



## The effects of STEAM (STEM+ Art) activities 7<sup>th</sup> grade students' academic achievement, STEAM attitude and scientific creativities

## STEAM (STEM+Sanat) etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi<sup>1</sup>

Filiz Gülhan<sup>2</sup>  
Fatma Şahin<sup>3</sup>

### Abstract

In this research was examined the effects of STEAM education seventh grade students' academic achievement, STEAM attitude and scientific creativity. In this research, it was used embedded experimental mixed method. The research was conducted in a middle school in Istanbul in the academic year of 2017-2018. The study group was consisted 33 students in the control group and 30 students in the experimental group. The STEAM activities developed using the 5E model for the "Reflection in the Mirror and Absorption of Light" unit by the researchers. The activities were applied in the experimental group for five weeks. In the result of the research, it was determined that the experimental group students' academic achievement and overall STEAM attitudes were with intermediate effect size and significantly improved according to the control group students. It was also determined that the scientific creativity of the students in the experimental group developed throughout the process.

### Özet

Bu araştırmada STEAM yaklaşımının yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi incelenmiştir. Araştırmada gömülü deneysel karma yöntem kullanılmıştır. İstanbul'daki bir ortaokulda 2017-2018 eğitim-öğretim yılında yapılan araştırmanın çalışma grubu; kontrol grubunda 33, deney grubunda 30 öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubunda "Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması" ünitesine yönelik 5E modeli kullanılarak araştırmacılar tarafından geliştirilen STEAM etkinlikleri, beş hafta süresince uygulanmıştır. Ünite boyunca "STEAM dehası-Leonardo da Vinci" teması işlenmiştir. Veri toplama araçları olarak; üniteye yönelik "Akademik Başarı Testi", "STEAM Tutum Testi" ve "Bilimsel Yaratıcılık Rubriği" kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre akademik başarılarının ve genel STEAM tutumlarının orta düzeyde bir etkiyle anlamlı olarak geliştiği belirlenmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin süreç boyunca geliştiği sonucuna varılmıştır.

<sup>1</sup>Bu araştırma 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.

<sup>2</sup> Ph.D., [filizgulhan@outlook.com](mailto:filizgulhan@outlook.com)

<sup>3</sup> Prof. Dr., Marmara University, Ataturk Faculty of Education, [fsahin@marmara.edu.tr](mailto:fsahin@marmara.edu.tr)

**Keywords:** STEAM; STEM; art; academic achievement; STEAM attitudes; scientific creativity. **Anahtar Kelimeler:** STEAM; STEM; sanat; akademik başarı; STEAM tutum; bilimsel yaratıcılık.

[\(Extended English summary is at the end of this document\)](#)

## 1. Giriş

Hayatımızda birden fazla disiplini içeren karmaşık problemlerle karşılaştığımızdan, problemleri bütünleştirme becerisi ve çok yönlü düşünme biçimiyle çözmemiz gerekmektedir (Yıldırım, 1996). Disiplinlerin arasında keskin sınırlar bulunmadığından, çakışıkları ve birbirlerinden etkilendikleri alanlar çok fazladır (Lederman ve Niess, 1997). Yaşadığımız dünyada disiplinler birbiriyle bağlantı kurulmadan yeterince anlaşılammaktadır (Yakman, 2010). Entegrasyon, günümüzde derinlemesine uzmanlaşmayla ortaya çıkan “bilgi patlaması” ve “problem odaklılık”la beraber daha da önemli hale gelmiştir (Klein, 2005, s.9). Özellikle ortaokul seviyesindeki öğrencilerin disiplinlerin kalıplarına girmeye hazır olmadıkları düşünülmektedir (Yıldırım, 1996, s.93). Buna karşılık ortaokul düzeyinde belirginleşen sanat, bilim ve beşeri bilimlerin birbirinden kopuk öğretimi, suni yapısıyla öğrenimin tümünün ilerlemesine zarar vermektedir (Braund, 2015). Entegre biçimde öğrenme, öğrencilerin tüm disiplinlere homojen şekilde maruz kalmasını sağlar (Yakman, 2010). Bu noktada gündeme gelen STEM (fen-teknoloji-mühendislik-matematik) eğitimi, izole edilmiş parçalardan, gerçek dünyadaki entegrasyonla ilgili içeriğe doğru bir paradigma değişimini temsil etmektedir (Johnson, 2012, s.1). STEM’in önemi, parçalarındaki disiplinlerin öneminin toplamından daha büyüktür (Bybee, 2011; Johnson, 2012; Peters-Burton, 2014). Gestalt’ın parça-bütün teorisinde olduğu gibi STEM disiplinlerinin entegre biçimde öğretimi, bütünsel bir bakış açısıyla önemli bağlantıların kurulmasına ve daha değerli sonuçlar üretilmesine neden olabilmektedir.

### 1.1. STEAM’in Anlamı

Fen eğitiminin son yıllardaki önemli bir çalışma alanı olan STEM eğitime, diğer disiplinlerin eklenmesiyle oluşan farklı bakış açıları ve modeller türetilmiştir. Bunlardan biri olan STEAM; fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanatın İngilizce baş harflerinin kısaltmasıdır (Braund, 2015; Park, 2013; Sparkes, 2017; Yakman, 2010). Georgette Yakman 2006 yılında STEM eğitime sanatı da ekleyip genişleterek STEAM eğitim yaklaşımını oluşturmuştur (aktaran Ayvacı ve Ayaydın, 2017, s.118). STEAM eğitimi, özellikle fen ve matematik öğretiminin duygusal yönünün geliştirilmesi amacı ile ortaya çıkarılmıştır (Yakman ve Lee, 2012). Amerikan kaynaklı STEM, Kore’de STEAM olarak yer bulmuştur (Batı, Çalışkan ve Yetişir, 2017; Braund, 2015; Yakman ve Lee, 2012). Son zamanlarda alan yazında STEM’in daha çok sayıda öğrenciye hitap edebilmesi için sanat entegrasyonunun önemine işaret edilmektedir (Cook ve Bush, 2018). STEM’e sanatın eklenmesiyle STEAM’e dönüştürülmesi, sanat konularının öneminin arttırılması ve STEM gündemine dair bir sonraki adımdır (Liao, 2016, s.45). STEM’e sanatın dahil edilmesi STEM disiplinlerinin herhangi bir yönünü asgari düzeye indirmemekle beraber, onları daha güçlü, çekici ve öğrenciyle alakalı bir biçime getirmektedir (Watson ve Watson, 2013, s.3). STEAM’in temel hedefi disiplinler arası düşüncüyü teşvik etmektir (Tenaglia, 2017). STEAM; Quigley, Herro ve Jamil (2017) tarafından “STEM işgücü alanlarına katılımı arttırma potansiyeline sahip trans-disipliner bir öğrenme süreci” olarak tanımlanmaktadır (s.1). Watson ve Watson (2013) ise STEAM’i, “çekirdek STEM disiplinlerindeki başarının artmasını, daha kapsamlı düşünmeyi ve daha yetenekli işgücünün geliştirilmesi ile STEM eğitime yenilikçi bir bakış açısı” olarak tanımlamaktadır (s.4).

STEAM, öğrencilerin yaratıcılığını (Braund, 2015; Sparkes, 2017) ve STEM alanlarına ilgilerini geliştirmek (Sochacka, Guyotte ve Walther, 2016) amacıyla giderek artan ilgi görmektedir. STEAM, insanları yaratıcı fikirler üretmeye teşvik ederek ekonomik kalkınmayı teşvik etmektedir (Ayvacı ve Ayaydın, 2017; Braund, 2015). STEAM öğretimi, konu alanlarından ziyade öğrencinin kendisi ile ilgilidir ve öğrenciler kendilerini bilim insanı ve mühendis gibi görmenin yanında yaratıcı, tasarımcı olarak da görmeye başlayabilirler (Cook, Bush ve Cox, 2017, s.86). STEAM ile öğrenciler kişisel anlam yaratarak kendi öğrenimlerini oluşturabilirler (Land, 2013, s.552). Buradan STEAM eğitiminin sol beynin mantıksal özelliği ile sağ beynin sanatsal özelliğini bütünleştirmeye çalışabileceği yorumu yapılabilmektedir. Nörolojik araştırmalar ve çok yönlü teoriler de sanat ve bilim birleşmesinin başarı boşluklarını kapatarak öğrenmeyi arttırdığını belirtmektedir (Rabalais, 2014, s.59). STEAM savunucuları, sanat entegrasyonunun öğrencilerin güveni, motivasyonu, işbirliğini ve yaratıcılığını artırarak öğrenme ve öğretme üzerine olumlu etki yapacağını belirtmektedirler (Rabalais, 2014, s.59). STEAM eğitimi, öğrencilerin hayal güçlerini besleyerek bilimsel düşüncüyü geliştirmektedir (Sparkes, 2017, s.12). Özellikle ortaokul düzeyi, öğrencilerin deneyimleyecekleri sosyal ve akademik bağlantılarla kendi öğrenmelerinden sorumlu olmaya başlamalarından dolayı, STEAM entegrasyonunun uygulanabileceği ideal bir zaman aralığıdır (Smith, 2015). Birçok ülkede öğrencilerin fen dersine karşı düşük olan tutumlarından bahsedilirken, sanat alanı fen eğitimini daha ilgi çekici ve bilişsel olarak zorlayıcı hale getirerek teşvik edebilir (Braund, 2015, s.13).

