Güneş ışınları diğer yanından üstüne vuracak biçimde, bir derinliğe yerleştirirseniz; bardağın içinden geçen ve pencerenin altındaki karanlığa düşen Güneş ışınlarının izinde renklerin oluştuğunu görürsünüz’ (White, 2001’den aktaran Topdemir, 2012, s.47)” açıklaması ile Leonardo da Vinci’nin ışığın kırılması ile ilgili çalışmalarından bahsedilir.

Derinleştirme. “CD’den spektroskop yapalım” denilerek öncelikle aracın tanıtılması ve tasarıma bu şekilde destek olmak amacıyla videolar gösterilir. Daha sonra mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasıyla tasarımın yapım aşamasına geçilir (Şekil 10). Müzik sanatı ile de ilişkilendirme kurulur. “Lights” adlı İngilizce pop şarkısının sınıfta dinlenmesi ile müzik boyutuna geçiş yapılır.



Şekil 10. Öğrenci Gruplarının Tasarladıkları Spektroskopların Dış Görünüşü ve Oluşan Gökkuşağı Görüntüleri

Değerlendirme. Konu ile ilgili alıştırmalar yapılır. Ürünler rubrikle puanlanır. Öğrencilerin etkinlikten çıkardıkları sonuçlar ve etkinlik sürecinde yaptıklarına yönelik yansıtıcı yorumları değerlendirilir. Etkinliğin STEAM boyutları Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Dördüncü Etkinliğin STEAM Boyutları ve İçerikleri

Boyutlar	İçerikler
Fen	Işığın renklere ayrılması, prizma
Teknoloji	Animasyon, müzik klipi izleme
Mühendislik	Tasarım süreci (Spektroskop yapımı)
Matematik	Prizmadan kırılan ışınları gökkuşağı renkleriyle sırasıyla cetvelle çizme, spektroskopta CD’nin yerleştirme açısının ayarlanması
Sanat	Resim sanatı- prizma ışın çizimi Müzik sanatı

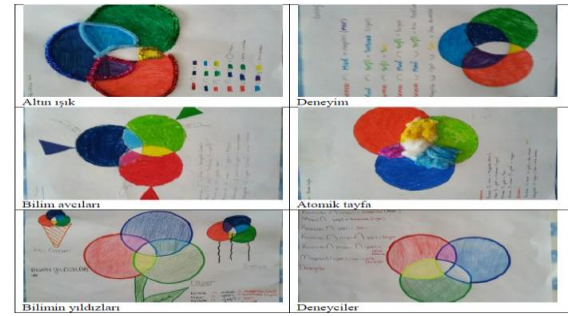
Beşinci Etkinlik: Cisimlerin Renkli Görünmesi

Cisimlerin renkli görünmesi etkinliği “7.4.2.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıtması ve soğrulmasıyla ilişkilendirir.” kazanımı hedeflenerek tasarlanmıştır. Etkinlik 4 ders saati sürmüştür.

Giriş. Öğretmen tarafından “Renkler bir araya geldiğinde neler olur? Renkli ışık gösterisi

gördünüz mü?” gibi sorular yöneltilerek giriş yapılır. Öğrencilerin cisimlerin renkleri, birden fazla rengin bir araya gelmesiyle hangi renklerin oluşabileceği ile ilgili düşünceleri ve sınıf tartışması yapmaları istenir.

Keşfetme. Işık renklerinin incelenmesi için fenerlerin üst camlarının farklı renk kalemlerle boyanması ve böylece farklı ışık renklerinin üst üste getirilmesiyle oluşan ara renklerle ilgili deney yapılır. Renk oluşumu ile ilgili genellemelere varmaları sağlanır. Daha sonra ana renkler (kırmızı, yeşil, mavi) ile ara renklerin birleşimi ile ilgili Venn şeması çizimleri istenir (Şekil 11).



Şekil 11. Öğrenci Gruplarının Işık Renklerinin Birleşimini Gösteren Venn Şemaları

Açıklama. Öğrenciler ışık renklerinin birleşimi ile ilgili doğru sonuçlara ulaşp ulaşmadıkları konusunda öğretmen rehberliğinde sınıfça bir tartışma başlatırlar. Konu ile ilgili animasyonlar izletilir. Öğretmen ders kitabından da yararlanarak öğrencilerle soru-cevap etkileşimine devam ederek ışık renkleriyle ilgili temel bilgi ve özelliklerin açıklanmasını sağlar.