### 1.2. STEAM Eğitiminin Temelleri

Bilim ve sanat insanlıkla yaşıt olan iki alandır (Arda, Şahin ve Büyükkol, 2013, s.136). Fakat bu iki alan birbirini tamamlayıcı olarak görülmekten ziyade rakip alanlar gibi görülmüştür (Braund, 2015; Ertürk ve Yayan, 2012). Sanat ile mühendislik arasında uçurum varmış gibi düşünülse de aslında aralarındaki çizgi bulanıktır; öyle ki Apple ve Disney gibi tanınmış firmalar, tasarım mühendislerini “hayal mühendisi (imagineer)” olarak tanımlamaktadır (Watson ve Watson, 2013, s.2). Ünlü teknoloji tasarımcısı Steve Jobs, başarı sırrı olarak teknolojiyi yaratıcı düşünce ve sanatsal tasarımla ilişkilendirmenin öneminden sıkça bahsetmiştir (Wynn ve Harris, 2012, s.43). Sanat eğitimi, yalnızca sanatçı yetiştirme amaçlı değil; her insanda olması gereken yaratıcılık yeteneğinin ortaya çıkarılması, gerektiğinde kalıpların dışına çıkarak kendini doğru biçimde ifade edebilmelerini sağlamak amaçlıdır (Aral, 1999; Uysal, 2005). Fizikçi Max Planck “Bilim insanının sanatsal olarak yaratıcı bir hayal gücüne ihtiyacı vardır” diyerek bilim insanlarının keşiflerinde sanatçılara benzer şekilde yaratıcılıklarını kullandıklarına dikkat çekmiştir (aktaran Plonczak ve Zwirn, 2015, s.58). Bu örneklerden hareketle, STEAM adlandırması yeni bir yaklaşımı ifade etse de aslında fikrinsel açıdan daha öncelerde de var olduğu söylenebilmektedir (Ayvacı ve Ayaydın, 2017, s.118).

### 1.3. STEAM İlhamı: Leonardo da Vinci

Genellikle ressam olarak tanınan Leonardo da Vinci, çalışmalarında bilim ve sanatı birleştirerek çağının ötesinde çizimler ve tasarımlar yapmıştır (Bayav, 2009; Ertürk ve Yayan, 2012). Bundan dolayı Leonardo çok yönlü bir deha olarak değerlendirilmektedir (Arda ve diğerleri, 2013; Plonczak ve Zwirn, 2015; Topdemir, 2012). Leonardo'nun yalnızca sanat eğitimi değil; kimya, metalurji, mekanik eğitimleri de aldığına dair kanıtlardan ötürü, O'nun dehasının STEAM düşüncesinin ürünü olduğu yorumu yapılabilmektedir (Rolling, 2016, s.4). Bu nedenle Leonardo da Vinci'nin bir STEAM ustası olduğu belirtilebilmektedir. Bu araştırmada STEAM eğitimi Leonardo'nun teması ile işlenmiş, öğrencilere STEAM'in düşünce tarzını uygulayan ilk kişilerden olan bu ustası hem daha yakından tanıma şansı verilmiş hem de onun gibi düşünebilmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

#### 1.4. Fen-Sanat Araştırmaları

Fen eğitiminin sanatla ilişkilendirilmesine yönelik araştırmalar STEAM eğitime zemin hazırlayıcı biçimde alan yazında yer almıştır. Türkoğuz (2008) görsel sanat etkinlikleriyle fen öğretimine yönelik araştırmasında öğrencilerin başarıları ve tutumlarında anlamlı bir artış olduğunu belirlemiştir. Kaçar (2012) görsel sanatlarla bütünleştirilmiş probleme dayalı öğrenmeyle işlediği derste öğrencilerin fen akademik başarıları, bilimsel yaratıcılıkları ve fen öğrenme tutumlarında gelişmeler olduğunu belirtmiştir. Yıldız Demirtaş, Çerik ve Maba (2017) sanat etkinlikleri ile zenginleştirdikleri bilim uygulamaları dersinin beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına olumlu etki yaptığı sonucuna varmışlardır. Sanatın matematik eğitimiyle ilişkilendirildiği araştırmalar da alan yazında mevcuttur. Özder (2008) görsel sanatlarla desteklediği matematik dersinde altıncı sınıf öğrencilerinin matematik başarıları ve tutumlarının geliştiği sonucuna ulaşmıştır. Atasay ve Erdoğan (2017) mandala desenlerini matematik öğretiminde kullandıkları araştırmalarında yedinci sınıf öğrencilerinin simetri konusunu öğrenmelerinde ve sanatla matematiği ilişkilendirmelerinde etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Bu araştırmalardan yola çıkılarak sanat eğitiminin fen ve matematik dersleriyle ilişkilendirilmesinin önemli olduğu ve STEAM eğitime temel oluşturduğu söylenebilmektedir.

#### 1.5. STEM Araştırmaları

STEM eğitimiyle ilgili son yıllarda birçok araştırmaya rastlanmaktadır. Bu araştırmada konu edilen akademik başarı, tutum ve bilimsel yaratıcılık değişkenlerine yönelik; STEM eğitiminin ilköğretim ve ortaokul öğrencileri üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmalara odaklanılmıştır. STEM eğitiminin öğrencilerin fen konu alanlarına yönelik akademik başarılarını geliştirdiğine yönelik deneysel araştırmalar yer almaktadır (Barrett, Moran ve Woods, 2014; Ceylan, 2014; Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013; Irkçatal, 2016; Lam, Doverspike, Zhao, Zhe ve Menzemer, 2008; Olivarez, 2012; Rehmat, 2015; Robinson, Dailey, Hughes ve Cotabish, 2014; Tabaru, 2017; Yasak, 2017; Yıldırım ve Selvi, 2017).

STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına karşı tutumlarını olumlu yönde geliştirdiğine yönelik deneysel araştırmalar bulunmaktadır (Baran, Canbazoglu-Bilici ve Mesutoğlu, 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; Kutch, 2011; Rehmat, 2015; Tseng, Chang, Lou ve Chen, 2013; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014; Yasak, 2017).

STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerinde de genel anlamda olumlu etkisi olduğunu belirten araştırmalar bulunmaktadır (Ceylan, 2014; Gülhan, 2016; Konca, 2017). Ancak bilimsel yaratıcılıkla ilgili bu araştırmalarda bazı alt boyutların geliştiği belirtilmiştir. Bu nedenle STEM eğitiminin arka planda kalan yönünün STEAM ile tamamlanabileceği düşünülmektedir.

#### 1.6. STEAM Araştırmaları

Alan yazında STEAM eğitime yönelik araştırmalar incelenmiştir. Bu araştırmaların Kore'de yoğunlaştığı görülmüştür. SoonBeom, Dongsoo ve TaeWuk (2011) STEAM eğitiminin ilköğretim öğrencilerinin yaratıcı kişilik özelliklerini geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Bae, Yun ve Kim (2013) beşinci sınıf insan vücudu konusunu STEAM ile uyguladıkları deney grubunun fen öğrenme motivasyonlarının ve fen akademik başarılarının geliştiğini belirtmişlerdir. Kong ve Ji (2014) STEAM etkinlik programının altıncı sınıf öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını, fene karşı tutumlarını ve öz yeterlilik duygularını olumlu yönde geliştirdiği sonucuna varmışlardır. Lee ve Lee (2013) fen derslerinde uyguladıkları STEAM eğitiminin ilköğretim öğrencilerinin yaratıcılıklarını geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Kim, Nam ve Lee (2014) matematik odaklı STEAM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin matematiğe karşı tutum ve ilgilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Kong ve Huo (2014) kağıt el sanatlarına dayalı STEAM programının dördüncü sınıf öğrencilerinin öz yeterliliklerini geliştirdiğini, fene karşı tutumlarında anlamlı olmasa da ilerleme olduğunu fakat fen öğrenme ilgilerini geliştirmediğini tespit etmişlerdir. Kim, Ko, Han ve Hong (2014) STEAM eğitimi uygulanan altıncı sınıf öğrencilerinin yaratıcılıklarının geliştiğini belirtmişlerdir. Rabalais (2014) sanata katılım ile fen ve matematik başarıları arasında korelasyon olduğunu tespit etmiştir.

Jeong ve Kim (2015) küresel iklim değişikliği konusunda yaptıkları STEAM eğitiminin öğrencilerin STEAM konularındaki bilgi ve algılarını geliştirdiği sonucuna varmışlardır. Townes (2016) sanat entegrasyonu ile STEAM dersleri alan öğrencilerin fen ve okuma derslerindeki akademik başarılarının arttığını, matematik başarılarının ise değişmediğini tespit etmiştir. STEAM eğitime yönelik araştırmalara bakıldığında Türkiye’de yalnızca bir uygulamalı araştırmaya rastlanmıştır. Özkan ve Umdü Topsakal (2017) yedinci sınıf öğrencileriyle Enerji ünitesine yönelik yaptıkları dokuz STEAM odaklı etkinliğin sonucunda öğrencilerin çoğunun olumlu düşüncelere sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

### 1.7. Amaç ve Önem

Alan yazında STEAM’e yönelik artan ilgi bulunmasına rağmen, STEAM öğretimi için mevcut yaklaşımların nasıl değiştirilmesi gerektiğine dair araştırmalar sınırlı sayıdadır (Quigley ve diğerleri, 2017, s.2). STEAM’in etkililiğinin incelenmesi için nicel ve nitel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Tenaglia, 2017, s.75). Gerek uluslar arası gerek ulusal alanda STEAM araştırmalarının yetersizliği nedeniyle araştırmanın temeli atılmıştır. Araştırmanın amacı STEAM eğitiminin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkilerinin incelenmesidir. Araştırmanın problemleri ise şunlardır:

1. STEAM eğitiminin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi nasıldır?
2. STEAM eğitiminin yedinci sınıf öğrencilerinin STEAM alanlarına karşı tutumlarına etkisi nasıldır?
3. STEAM eğitiminin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine etkisi nasıldır?

### 2. Yöntem

Bu kısımda araştırma modeli, çalışma grubu, kullanılan veri toplama araçları, etkinliklerin hazırlanması ve uygulanması, verilerin analizi alt başlıklarına yer verilmiştir.

#### 2.1. Araştırma Modeli

Araştırmada karma yöntem türlerinden biri olan gömülü deneysel karma desen kullanılmıştır. Bu modelde deneysel desenin içerisine nitel veriler gömülür ve süreç boyunca nitel veriler toplanmaya devam edilir (Creswell, 2014, s.221). Araştırmanın nicel bölümünde (akademik başarı ve tutum) yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desende kontrol ve deney grupları normal olarak oluştukları haliyle uygulamaya alınırlar (Sönmez ve Alacapınar, 2011, s.51). Deney ve kontrol gruplarına ön ve son testler uygulanarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Araştırmanın nitel bölümünde ise (bilimsel yaratıcılık) durum çalışması yapılmıştır. Durum çalışmalarında bütüncül yaklaşımla derinlemesine inceleme vardır (Yıldırım ve Şimşek, 2008, s.77). Tablo 1’de araştırmanın modeli görselleştirilmiştir.

Tablo 1: Araştırma Modelinin Gösterimi

Gruplar	Ön testler	Uygulama	Son testler
<b>Kontrol grubu</b>	Akademik Başarı Testi STEAM Tutum Testi	Araştırma-Sorgulama Yaklaşımı	Akademik Başarı Testi STEAM Tutum Testi
<b>Deney grubu</b>	Akademik Başarı Testi STEAM Tutum Testi	STEAM Eğitimi Yaklaşımı + Süreç Boyunca Bilimsel Yaratıcılık Rubriği	Akademik Başarı Testi STEAM Tutum Testi

## 2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2017-2018 eğitim-öğretim yılında İstanbul ili Güngören ilçesindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören iki adet yedinci sınıfın öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışma grubunun seçiminde kolay ulaşılabilir durum örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme yönteminde ulaşılması kolay olan durumun seçilmesi ile araştırmaya hız kazandırılır (Yıldırım ve Şimşek, 2008, s.113). Sınıfların belirlenmesinde ise deney ve kontrol gruplarının olabildiğince eşdeğer olması gerektiğinden (Çepni, 2010, s.113) nicel yapıdaki testler iki sınıfa uygulanmış, yapılan istatistiksel analizde aralarında anlamlı bir fark görülmediğinden gruplara atanmalarına karar verilmiştir. Kontrol grubu 33, deney grubu 30 öğrenciden oluşmaktadır. Tablo 2’de çalışma grubuna ait sayısal veriler sunulmuştur.

Tablo 2: Çalışma Grubundaki Öğrenci Sayıları

Sınıflar	Kız öğrenci sayısı (f)	Erkek öğrenci sayısı (f)	Toplam öğrenci sayısı (f)
Kontrol grubu	17	16	33
Deney grubu	16	14	30
<b>Toplam</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>63</b>

## 2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan Akademik Başarı Testi, STEAM Tutum Testi ve Bilimsel Yaratıcılık Rubriği ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

### 2.3.1. Akademik Başarı Testi

Araştırmada kullanılan yedinci sınıf “Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması” ünitesine yönelik test, Tenkoğlu (2017) tarafından 2013 MEB Fen Bilimleri dersi müfredatına uygun olarak geliştirilmiştir. 21 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan testin Tenkoğlu (2017) tarafından yapılan geçerlik-güvenirlik çalışmasında testin çoğunun kavrama düzeyinde sorulardan oluştuğu, KR-20 güvenirlik katsayısının 0,70, ortalama güçlük indeksinin 0,45 olduğu; böylece testin ortalama güçlükte, ayırt edici ve güvenilir bir test olduğu belirtilmiştir.

Test, kontrol-deney gruplarına ön-son test olarak ve birer ders saati süre verilerek uygulanmıştır. Testin değerlendirilmesinde doğru cevaplanan sorulara 1, yanlış cevaplanan sorulara 0 puan verilerek; en düşük toplam puan 0, en yüksek toplam puan 21 olacak şekilde toplam puanlar hesaplanmış ve karşılaştırmalar yapılmıştır.

### 2.3.2. STEAM Tutum Testi

Araştırmada kullanılan STEAM Tutum Testi, “STEM Tutum Testi” ve “Sanata Karşı Tutum Ölçeği” adlı iki testin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. “STEM Tutum Testi”, Friday Institute (2012) tarafından geliştirilmiş, Gülhan ve Şahin (2016) tarafından Türkçe’ye uyarlanmıştır. Gülhan ve Şahin (2016) tarafından yapılan çalışmada testin güvenirliğinin 0,922 olduğu belirtilmiştir. “Sanata Karşı Tutum Ölçeği” ise Dede (2016) tarafından geliştirilmiş 21 maddeden oluşan ve güvenirliği 0,894 olarak belirtilmiş bir ölçektir. Bu iki test, bu araştırma için bir araya getirilerek “STEAM Tutum Testi” formu haline getirilmiştir. Böylece 58 maddelik beşli likert tipinde bir test olan “STEAM Tutum Testi” elde edilmiştir. Kontrol ve deney gruplarındaki toplam 63 öğrenciye yapılan ön test uygulamasında testin güvenirliğinin 0,941 olduğu tespit edilmiş ve yüksek düzeyde güvenilir bir test olduğu yorumuna ulaşılmıştır.

“STEAM Tutum Testi” kontrol ve deney gruplarına ön-son test olarak birer ders saati süre verilerek uygulanmıştır. Testin değerlendirmesinde tüm beşli likert tipi testlerde olduğu gibi; olumlu maddelerde “kesinlikle katılmıyorum” 1 puan, “kesinlikle katılıyorum” 5 puan olacak şekilde puanlama yapılmıştır. Olumsuz maddelerde ise puanlama tersine çevrilmiştir. Bu şekilde her bir öğrenci için hem alt boyutlara ait ortalamalar hem de toplam STEAM puan ortalaması olarak sayısal değerlere ulaşılmış ve karşılaştırmalar yapılmıştır.

### 2.3.3. Bilimsel Yaratıcılık Rubriği

Araştırmada kullanılan “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği”; Barak ve Doppelt (2000) tarafından geliştirilen, Gülhan (2016) tarafından Türkçe’ye ve STEM’e uyarlanan değerlendirme aracının, bu araştırmadaki konu alanı için yeniden uyarlanmasıyla oluşturulmuştur. Gülhan (2016) tarafından STEM’e uyarlanan bu aracın, gözlem basamağını içeren soruları STEAM sorularına dönüştürülerek kullanılmıştır.

Rubrikteki yaratıcı düşünme becerisi katmanları farkındalık, gözlem, strateji geliştirme ve yansımadır (De Bono, 1996’dan aktaran Barak ve Doppelt, 2000). Farkındalık katmanına ait sorular, tasarımın çizimi ve temel bileşenlerinin açıklanması ile ilgilidir. Gözlem katmanına ait sorular, etkinliklerin STEAM boyutlarının fark edilmesi ve gözlem sonuçlarının belirtilmesine yöneliktir. Strateji katmanına ait sorular; tasarımda hangi malzemeyi niçin tercih ettikleri, tasarımın aşamalarının belirtilmesi, tasarımın test edilmesi ve diğer grupların tasarımları ile karşılaştırılmasına yönelik sorulardır. Yansıtma katmanına ait sorular ise; hayal ettikleri tasarıma ulaşip ulaşmadıkları, süreçteki başarıları ve başarısızlıkları, tasarımı baştan yapsalar ne gibi önerilerde bulunacaklarına yöneliktir. Farkındalık katmanına yönelik sorular 10, gözlem katmanına yönelik sorular 20, strateji katmanına yönelik sorular 30, yansıtma katmanına yönelik sorular 40 puan olmak üzere; rubrik 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir (Gülhan, 2016).

“Bilimsel Yaratıcılık Rubriği” yalnızca deney grubu öğrencilerine uygulanmış ve her etkinliğin sonunda cevaplamaları istenmiştir. Böylece öğrencilerin süreç içerisindeki gelişimleri incelenmiştir. “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği”nin değerlendirilmesi için deney grubundaki tüm öğrencilerin verileri yoğunluk oluşturduğundan örnekleme yoluyla seçilen öğrencilerin verileri analiz edilmiştir. Kullanılan örnekleme yöntemi, çalışma grubundan oluşturulan küçük bir örnekleme farklılıklar içeren ana temalara ulaşılmasını amaçlayan maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemidir (Patton, 2014, s.243; Yıldırım ve Şimşek, 2008, s.108). Örnekleme ile ilgili detaylar, nitel analizler kısmında açıklanmıştır.

### 2.4. Etkinliklerin Hazırlanması

Deney grubunda araştırmacılar tarafından 5E modeline uygun olarak tasarlanan STEAM ders planı uygulanmıştır. 5E modeli; giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır (Bybee ve diğerleri, 2006). Etkinliklerdeki mühendislik tasarım süreci için EiE (Engineering is Elementary) tarafından geliştirilen ve sor (ask), hayal et (imagine), planla (plan), yarat (create), geliştir (improve) adlı beş basamaktan oluşan süreç takip edilmiştir (Cunningham ve Hester, 2007).

Etkinliklere hazırlık aşaması olarak öğrencilere bu üniteye bir STEAM uzmanı (bilim insanı, teknoloji mühendisi, matematikçi, sanatçı) gibi düşünerek üretim yapmaları istenmiştir. Ünitenin genel teması “Leonardo da Vinci ve O’nun optik çalışmaları” olarak belirlenmiştir. Öğrencilere etkinliklere hazırlık aşamasında Leonardo da Vinci tanıtılmış ve O’nun yalnızca ressam olmadığı, aslında çok yönlü düşünen bir deha olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ünite boyunca da konu alanına yönelik olarak Leonardo’nun optik çalışmalarından bahsedilmiştir. Böylece ünite boyunca aynı tema sürdürülerek etkinlikler gerçekleştirilmiştir.