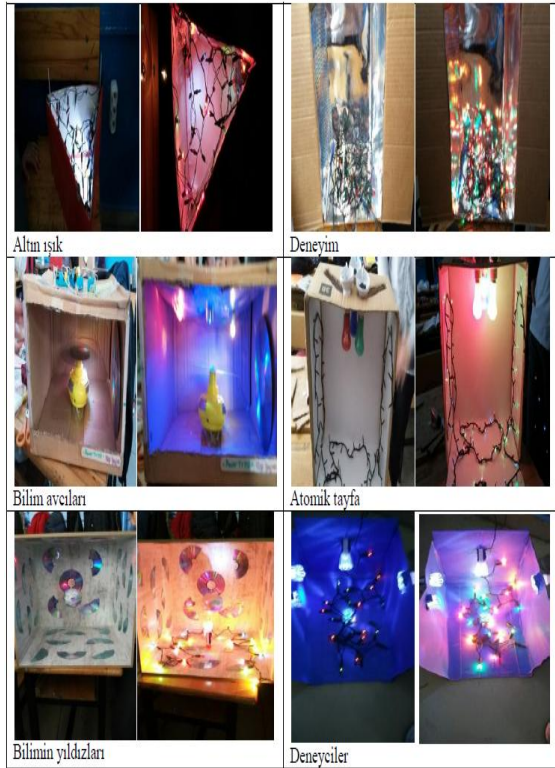
Derinleştirme. Işık renkleri ile boya renklerinin farklı olduğu ile ilgili açıklamalar yapılır ve boya renklerinin birleşimiyle ilgili video izletilir. Boya renklerinin karışımı ile oluşturulan yürüyen gökkuşağı-renk çemberi deneyleri izletilir. Eba ebru sanatı uygulaması ile (<http://f.eba.gov.tr/ebru/>) hem teknoloji hem de sanat boyutlarının bir arada uygulanması sağlanır (Şekil 12).

Işık sanatı ile ilişkilendirme yapılır. Öğretmen tarafından animasyonlar ve Almanya Unna’daki dünyanın ilk ışık sanatı müzesi ile ilgili görseller gösterilir. “Camı şeffaf renkli malzemeye kaplayarak, CD’ler, led ışıklar veya fenerler kullanarak gölge bir ortamda kendimize özgü bir ışık gösterisi aracı

oluşturalım. Farklı renkteki ışıkların üst üste gelmesiyle oluşan ara renkleri gözlemleyelim” denilerek ışık gösterisi aracını mühendislik tasarım sürecini kullanarak yapmaları istenir (Şekil 13). Sinema ve müzik sanatına ilişkin “Bir şarkı besteleyelim ve farklı renkteki ışıkları kullanarak yaptığımız ışık gösterisi aracını kullanarak şarkımıza klip çekelim.” denilerek bu boyutlara geçiş yapılır.



Şekil 12. Öğrenci Gruplarının Ebru Sanatı Uygulamasında Yaptıkları Tasarımlar



Şekil 13. Öğrenci Gruplarının Tasarladıkları Işık Gösterisi Araçlarıyla İlgili Görseller

Değerlendirme. Konu ile ilgili alıştırmalar yapılır. Ürünler rubrikle puanlanır. Ders kitabındaki ünite değerlendirme soruları yapılır. Güneş enerjisinin teknolojideki kullanım alanları (su ısıtma, deniz suyundan içme suyu elde etme) ile ilgili araştırma yapmaları ve poster yapmaları istenir ve

rubrikle değerlendirilir. Etkinliğin STEAM boyutları Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. Beşinci Etkinliğin STEAM Boyutları ve İçerikleri

Boyutlar	İçerikler
Fen	Cisimlerin renkli görünmesi
Teknoloji	Animasyon izleme, eba ebru uygulaması
Mühendislik	Tasarım süreci (ışık gösterisi aracı)
Matematik	Renk birleşimleri Venn şemaları (kesişim $A \cap B$, birleşim $A \cup B$ kavramları)
Sanat	Resim, Ebru, Işık, Müzik, Sinema

ETKİNLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uygulanan STEAM etkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla her gruptan seçilen birer öğrenci (toplamda altı öğrenci) ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğrenci seçiminde cinsiyet ve başarı durumlarına göre maksimum çeşitlilik örneklemesi (Yıldırım & Şimşek, 2008) yapılmıştır. Görüşme soruları araştırmacılar tarafından hazırlanmış (Ek 4) ve öğrencilerle 4-5 dakikalık görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde öğrencilerin verdikleri yanıtlar betimsel olarak analiz edilmiş ve bulgulara ulaşılmıştır. Bulgular öğrencilerin Ö1, Ö2 vb. biçimde kodlanmasıyla sunulmuştur.

Öğrencilerin etkinliklerde sevdikleri özellikler sorulduğunda; dört öğrenci (Ö1, Ö3, Ö4, Ö6) takım çalışmasını sevdiklerini vurgulamıştır. İki öğrenci (Ö3, Ö4) ise dersi daha iyi anladıkları yönünde görüş belirtmiştir. Aşağıda Ö3 kodlu öğrencinin yanıtı görülmektedir:

Dersi etkinliklerle daha iyi anladık. Yeni ürünler tasarladık ve ürünleri test ederek yaptığımız çalışmaları gözlemledik. Grup çalışması olduğu için arkadaşlarımızla yapmıştık. Bu şekilde konu daha da rahat anlaşıldı. Ürünleri kendimiz yaptığımız için herhangi bir sorun çıktığında kendimiz düzeltebiliyorduk.

Öğrencilerin etkinliklerde sevmedikleri özellikler sorulduğunda; tümü etkinlikleri yapı itibarıyla beğendiklerini fakat uygulama aşamasında bazı grup arkadaşlarının malzeme getirmeme veya tasarımla yeterince ilgilenmeme biçiminde sorunları olduğundan bahsetmişlerdir. Aşağıda Ö5 kodlu öğrencinin yanıtı görülmektedir:

Etkinliklerde hoşuma gitmeyen bir şey yoktu yani hepsi iyiydi. Ama takımıımızda

bazı arkadaşlarımızın üzerlerine düşen malzemeyi getirmeme sorunu vardı. Bundan dolayı 1-0 eksiktik.

Öğrencilerin etkinliklerin kendileri için faydalarını değerlendirmeleri istendiğinde; iki öğrenci (Ö3, Ö4) STEAM alanlarına ilgilerini artırarak bu alanların yaşamımıza olan katkılarını anlamalarını sağladığını belirtmiştir. İki öğrenci (Ö1, Ö4) fen konusunu daha iyi anlamalarını sağladığını ifade ederken, iki öğrenci ise (Ö1, Ö6) takım çalışması ve iletişiminin kendileri için faydalı olduğu yorumunu yapmışlardır. Aşağıda Ö1 kodlu öğrencinin bu soruyla ilgili cevabı görülmektedir:

Bilgilerimde daha iyi anlatım şekline sahip oldum. Konuyu daha iyi anladım. Mesela aynalar konusunda aynanın özelliklerini öğrendim. Becerilerde de arkadaşlarımızla yaptığımız birçok etkinlikte arkadaşlarıma yardımcı olmaya çalıştım ve gerçekten iyi oldu.

Öğrencilerin STEAM alanlarına yönelik düşünceleri sorulduğunda; dört öğrenci (Ö1, Ö2, Ö4, Ö5) sanat boyutunun en çok öne çıkan, ilgi çekici alanlardan olduğunu belirtmiştir. Aşağıda Ö4 kodlu öğrencinin soruyla ilgili cevabı görülmektedir:

Fen, tasarımlarımızda daha çok ön planda durdu. Teknolojiyi bütün tasarımlarımızda araştırma amacıyla göz önünde bulundurduk. Tasarımımızı ortaya koyma sürecimiz mühendislikle ilgiliydi. Tasarımımızı çizip sunmamız lazımdı. Matematik mühendisliğin içerisinde de var. Bazı işlemler yaptık, koordinat sistemiyle çalışmalar yaptık. Sanat, tasarımlarımızda en önemli şeylerden biriydi çünkü bunu mühendislik, matematik, fenle beraber göz önünde bulundurmamız ve sanatsal çalışma yapmamız zaten en önemli şeydi. Sanatla beraber bir sürü alanı birleştirdik ve ortaya güzel bir şey koyduk. Fiziksel yönden güzel olmasını sağlayan aslında sanattı. İnsanların dikkatini çeken de sanattı.