Etkinliklerde değinilen sanat dalları; resim, heykel, edebiyat, fotoğraf, yemek, müzik, ebru, ışık ve sinema sanatıdır. Etkinliklerde yapılan tasarımlar ise; kaleydoskop, yansıtıcı heykel, güneş fırını, spektroskop ve ışık gösterisi aracıdır. Etkinlikler beş hafta (yirmi ders saati) sürmüştür. Ek-1’de etkinlik planı, konu alanları ve içerdikleri STEAM boyutları belirtilmiştir.

### 2.5. Deney Grubundaki Uygulamalar

Deney grubunda işbirlikli takımların oluşturulması sırasında başarı ve cinsiyet durumları göz önünde bulundurulmuştur. Öğrencilere altı grup oluşturulacağı söylenmiş ve öncelikle birinci dönemdeki Fen Bilimleri dersi ortalaması 5 olan öğrencilerin altı gruba dağıtılması sağlanmıştır. Aynı dağıtım ortalaması 4 ve 3 olan öğrenciler için de yapılmıştır. Böylece gruplar kendi içerisinde heterojen, fakat gruplar arasında denk olacak şekilde bir dağılım yapılmaya çalışılmıştır.

Ders planlarının “Giriş” basamağında dikkat çekici sorularla öğrencilerin düşünmesi istenmiş ve konuyla ilgili ön bilgileri çıkarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca konu alanına dikkatlerinin çekilmesi sağlanmıştır. “Keşfetme” basamağında öğrencilerin grup arkadaşlarıyla beraber konu alanıyla ilgili deney yapmaları istenmiştir. Bu süreçte öğretmen rehber olarak görev yapmıştır. Öğrencilerin deneylerinden ulaştıkları sonuçları grup olarak yazmaları istenmiştir. “Açıklama” basamağında öğretmen tarafından animasyonlar, videolar yardımıyla konu açıklanmış ve özellikle deneylerde yanlış veya eksik sonuçlara ulaşan öğrencilerin doğru cevaba ulaşmaları sağlanmıştır. “Derinleştirme” basamağında ise STEAM’e dayalı tasarım görevleri basamağın bir parçası olarak verilmiş ve mühendislik tasarım süreci kullanılmıştır. Öğrenciler mühendislik tasarım sürecinde; grup arkadaşlarıyla beraber soruya en doğru çözümü aramışlar, çözümlerini hayal ederek çizimlerini yapmışlar, çizimleri doğrultusunda planlama yapmış ve malzemelerini belirlemişlerdir. Bir sonraki derste getirdikleri malzemelerle tasarımlarını oluşturmuş, ayrıca aksayan yönlerini düzenleyerek geliştirmiş ve tasarımlarını son haline ulaştırmışlardır. “Değerlendirme” basamağında ise öğrencilerin etkinliklerini değerlendirdikleri “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği” sorularını cevaplandırmaları sağlanmış, konu bitimlerinde ise ders kitabındaki değerlendirme soruları ve araştırmalar ödev olarak verilmiştir.

## 2.6. Kontrol Grubundaki Uygulamalar

Kontrol grubunda 2013 yılında belirlenen Fen Bilimleri dersi öğretim programına dayalı olarak işlenmiştir. Bu öğretim programı, vizyonu ve uygulama önerileri itibarıyla araştırma-sorgulamaya dayalı yaklaşım temellidir (MEB, 2013). Dersler, öğretim programına uygun olarak hazırlanmış ders kitabı ile işlenmiştir. Ders kitabında konular düşündürücü hazırlık sorularıyla başlamakta, günlük hayattan örneklerle konu açıklanmakta, deneylerle konunun pratiği yapılmakta ve deneylerin sonucunu açıklayıcı biçimde anlatımlar yer almaktadır. Ayrıca konu ve ünite sonlarında okuma parçaları; değerlendirme için boşluk doldurma, doğru-yanlış, yapılandırıcı dallanmış ağaç, çoktan seçmeli gibi soru türleri bulunmaktadır. Kontrol grubunda ders kitabı temel alınarak öğretmen tarafından sorular, deney uygulamaları ve açıklamalarla araştırma-sorgulama yaklaşımına uygun şekilde dersler işlenmiştir. Araştırmada kullanılan testler sınıfa ön ve son test olarak uygulanarak karşılaştırmalar yapılmıştır.

Her iki grupta da aynı araştırmacı tarafından ve aynı ders kitabı temel alınarak uygulamalar yapılmıştır. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin diğer derslerden etkilenmedikleri ve testlere samimi cevaplar verdikleri varsayılmıştır.

## 2.7. Verilerin Analizi

Bu kısımda nicel ve nitel verilerin analiz aşamaları açıklanmıştır.

### 2.7.1. Nicel Analizler

Araştırmanın nicel kısmını oluşturan “Akademik Başarı Testi” ve “STEAM Tutum Testi” için SPSS paket programı kullanılarak analizler yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi olarak 0,05 kabul edilmiştir. “Akademik Başarı Testi”ne yönelik bulgular normal dağılım gösterdiğinden dolayı parametrik testlerle analiz yapılmış ve Cohen d etki büyüklüğü değeri hesaplanmış, “STEAM Tutum Testi”ne yönelik bulgular ise normal dağılım göstermediğinden non-parametrik testlerle analiz yapılmış ve r etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır. Cohen d değeri 0,2-0,5 ve 0,8 aralıklarında sırasıyla düşük, orta ve büyük etki olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2014, s.44). Etki büyüklüğü için r değerinin yorumlaması; 0,1-0,2 arasında ise etkinin küçük, 0,24-0,33 arasında ise orta düzeyde, 0,37-0,45 arasında ise büyük düzeyde olduğu biçimindedir (aktaran Lenhard ve Lenhard, 2016). Yapılan analizler sonucu ulaşılan bulgular sunulmuştur.

### 2.7.2. Nitel Analizler

Araştırmanın nitel kısmını oluşturan “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği”nin değerlendirilmesinde ise betimsel analiz yapılmıştır. Betimsel analizde; belirlenen temalar altında veriler düzenlenir, tanımlanır ve bulgular arasında yorumlar, karşılaştırmalar yapılır (Yıldırım ve Şimşek, 2008, s.224). Öğrencilerin cevapları belirlenen puanlama kriterlerine göre araştırmacılar tarafından puanlanmış ve



toplam puanlara ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği”ndeki sorulara yönelik verdikleri cevaplardan doğrudan alıntılarla örnekler sunulmuştur. Doğrudan alıntılar, nitel araştırmalarda bir ham veri olarak kişilerin temel kavrayışları ve bakış açılarının anlaşılmasını sağlar, ayrıca araştırmanın dış geçerliliğini artırır (Patton, 2014; Yıldırım ve Şimşek, 2008, s.270). “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği”nin değerlendirilmesi için birinci dönemdeki Fen Bilimleri dersi not ortalamalarına ve cinsiyetlerine göre maksimum çeşitlilik örnekleme (Yıldırım ve Şimşek, 2008) yapılarak her gruptan birer öğrencinin kağıtları değerlendirmeye alınmıştır. Tablo 3’te “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği”ne yönelik cevapları değerlendirilen öğrencilerin bireysel özelliklerine ait veriler sunulmuştur.

Tablo 3: Bilimsel yaratıcılık analizi için seçilen öğrencilerin özelliklerine ait veriler

Grup adı	Seçilen öğrencinin cinsiyeti	Seçilen öğrencinin 1. dönemdeki Fen Bilimleri notu
Altın Işık	Kız	4
Deneyim	Erkek	3
Bilim Avçıları	Kız	4
Atomik Tayfa	Erkek	5
Bilimin Yıldızları	Kız	5
Deneyciler	Erkek	4

Araştırmacıların puanlama güvenilirliğinin sağlanması için Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencinin tüm etkinliklere ait verileri bir ay zaman aralığıyla tekrar puanlanmış ve iki farklı zaman aralığında bilimsel yaratıcılık katmanı puanları arasındaki korelasyonun 0,896 olduğu bulunmuştur. Korelasyon katsayısının 0,70’den büyük olması durumunda ilişkinin yüksek düzeyde olduğu kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2015, s.32). İki farklı zamanda yapılan puanlamaların Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısının ise 0,943 olduğu tespit edilmiştir. Böylece zamana bağlı tutarlılık ile puanlama korelasyonunun ve güvenilirliğinin kontrolü yapılmış, aralarında yüksek düzeyde ilişki bulunmuştur.

### 3. Bulgular

“Akademik Başarı Testi” ve “STEAM Tutum Testi”ne ait nicel veriler SPSS programında analiz edilmiştir. “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği” için ise betimsel analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları sunulmuştur.

#### 3.1. Akademik Başarı Testine Yönelik Bulgular

“Akademik Başarı Testi”nin Shapiro-Wilk analizinde verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Böylece bağımsız örneklem t testi ve bağımlı örneklem t testi uygulanarak bulgulara ulaşılmıştır.