Öğrencilerin STEAM etkinliklerini tekrar uygulamayla ilgili istekleri sorulduğunda; tümü STEAM etkinliklerini sevdiklerini ve tekrar uygulamak istediklerini belirtmiştir. Dört öğrenci (Ö2, Ö3, Ö4, Ö6) fen derslerini bu şekilde daha iyi anlayabilecekleri yorumunu

yapmışlardır. Aşağıda Ö2 kodlu öğrencinin soruyla ilgili cevabı görülmektedir:

Evet isterdim, bu bizim el becerimizi geliştiriyor. Çok eğlenceli olurdu. Bazen derslerde sıkılabiliyoruz. Böyle şeyler yaptıkça derste sıkılmayız, eğlenceli olur.

Görüşmelerden elde edilen bulgular, STEAM etkinliklerinin öğrenciler tarafından olumlu olarak karşılandığını, yalnızca takım çalışmasından kaynaklı sorunlarla karşılaştıklarını göstermiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada 5E modeline göre hazırlanan STEAM (STEM+sanat) etkinliklerinin uygulaması yapılmıştır. Etkinlikler sırasında yapılan gözlemlerde öğrencilerin yaptıkları işlerden zevk aldıkları, bunu sözel olarak öğretmenlerine ifade ettikleri gözlenmiştir. Ayrıca etkinliklerle ilgili fotoğraflardan da görüldüğü üzere, öğrenciler yaptıkları tasarımlarda olumlu sonuçlara ulaşmışlar ve gruplar birbirlerinden farklı, özgün ve yaratıcı ürünler ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Bu araştırmanın kontrol-deney gruplu deneysel parçası olan Gülhan ve Şahin (2018) araştırmasında bu etkinliklerin öğrencilerin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda, öğrencilerin etkinliklerden hoşlandıkları, kendilerine katkı sağladığını düşündükleri, en çok sanat alanının ilgilerini çektiğini ve STEAM etkinliklerini tekrar yapmak istedikleri tespit edilmiştir. Benzer şekilde Özkan ve Umdü Topsakal (2017) da öğrencilerin STEAM etkinlikleri hakkında olumlu düşündüklerini bulmuştur.

Araştırmada oluşturulan STEAM ders planının en önemli özelliklerinden biri öğrencilerin kendilerinin belirleyebildiği ve kolaylıkla temin edebilecekleri malzemelerle yapılmasıdır. Etkinliklerde bazı öğrenciler alternatif malzemeleri tercih etmişlerdir. Bundan sonra yapılacak araştırmalarda alternatif malzemeler ve fikirlerin işe koşulmasıyla yeni ve farklı ürünler ortaya çıkarılabilir. Bir diğer öneri, daha etkili bir STEAM uygulaması için okuldaki farklı branş öğretmenlerinin işbirliği yapmasıdır. Her bir derste etkinliğin parçalarının yapılmasıyla sonuçta büyük tasarım görevlerine ulaşılabilecek planlar gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Allina, B. (2018). The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 77-87. doi:10.1080/10632913.2017.1296392
- Aydeniz, M. (2017). *Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası*. University of Tennessee, Knoxville. http://trace.tennessee.edu/utk_theopubs/17 adresinden erişildi.
- Ayvacı, H. Ş., & Ayaydın, A. (2017). Bilim teknoloji mühendislik sanat ve matematik (STEAM). S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM⁺_{A+E} eğitimi* (ss. 115-130). Ankara: Pegem Akademi.
- Batı, K., Çalışkan, İ., & Yetişir, M. İ. (2017). Fen eğitiminde bilgi işlemsel düşünme ve bütünleştirilmiş alanlar yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 91-103.
- Braund, M. (2015). A new STEAM age: Towards one culture for learning science. In M. Pehlivan (Ed.), *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences: International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology* (pp. 13-17). Antalya, Turkey: ISRES Publishing.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Colorado Springs, CO: BSCS and NIH.
- Cook, K. L., & Bush, S. B. (2018). Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades. *School Science and Mathematics*, 118, 93-103.
- Cunningham, C. M., & Hester, K. (2007). *Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children*. Presented at the ASEE Annual Conference and Exposition, Honolulu, HI. Retrieved from https://www.eie.org/sites/default/files/research_article/research_file/ac2007full8.pdf
- Daugherty, M. K. (2013). The prospect of an "A" in STEM education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(2), 10-15.
- Doğan, H., Savran Gencer, A., & Bilen, K. (2017). Fen ve mühendislik uygulaması: Yenilebilir ve yenilenebilir araba yarışması etkinliği üzerine bir durum çalışması. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 7(2), 62-85. <http://www.ated.info.tr/index.php/ated/isue/view/14> adresinden erişildi.
- Gülhan, F. (2016). *Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2018). STEAM (STEM+Sanat) etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 15(3), 1675-1699. doi:10.14687/jhs.v15i3.5430
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (Eds.). (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. National Academy of Engineering and National Research Council. Washington, DC: National Academies Press.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Ozkan, G., & Umdü Topsakal, U. (2017). Examining students' opinions about STEAM activities. *Journal of Education and Training Studies*, 5(9), 116-123.
- Plonczak, I., & Zwirn, S. G. (2015). Understanding the art in science and the science in art through crosscutting concepts. *Science Scope*, 38(7), 57-63.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sochacka, N. W., Guyotte, K. W., & Walther, J. (2016). Learning together: A collaborative autoethnographic exploration of STEAM (STEM+theArts) education. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 15-42.

- Sparkes, V. P. (2017). *STEAM nedir?* İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Tenaglia, T. (2017). *STEAM curriculum: Arts education as an integral part of interdisciplinary learning*. Messiah College Curriculum and Instruction Research Project, Parkway.
- Topdemir, H. G. (2012). Leonardo da Vinci'nin optik çalışmaları. *Dört Öge*, 2, 37-50.
- Tuncel, E. (2017). *Ortaokul fen bilimleri 7. sınıf ders kitabı*. Ankara: Mevsim Yayıncılık.
- Watson, A. D., & Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education. *Journal for Quality & Participation*, 36(3), 1-4.
- Yakman, G. (2010). *What is the point of STE@M?-A Brief Overview*. Retrieved from https://steamedu.com/wp-content/uploads/2016/01/What_is_the_Point_of_STEAM_A_Brief_Overv.pdf
- Yıldırım A., & Şimşek H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

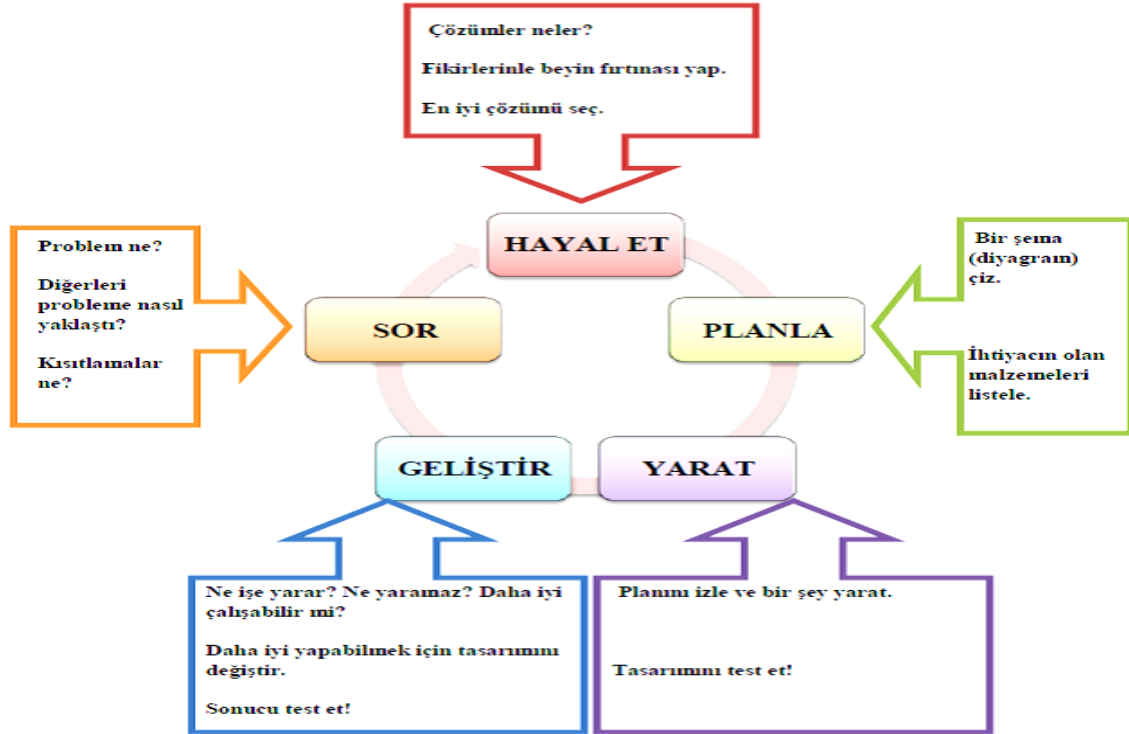
Kaynak Gösterme

- Gülhan, F., & Şahin, F. (2018). STEAM (STEM+Sanat) eğitime yönelik etkinlik uygulaması: Aynalar ve ışık. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 8(2), 111-126. <http://www.ated.info.tr/index.php/ated/issue/view/16> adresinden erişildi.