Tablo 4: Kontrol ve deney grubunun akademik başarı testine yönelik bağımlı t testi bulguları

Grup	Test	N	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	Cohen’s d
Kontrol	Ön test	33	6,45	2,96	32	-4,69	,000	0,58
	Son test	33	11,06	4,35				
Deney	Ön test	30	7,10	4,06	29	-9,42	,000	1,22
	Son test	30	14,53	4,96				

Kontrol grubunun ön ve son test bulguları incelendiğinde öğrencilerin akademik başarı puanlarının arttığı görülmektedir ( $t_{(32)} = -4,69$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 0,58$ ). Deney grubunun ön ve son test bulguları incelendiğinde öğrencilerin akademik başarı puanlarının arttığı görülmektedir ( $t_{(29)} = -9,42$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 1,22$ ). Her iki grupta da son testte artış olması beklenen bir durumdur. Çünkü her iki grupta farklı yöntemler uygulanmış olsa da ön testten sonra konuyu öğrenmişlerdir. Fakat Cohen’s d etki büyüklüğü değeri incelendiğinde deney grubundaki etkinin daha büyük olduğu, yani

uygulanan STEAM eğitiminin kontrol grubuna göre yüksek düzeyde etkili olduğu yorumuna ulaşılabilmektedir.

Tablo 5: Kontrol ve deney grubunun akademik başarı testine yönelik bağımsız t testi bulguları

Test	Grup	N	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	Cohen's d
<b>Öntest</b>	Kontrol	33	6,45	2,96	61	-,724	,472	0,18
	Deney	30	7,10	4,06				
<b>Sontest</b>	Kontrol	33	11,06	4,35	61	-2,96	,004	0,75
	Deney	30	14,53	4,96				

Kontrol ve deney gruplarının ön test bulguları incelendiğinde grupların uygulama öncesindeki akademik başarı puanları arasında anlamlı fark görülmemektedir ( $t_{(61)} = -,724$ ;  $p > 0,05$ ;  $d = 0,18$ ). Son testte ise deney grubunun ortalamasının kontrol grubunun ortalamasından anlamlı şekilde artış gösterdiği görülmektedir ( $t_{(61)} = -2,96$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 0,75$ ). Son testte deney grubunun akademik başarı puanı artışı etkisinin orta düzeyde olduğu ve deney grubunun STEAM eğitimi ile akademik başarılarının kontrol grubuna göre daha fazla artış gösterdiği yorumu yapılabilmektedir.

### 3.2. STEAM Tutum Testine Yönelik Bulgular

“STEAM Tutum Testi”nin Shapiro-Wilk analizinde verilerin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Böylece Mann Whitney U testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanarak bulgulara ulaşılmıştır.

Tablo 6: Kontrol ve deney grubunun STEAM tutum ön test Mann Whitney U testi bulguları

Test	Alt boyut	Test	N	Ortalama sıra	Sıra toplamı	U	p	r
<b>Ön test</b>	Matematik	Kontrol	33	30,21	997,00	436,00	,416	0,10
		Deney	30	33,97	1019,00			
	Fen	Kontrol	33	30,35	1001,50	440,50	,453	0,09
		Deney	30	33,82	1014,50			
	Müh.-tekn.	Kontrol	33	32,56	1074,50	476,50	,799	0,03
		Deney	30	31,38	941,50			
	21. yy. becerileri	Kontrol	33	32,09	1059,00	492,00	,967	0,01
		Deney	30	31,90	957,00			
	Sanat	Kontrol	33	28,77	949,00	388,50	,142	0,19
		Deney	30	35,55	1066,50			
	<b>STEAM tutum</b>	Kontrol	33	29,71	980,50	419,50	<b>,299</b>	<b>0,13</b>
		Deney	30	34,52	1035,50			

Kontrol ve deney gruplarının ön test bulguları incelendiğinde grupların tüm STEAM alt boyutları ve genel STEAM tutum puanları arasında anlamlı fark görülmemektedir ( $p > 0,05$ ;  $r = 0,13$ ). Bu bulgudan grupların uygulama öncesindeki STEAM tutumlarının birbirine denk olduğu yorumu yapılabilmektedir.

Tablo 7: Kontrol ve deney gruplarının STEAM tutum son test Mann Whitney U testi bulguları

Test	Alt boyut	Test	N	Ortalama sıra	Sıra toplamı	U	p	r			
Son test	Matematik	Kontrol	33	29,55	975,00	414,000	,265	0,14			
		Deney	30	34,70	1041,00						
	Fen	Kontrol	33	27,74	915,50						
		Deney	30	36,68	1100,50						
	Müh.-tekn.	Kontrol	33	29,47	972,50						
		Deney	30	34,78	1043,50						
	21. yy. becerileri	Kontrol	33	29,21	964,00						
		Deney	30	35,07	1052,00						
	Sanat	Kontrol	33	27,03	892,00						
		Deney	30	37,47	1124,00						
	STEAM tutum	Kontrol	33	27,36	903,00				342,000	,035	,026
		Deney	30	37,10	1113,00						

Kontrol ve deney gruplarının son test bulguları incelendiğinde; deney grubunun STEAM tutum puanını ortalamasının ( $\bar{x}=3,65$ ) kontrol grubunun puanı ortalamasından ( $\bar{x}=3,25$ ) anlamlı olarak fazla olduğu ve etkinin orta düzeyde olduğu görülmektedir (U=342,00; p<0,05; r=0,26). Sanat alt boyutunda deney grubunun sanat tutum ortalaması puanının ( $\bar{x}=3,63$ ) kontrol grubunun ortalaması puanından ( $\bar{x}=3,21$ ) anlamlı olarak fazla olduğu ve etkinin orta düzeyde olduğu görülmektedir (U=331,00; p<0,05; r=0,28). Ayrıca anlamlılık olarak sınırda kalmış olsa da etki büyüklüğü orta düzeyde olan fen alt boyutunda da deney grubunun ortalaması puanında ( $\bar{x}=3,64$ ) kontrol grubu ortalaması puanına ( $\bar{x}=3,12$ ) göre önemli sayılabilecek bir farklılık görülmektedir (U=354,50; p>0,05; r=0,24). Bu bulgudan hareketle STEAM eğitiminin, deney grubunun sanat tutumu ve genel STEAM tutumunun kontrol grubuna göre anlamlı olarak orta düzeyde etkiyle geliştirdiği yorumu yapılabilmektedir.

Tablo 8: Kontrol grubunun STEAM tutum testine yönelik Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları

Grup	Alt boyut	Son test-ön test	N	Ortalama sıra	Sıra toplamı	Z	p	r			
Kontrol	Matematik	Negatif sıra	17	15,94	271,00	-,131*	,896	0,02			
		Pozitif sıra	15	17,13	257,00						
		Eşit	1								
	Fen	Negatif sıra	20	14,95	299,00						
		Pozitif sıra	10	16,60	166,00						
		Eşit	3								
	Müh.-tekn.	Negatif sıra	21	18,24	383,00						
		Pozitif sıra	12	14,83	178,00						
		Eşit	0								
	21. yy. becerileri	Negatif sıra	19	18,66	354,50						
		Pozitif sıra	14	14,75	206,50						
		Eşit	0								
	Sanat	Negatif sıra	16	16,62	266,00						
		Pozitif sıra	17	17,35	295,00						
		Eşit	0								
	STEAM tutum	Negatif sıra	18	17,58	316,50				-,982*	,326	0,17
		Pozitif sıra	14	15,11	211,50						
		Eşit	1								

\*pozitif sıralar temeline dayalı

Kontrol grubunun ön ve son test bulguları incelendiğinde öğrencilerin gerek testin alt boyutları, gerekse testin tümü için anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ( $p>0,05$ ;  $r=0,17$ ). Bu bulgudan kontrol grubu öğrencilerinin süreç içerisinde STEAM tutumlarında bir değişme olmadığı yorumu yapılabilmektedir.

Tablo 9: Deney grubunun STEAM tutum testine yönelik Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları

Grup	Alt boyut	Son test-ön test	N	Ortalama sıra	Sıra toplamı	Z	p	r
Deney	Matematik	Negatif sıra	12	11,58	139,00	-,315*	,753	0,06
		Pozitif sıra	12	13,42	161,00			
		Eşit	6					
	Fen	Negatif sıra	13	12,38	161,00	-,957*	,338	0,17
		Pozitif sıra	15	16,33	245,00			
		Eşit	2					
	Müh.-tekn.	Negatif sıra	10	14,90	149,00	-,363*	,716	0,06
		Pozitif sıra	15	11,73	176,00			
		Eşit	5					
	21. yy. becerileri	Negatif sıra	10	12,45	124,50	-,730*	,465	0,13
		Pozitif sıra	14	12,54	175,50			
		Eşit	6					
	Sanat	Negatif sıra	10	14,70	147,00	-1,759*	,079	0,32
		Pozitif sıra	20	15,90	318,00			
		Eşit	0					
STEAM tutum	Negatif sıra	9	11,94	107,50	-2,379*	<b>,017</b>	<b>0,43</b>	
	Pozitif sıra	20	16,38	327,50				
	Eşit	1						

\*negatif sıralar temeline dayalı

Deney grubunun ön ve son test bulguları incelendiğinde öğrencilerin genel STEAM tutum puanlarının anlamlı olarak artış gösterdiği ve etkinin yüksek düzeyde olduğu görülmektedir ( $z=-2,379$ ;  $p<0,05$ ;  $r=0,43$ ). Fark puanlarının ortalama sıra ve sıra toplamları incelendiğinde, farkın son test puanı lehine olduğu yorumu yapılabilmektedir. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da etkisinin orta düzeyde olmasıyla en çok sanat alt boyutunda puan artışı olduğu söylenebilmektedir ( $z=-1,759$ ;  $p>0,05$ ;  $r=0,32$ ). Bu bulgudan hareketle STEAM eğitiminin deney grubu öğrencilerinin genel STEAM tutumlarını geliştirmede anlamlı ve yüksek düzeyde etkili olduğu yorumuna ulaşılmaktadır.

### 3.3. Bilimsel Yaratıcılık Rubriğine Ait Bulgular

Çalışma grubundan seçilen altı öğrencinin “Bilimsel Yaratıcılık Rubriği”ne verdikleri cevaplar “Bilimsel Yaratıcılık katmanlarına Göre Değerlendirme” ve “Toplam Bilimsel Yaratıcılık Puanına Göre Değerlendirme” olmak üzere iki ana başlık altında incelenmiştir.