Ek 1

Mühendislik Tasarım Süreci

(Cunningham ve Hester (2007) çalışmasından yararlanılarak Gülhan (2016) tarafından Türkçe çevirisi yapılarak düzenlenmiştir.)



Ek 2

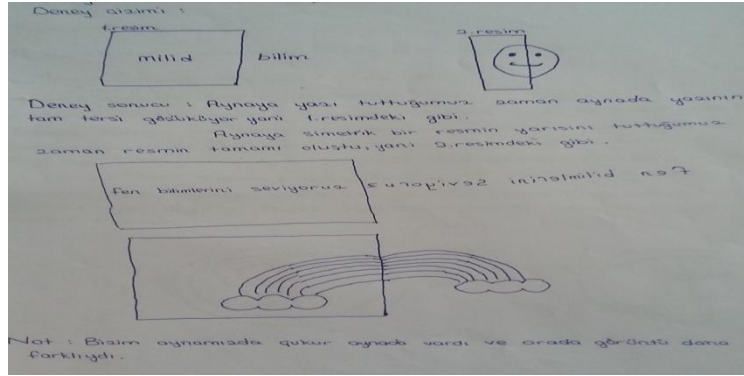
Ürün Değerlendirme Rubriği (Gülhan, 2016, s. 97)

KRİTERLER	Çok Zayıf (1)	Zayıf (2)	Orta (3)	İyi (4)	Çok iyi (5)
Tasarımın amaca uygunluğu					
Tasarımın orijinallliği					
Tasarımın işlevselliği					
Tasarımın görsel kalitesi					
Tasarımın kriterlere (koşullara) uygunluğu					

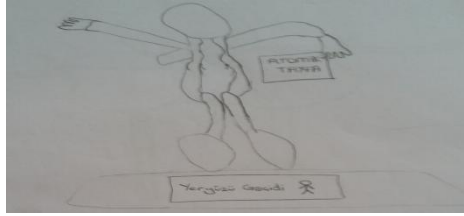
Ek 3

Öğrenci Çalışma Kağıtlarından Örnekler

Bir öğrenci grubunun birinci etkinlikte yaptığı deneyin çalışma kâğıdı



Bir öğrenci grubunun ikinci etkinlikteki tasarım için yaptığı çizim



Bir öğrenci grubunun üçüncü etkinlik için yaptığı deneyin çalışma kâğıdı

1- Sare / Gölgede Beyaz Kumaş / Fener Tutulmuş Beyaz K.		
0 dk	23 °C	24 °C
3 dk	23 °C	25 °C
6 dk	23 °C	26 °C
2- Sare / Fener Tutulmuş Beyaz Kumaş / Fener Tutulmuş Beyaz K.		
0 dk	24 °C	24 °C
3 dk	25 °C	26 °C
6 dk	26 °C	28 °C
1. Deneyin Sonucu: Gölgede bırakılan beyaz cismin sıcaklığında bir değişiklik olmamıştır. Fakat badece bu cismin fener tutulduğunda cismin sıcaklığında artış gözlenmiştir.		
2. Deneyin Sonucu: Siyah cisme ışık tuttuğumuzda beyaz cisme nazaran daha çok ısınmıştır. Bunun nedeni siyah cismin ışığı soğurup ışık enerjisini ısı enerjisine dönüştürdüğüdür. Yani koyu renkli cisimlerin ışığı daha çok soğurduğunu öğrendik.		

Ek 4

Görüşme Soruları

- 1) Uyguladığınız etkinliklerde sevdiğiniz yönler nelerdi? Açıklayınız.
- 2) Uyguladığınız etkinliklerde sevmediğiniz yönler nelerdi? Açıklayınız.
- 3) Uyguladığınız etkinliklerin kendi açınızdan faydaları olduğunu düşünüyor musunuz? Açıklayınız.
- 4) Etkinliklerdeki STEAM alanlarını tek tek değerlendirdiğinizde neler söyleyebilirsiniz? Hangi alanlar sizin için daha ön plandaydı?
- 5) Bu tür etkinlikleri başka dersler veya konularda da tekrar uygulamak ister misiniz?