#### 3.3.1. Bilimsel Yaratıcılık Katmanlarına Göre Değerlendirme

Bilimsel yaratıcılık katmanlarına ait öğrenci puanları alt başlıklar altında değerlendirilmiştir.

##### 3.3.1.1. Öğrencilerin farkındalık katmanından aldıkları puanların değerlendirilmesi

Öğrencilerin tüm etkinliklerdeki farkındalık katmanları puanları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: Öğrencilerin farkındalık katmanından aldıkları puanların süreç içindeki değişimi

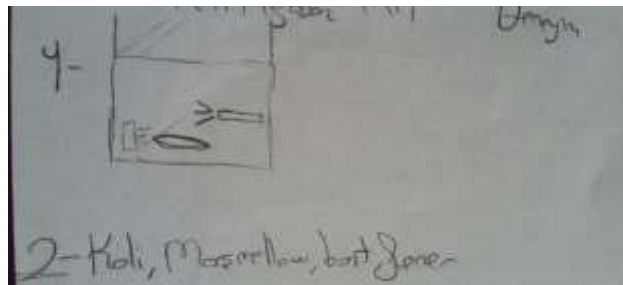
Öğrencinin grubu	1. etkinlik	2. etkinlik	3. etkinlik	4. etkinlik	5. etkinlik
Altın Işık	10	10	10	10	10
Deneyim	8	8	10	10	10
Bilim Avçıları	10	10	10	10	10
Atomik Tayfa	10	10	10	10	10
Bilimin Yıldızları	10	10	10	10	10
Deneyciler	10	10	10	10	10

Tablo 10'da görüldüğü gibi Deneyim grubundaki öğrenci haricindeki tüm öğrenciler farkındalık düzeyinden her etkinlikte tam puan almışlardır. Deneyim grubundaki öğrenci de başlangıçta daha düşük olan puanını son etkinliklerde arttırmıştır.



Şekil 1: Deneyim grubundaki öğrencinin birinci etkinlikteki farkındalık katmanına yönelik cevabı

Şekil 1'de Deneyim grubundaki öğrencinin birinci kaleydoskop etkinliğindeki farkındalık katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenci tasarımın çizimini yapma sorusunda kaleydoskopun yalnızca dış görüntüsüne yer vermiş yeterince açıklayıcı bir çizim yapmamıştır, bu nedenle 5 puan üzerinden 3 puan almıştır. İkinci soru olan tasarımın temel bileşenlerini yazma sorusundan ise tam puan olarak 5 puan almıştır. Böylece öğrencinin birinci etkinlikteki farkındalık katmanını puanı 8 olmuştur.



Şekil 2: Deneyim grubundaki öğrencinin üçüncü etkinlikteki farkındalık katmanına yönelik cevabı

Şekil 2'de Deneyim grubundaki öğrencinin üçüncü güneş fırını etkinliğindeki farkındalık katmanına yönelik cevabı görülmektedir. İlk etkinlikteki cevaba kıyasla bu etkinlikteki cevabında tasarımının çizimini daha detaylı, iç yapısını da belirterek yapmıştır, bu nedenle 5 tam puan almıştır. Tasarımın temel bileşenlerinin sorulduğu soruda da yeterli açıklamaları yaparak 5 puan almıştır. Öğrencinin üçüncü etkinlikteki farkındalık katmanını puanı 10 olmuştur. Böylece ilk etkinlikten üçüncü etkinliğe doğru puan artışı gözlemlenmiştir.

### 3.3.1.2. Öğrencilerin gözlem katmanından aldıkları puanların değerlendirilmesi

Öğrencilerin tüm etkinliklerdeki gözlem katmanını puanları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11: Öğrencilerin gözlem katmanından aldıkları puanların süreç içindeki değişimi

Öğrencinin grubu	1. etkinlik	2. etkinlik	3. etkinlik	4. etkinlik	5. etkinlik
Altın Işık	8	8	14	12	20
Deneyim	10	6	10	10	14
Bilim Avçıları	8	12	18	16	20
Atomik Tayfa	8	10	20	16	18
Bilimin Yıldızları	12	14	17	18	20
Deneyciler	14	10	12	10	14

Tablo 11’de Bilim Avcıları ve Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencilerin gözlem puanlarının düzenli bir artış gösterdiği, diğer gruplardaki öğrencilerin ise genel anlamda ilk etkinliklere göre daha iyi sonuçlara ulaştıkları görülmektedir.

*“Tasarımımızdaki bilimsel olaylar; çukur aynanın nasıl yansıttığı, tümsek aynanın nasıl yansıttığı belli oluyor. Teknolojik olarak silikon makinesi kullandık. Tasarımı çizerken mühendislik kullandık. Hesaplarırken ölçülerini matematiği kullandık. Heykeli hayal ederken sanatı kullandık.”* (Bilim Avcıları grubundaki öğrencinin ikinci etkinliğe yönelik cevabı)

Yukarıda Bilim Avcıları grubundaki öğrencinin ikinci heykel tasarımı etkinliğindeki gözlem katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenci fen boyutuyla ilgili soruyu doğru cevaplayarak 4 tam puan almıştır. Fakat teknoloji boyutunda fotoğraf çekimini, mühendislik boyutunda mühendislik tasarım sürecini, matematik boyutunda deneyde yaptıkları geometrik çizimleri, sanat boyutunda ise edebiyat ve fotoğraf sanatlarını belirtmediğinden, bu boyutlarda 2’şer puan almıştır. Böylece öğrencinin heykel tasarımı etkinliğindeki gözlem katmanı puanı 12 olmuştur.

*“Tasarımımızdaki bilimsel olay ışık renklerini kullanarak klip çekmemiz ve ışık ara renklerinin oluşması bilimsel olaydır. Tasarımımızdaki teknolojik olay öğretmenimizin gösterdiği videoları seyrettik. Orda her şey anlatılıyordu ve ebru sanatı yaptık. Tasarımımızdaki mühendislik olayları çizim yaparken ve tasarlarırken, dekoratif olaylar yapmamızdır. Tasarımımızdaki matematik olayları Venn şeması çizirken, çünkü kesişimler kaydettik. Tasarımımızdaki sanatsal olaylar renkli boyalar, renkli ampullerle süslemeler ve resimler yaptık ve ebru sanatı yaptık.”* (Bilim Avcıları grubundaki öğrencinin beşinci etkinliğe yönelik cevabı)

Yukarıda Bilim Avcıları grubundaki öğrencinin beşinci ışık gösterisi aracı etkinliğindeki gözlem katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenci bu etkinlikteki fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat boyutlarını yeterli biçimde açıklamış ve her katmandan 4’er puan alarak toplamda gözlem katmanı puanı 20 olmuştur. Böylece ikinci etkinlikteki gözlem katmanı puanıyla kıyaslandığında beşinci etkinlikteki gözlem puanının artış gösterdiği görülmektedir.

### 3.3.1.3. Öğrencilerin strateji katmanından aldıkları puanların değerlendirilmesi

Öğrencilerin tüm etkinliklerdeki strateji katmanı puanları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12: Öğrencilerin strateji katmanından aldıkları puanların süreç içindeki değişimi

Öğrencinin grubu	1. etkinlik	2. etkinlik	3. etkinlik	4. etkinlik	5. etkinlik
Altın Işık	12	15	12	12	17
Deneyim	8	9	9	17	20
Bilim Avcıları	12	7	22	17	20
Atomik Tayfa	12	17	22	27	27
Bilimin Yıldızları	25	20	25	23	30
Deneyciler	12	14	14	15	19

Tablo 12’de Deneyim, Atomik Tayfa ve Deneyciler gruplarındaki öğrencilerin strateji puanlarında düzenli olarak artış görülmektedir. Diğer gruplardaki öğrencilerde ise süreç içerisinde bazı azalışlar olsa da daha sonra artış eğilimine giren puanlar görülmektedir.

*“Öğretmenimizin bize yansıtıcı yüzey olarak gösterdiği ürünlerden farklı cisimler kullanmak istememiz sebebiyle karton kullandık. Ayrıca alüminyum folyo kullanmayı uygun bulduk. İlk başta diğer arkadaşlarımızın sorumluluğunda olan cisimler gelmedi. İmkanlarımız dahilinde silindir yaptık. Bantlamamız boş olmadığı için tekrardan yapmamız lazımdı. Yaptık ve güzel oldu. Tasarımımızı test ettik ve heykelimiz güzel bir şekilde yansıtıyordu ve estetik olarak güzeldi. Diğer gruplardan en çok Atomik Tayfa takımının tasarımlarını güzel icra ettiklerini düşünüyorum.”* (Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencinin ikinci etkinliğe yönelik cevabı)

Yukarıda Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencinin ikinci heykel tasarımı etkinliğindeki strateji katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenci tasarımda hangi malzemeleri kullandıklarını nedenleriyle açıklayarak bu sorudan 5 tam puan almıştır. Tasarımı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdikleriyle ilgili soruya yeterli cevabı vererek 5 tam puan almıştır. Fakat tasarımı nasıl test ettikleri sorusuna tasarımda değiştirerek geliştirdikleri yönleri açıklamak yerine bir sonuçtan bahsetmiş ve 10 üzerinden 5 puan almıştır. Diğer grupların tasarımları ile karşılaştırma yapmalarının istendiği soruda ise yalnızca bir grubun güzel tasarım yaptıklarını belirtmiş, fakat diğer gruplardan bahsetmemiş, kendi tasarımlarıyla karşılaştırmamıştır. Bu sorudan da 10 üzerinden 5 puan almıştır. Böylece öğrencinin ikinci etkinlikteki strateji katmanı puanı 20 olmuştur.

*“İlk başta CD kullandık çünkü CD’ler ışığı güzel yansıtabilmektedir. Lazır kullandık çünkü lazır kırmızı renktedir ve bu ihtiyacımızı biraz karşılayabilmiştir. Fener kullandık çünkü fener ışık sanatının temel eseridir. Tasarımımızın aşamalarında ilk başta belirli bir düzenek yaptık ama düzenegi kullanmamızda bazı sorunlar ortaya çıktı. Sonradan tekrar bir düzenek daha kurduk. Bu tasarımımız daha etkili ve güzel oldu. İlk düzenegimizi ip yöntemiyle kendi gücümüzle çekmemizle çalışıyordu. En sondaki ise straför köpük bulamadık ama sonunda istediğimize ulaştık. Tasarımı test etme için ilk başta düzenegimizde sorunlar çıktı. Sonra başka bir tasarımda bareketi döndürmede bulduk. Diğer grupların tasarımlarından Atomik Tayfa ve Altın Işık grubunun ışıklandırmasını yeterli buldum. Ama Altın Işık grubunun estetik yapısını bulamadım. Diğer grupların eksikliğinin olduğunu düşünüyorum. Biz de güzel yapmıştık ama daha çok ışıkla belki daha güzel sonuçlar elde edebilirdik.”*  
(Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencinin beşinci etkinliğe yönelik cevabı)

Yukarıda Bilimin Yıldızları grubundaki öğrencinin beşinci ışık gösterisi aracı etkinliğindeki strateji katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenci tasarımda hangi malzemeleri kullandıklarını nedenleriyle açıklayarak bu sorudan 5 tam puan almıştır. Tasarımı hangi aşamalardan geçerek gerçekleştirdikleriyle ilgili soruya da yeterli cevabı vererek 5 tam puan almıştır. Tasarımı nasıl test ettikleri sorusuna tasarımda değiştirerek geliştirdikleri yönleri açıklayarak 10 tam puan almıştır. Diğer grupların tasarımları ile karşılaştırma yapmalarının istendiği soruda farklı grupların tasarımlarıyla ilgili yorumlar yapıp kendi tasarımlarıyla karşılaştırarak 10 tam puan almıştır. Böylece öğrencinin beşinci etkinlikteki strateji katmanı puanı 30 tam puan olmuştur. İkinci etkinlikteki strateji katmanı puanıyla kıyaslandığında öğrencinin beşinci etkinlikteki puanının artış gösterdiği görülmektedir.

### 3.3.1.4. Öğrencilerin yansıtma katmanından aldıkları puanların değerlendirilmesi

Öğrencilerin tüm etkinliklerdeki yansıtma katmanı puanları Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13: Öğrencilerin yansıtma katmanından aldıkları puanların süreç içindeki değişimi

Öğrencinin grubu	1. etkinlik	2. etkinlik	3. etkinlik	4. etkinlik	5. etkinlik
Altın Işık	15	10	20	15	20
Deneyim	10	10	12	20	20
Bilim Avçuları	20	15	20	15	35
Atomik Tayfa	25	30	35	40	40
Bilimin Yıldızları	15	15	15	20	25
Deneyciler	15	15	15	20	20

Tablo 13’te Deneyim, Atomik Tayfa, Bilimin Yıldızları ve Deneyciler gruplarındaki öğrencilerin en üst yaratıcılık katmanı olan yansıtma katmanı puanlarının düzenli olarak artış çizgisi gösterdiği, diğer öğrencilerin ise zaman içinde azalmalar olsa da son etkinliklere doğru yine artış gösterdikleri görülmektedir.

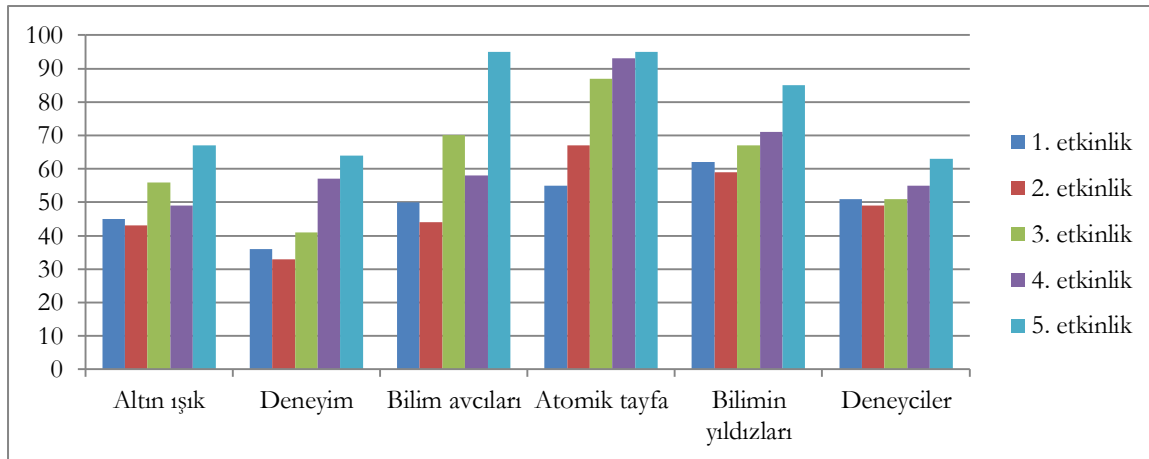
*“Hayal ettiğim tasarıma kısmen ulaştım, yansıtma olsaydı olurdu. Benim hayalimde Bilim Avçuları gibi bir şey vardı. Süreçte karşılaştığımız zorluk çizimler ve yansıtma. Başarılarımız ise ortaya bir şey koyabilmemiz. Tasarımı baştan yapsak poşet yerine kapak kullanımı, daha güzel görünüm ve daha iyi çizimler çizmelerini önerirdim.”*  
(Atomik Tayfa grubundaki öğrencinin birinci etkinliğe yönelik cevabı)

Yukarıda Atomik Tayfa grubundaki öğrencinin birinci kaleydoskop etkinliğindeki yansıtma katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenci hayal ettikleri tasarıma ulaşip ulaşmadıkları sorusuna kendi tasarımlarına da eleştiride bulunarak yeterli cevap vermiş ve 10 tam puan almıştır. Geliştirme süreciyle ilgili soruda zorlukları açıklamış, fakat başarılarında yalnızca ortaya bir ürün koyabildiklerini belirterek yeterli bir açıklama getirememiş, bu nedenle bu sorudan 10 üzerinden 5 puan almıştır. Tasarım için önerilerle ilgili soruda malzeme değişikliği, görünüm açısından önerilerde bulunarak 20 puan üzerinden 15 puan almıştır. Böylece öğrencinin birinci etkinlikteki yansıtma puanı 25 olmuştur.

*“Hayal ettiğimiz tasarıma ulaştık hatta fazlasını bile yaptık ve mutlu olduk. Ben görüntüyü daha kötü beklerdim ama beklediğimden güzel çıktı. Çünkü ışık yetersiz gibiydi. Süreçteki başarılarımız görüntü ve tasarım idi. Zorluklarımız delikleri açmaktı ama bizmetliden yardım aldık ve zorluğumuzun önüne geçtik. Tasarımı baştan yapsak daha güçlü bir fener kullanmayı ve gökkuşağı renklerinin altına resim koyarak sanki havadan gökkuşağı renkleri varmış gibi yapmayı önerirdim ve ikinci bir spektroskop yapmak. Ama böyle de iyi”* (Atomik Tayfa grubundaki öğrencinin dördüncü etkinliğe yönelik cevabı)

Yukarıda Atomik Tayfa grubundaki öğrencinin dördüncü spektroskop etkinliğindeki yansıtma katmanına yönelik cevabı görülmektedir. Öğrenci hayal ettikleri tasarıma ulaşip ulaşmadıkları sorusuna kendi tasarımlarına da eleştiride bulunarak yeterli cevap vermiş ve 10 tam puan almıştır. Geliştirme süreciyle ilgili soruda karşılaştıkları zorluğu nasıl aştıklarını açıklamış, tasarım ve görsellik açısından ise başarılı oldukları yorumunu yaparak 10 tam puan almıştır. Tasarım için önerilerle ilgili soruda adeta tasarımı baştan hayal ederek yeni bir öneride bulunmuş ve bu sorudan 20 tam puan almıştır. Böylece öğrencinin beşinci etkinlikteki yansıtma puanı 40 olmuştur. Öğrencinin birinci etkinlikteki yansıtma puanına kıyasla beşinci etkinlikteki puanının artış gösterdiği görülmektedir.

### 3.3.2. Toplam Bilimsel Yaratıcılık Puanına Göre Değerlendirme



Şekil 3: Öğrencilerin toplam bilimsel yaratıcılık puanlarının süreç içerisindeki değişim grafiği

Şekil 3'teki sütun grafiğinde öğrencilerin toplam bilimsel yaratıcılık puanlarının süreç içerisindeki değişimi görülmektedir. Toplam bilimsel yaratıcılık puanına göre yapılan bu değerlendirmede tüm öğrencilerin son etkinliklerdeki puanlarının ilk etkinliklerdeki puanlarına göre artış gösterdiği görülmektedir. Buradan öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin etkinliklerle beraber süreç içerisinde geliştiği söylenebilmektedir.



#### 4. Sonuç ve Tartışma

STEAM eğitiminin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada elde edilen bulgulardan sonuçlara ulaşılmıştır.

Araştırmada STEAM eğitiminin deney grubu öğrencilerinin başarılarını arttırdığı ve bu artışın kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı şekilde farklı olduğu, etkisinin ise orta düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır ( $t_{(61)} = -2,96$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 0,75$ ). Deney grubunun ön-son gelişimi incelendiğinde de başarı puanlarının anlamlı artışının yüksek düzeyde etkiye sahip olduğu görülmüştür ( $t_{(29)} = -9,42$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 1,22$ ). Bu sonuç, alan yazında STEM eğitiminin (Barrett ve diğerleri, 2014; Ceylan, 2014; Cotabish ve diğerleri, 2013; İrkıçatal, 2016; Lam ve diğerleri, 2008; Olivarez, 2012; Rehmat, 2015; Robinson ve diğerleri, 2014; Tabaru, 2017; Yasak, 2017; Yıldırım ve Selvi, 2017) ve STEAM eğitiminin (Bae ve diğerleri, 2013; Jeong ve Kim, 2015; Townes, 2016; Rabalais, 2014) akademik başarıyı geliştirmede olumlu etkisi olduğunu belirten araştırmalar tarafından desteklenmektedir. Bu sonuç, STEAM eğitiminin uygulanabilirliğini göstermesi açısından da önemlidir. Özellikle okullarımızın genelindeki öğretim anlayışının “test çözme”ye odaklı olduğu düşünüldüğünde öğretmen ve öğrencilerin STEAM eğitimi gibi uygulamaya dönük çalışmaları zaman kaybı olarak görmeleri olasıdır (Gülhan, 2016). Araştırmada elde edilen STEAM eğitiminin akademik başarıyı geliştirdiğine yönelik sonucun bu yaygın önyargıyı yıkmada konusunda önemli olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada deney grubu öğrencilerinin STEAM tutumlarının kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı olarak geliştiği ve etkinin orta düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır ( $U = 342,00$ ;  $p < 0,05$ ;  $r = 0,26$ ). Deney grubunun ön-son gelişimi incelendiğinde de genel STEAM tutum puanlarının anlamlı olarak artış gösterdiği ve etkinin yüksek düzeyde olduğu görülmüştür ( $z = -2,379$ ;  $p < 0,05$ ;  $r = 0,43$ ). Bu sonuç, STEM eğitiminin STEM alanlarına karşı tutumu geliştirdiğini belirten araştırmalar (Baran ve diğerleri, 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; Kutch, 2011; Rehmat, 2015; Tseng ve diğerleri, 2013; Yamak ve diğerleri, 2014; Yasak, 2017) ve STEAM eğitiminin STEAM tutumunu geliştirdiğine yönelik araştırmalar (Kim ve diğerleri, 2014; Kong ve Ji, 2014) tarafından desteklenmektedir. Araştırmada STEAM alt boyutlarına göre değerlendirme yapıldığında ise; deney grubunun kontrol grubuna göre en çok “sanat” tutum puanında artış göstermesinin ( $U = 331,00$ ;  $p < 0,05$ ;  $r = 0,28$ ) ve deney grubunun gelişimine bakıldığında en çok “sanat” alt boyutunda puan artışının ( $z = -1,759$ ;  $p > 0,05$ ;  $r = 0,32$ ), uygulanan STEAM etkinliklerindeki sanat vurgusuyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu tür entegre programlarda tüm disiplinleri her etkinlikte eşit oranda ele almak mümkün olmamaktadır. Dahası, planlar üzerinde disiplin ağırlıklarının yakın olduğu düşünülse bile öğrencilerin dikkatinin daha önce fen eğitiminde kullanmaya alışık olmadıkları alanlara yöneldiği söylenebilmektedir. Gülhan ve Şahin (2016) STEM eğitimi araştırmalarında öğrencilerin STEM alt boyutlarından en çok mühendislik-teknoloji alt boyutuna karşı tutumlarının geliştiğini belirtmişlerdir. Çünkü bu alt boyutlar fen ve matematik alt boyutlarına göre öğrencilere daha yeni gelen kavramlardır. Bu çalışmada da STEAM eğitiminin en büyük yeniliğinin “fen dersine sanatı getirmek” olduğu düşünüldüğünde sanat alt boyutunun öğrenciler tarafından daha çok ilgi çektiği, bu nedenle diğer alt boyutların geri planda kaldığı yorumuna ulaşılabilmektedir. Ayrıca çalışmada ulaşılan bir diğer bulgu, istatistiksel olarak anlamlı fark olmasa da “fen” alt boyutunda, deney grubunda kontrol grubuna göre önemli sayılabilecek bir artış ve orta düzeyde bir etki görülmesidir ( $U = 354,50$ ;  $p > 0,05$ ;  $r = 0,24$ ). Bu bulgu; sanat alt boyutundaki gelişimin fen alt boyutuna belirgin olmasa da katkı yaptığını, yani sanatın fen eğitimine olan desteğini göstermektedir. Alan yazında Türkoğuz (2008) ve Kaçar (2012) da sanatın fen eğitimiyle ilişkilendirilmesinin fen tutumunu olumlu etkilediği sonucuna varmışlardır. Braund’ın (2015) belirttiği gibi fen eğitiminde öğrencilerin tutumlarının düşük olması sorununa yönelik bir çözüm olarak STEAM eğitimi önerilebilmektedir. Araştırmada STEAM alt boyutlarının diğerlerinde anlamlı gelişme görülememesinin nedeni, araştırmanın beş hafta gibi nispeten kısa bir sürede uygulanmış olması olabilir. STEAM tutumunun genel anlamdaki gelişimi, olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilmektedir.

Araştırmada öğrencilerin toplam bilimsel yaratıcılık puanlarında tablo ve grafiklerle yapılan karşılaştırmalar sonucunda; tüm öğrencilerin puanlarının ilk etkinliklerdeki puanlarına göre artış gösterdiği, böylece STEAM eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının gelişiminde olumlu etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Alan yazında STEM eğitiminin (Ceylan, 2014; Gülhan, 2016; Konca, 2017) ve STEAM eğitiminin (Kim ve diğerleri, 2014; Lee ve Lee, 2013; SoonBeom ve diğerleri, 2011) bilimsel yaratıcılık üzerine olumlu etkisi olduğunu belirten araştırmalar da bu sonucu desteklemektedir. Gülhan (2016) tarafından STEM eğitiminin bilimsel yaratıcılığa etkisinin incelendiği araştırmada bilimsel yaratıcılık için daha belirgin gelişmenin, yaratıcılık vurgusu daha fazla olan STEAM eğitiminde olabileceği belirtilmiştir. Bu araştırma STEAM'in bilimsel yaratıcılık vurgusuna dair, ilgili yorumu destekler niteliktedir. Araştırmada bilimsel yaratıcılık katmanlarına göre de incelemeler yapılmıştır. Farkındalık katmanından bir öğrenci haricindeki diğer öğrencilerin tüm etkinliklerde tam puan alması, öğrencilerin bilimsel yaratıcılığın farkındalık düzeyinde araştırmanın başından beri başarılı olduklarını göstermektedir. Farkındalık puanı diğer öğrencilere göre düşük olan öğrencinin daha sonra puanını tam puana çıkarması, uygulanan STEAM eğitiminin olumlu etkisi olarak yorumlanabilmektedir. Gözlem ve strateji katmanlarında bazı öğrencilerin puanlarının düzenli olarak artış grafiği gösterip, diğerlerinin bazı azalışlarla beraber son etkinliklere doğru artış grafiği göstermeleri etkinliklerin farklılığı ve gittikçe zorlaşması ile açıklanmaktadır. Fakat yine de ilk etkinlikten ile son etkinliğe kadar genel anlamda artışların olduğunu görülmüştür, uygulanan STEAM eğitiminin gözlem ve strateji becerilerindeki gelişimindeki olumlu etkisini işaret etmektedir. Bilimsel yaratıcılığın en üst düzeyi olan yansıtma katmanında dört öğrencinin puanının sürekli olarak artış grafiği göstermesi, diğer iki öğrencininse dalgalanmalarla beraber genel anlamda artış grafiği ifade etmesi, araştırma için önemli sonuçlardan biridir. Böylece STEAM eğitiminin bilimsel yaratıcılığın en üst katmanı olan “yansıtıcı düşünme becerisi”nin gelişiminde önemli derecede etkili olduğu yorumuna ulaşılabilmektedir. Benzer şekilde Gülhan (2016) da STEM eğitiminin, yansıtıcı düşünme becerisinin gelişiminde daha etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Böylece bu araştırmada STEM'e sanat katkısı ile oluşturulan STEAM eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları, STEAM tutumları ve bilimsel yaratıcılıkları üzerinde orta düzeyde olumlu etkilere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.1. Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlar ışığında, öğretmenler ve araştırmacılara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

##### 4.1.1. Öğretmenlere Yönelik Öneriler

- Bu araştırma 2013'te yayınlanan araştırma-sorgulama temelli müfredata göre tasarlanmıştır. Fakat 2017'de hazırlanarak 2018-2019 eğitim öğretim yılından itibaren tüm sınıf düzeylerinde uygulanacak olan yeni programla beraber, değişen ünite ve konu başlıklarına göre farklı sınıf düzeylerine de uygulanabilir.
- Araştırma öğretmenlere uygulama konusunda bir öneri niteliğindedir. Öğretmenler hayal gücünü kullanarak, farklı sınıf düzeylerine yönelik ünitelere uyarlamalar yaparak sınıflarında uygulayabilirler.
- Araştırmanın akademik başarı, STEAM alanlarına karşı tutum ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki olumlu sonuçlarından hareketle; STEAM gibi ürüne dönük uygulamalar zaman kaybı olarak değerlendirilmemeli, bu tür uygulamalara önem verilmelidir.

##### 4.1.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- STEAM yeni bir araştırma alanıdır. Konuyla ilgili Kore kaynaklı birçok çalışma bulunmasına rağmen, konu Türkiye için çok yenidir. Bu nedenle araştırmacıların üzerinde daha çok çalışmasına ihtiyaç duyulan bir konudur.

- STEAM eğitimi, STEM eğitime rakip olarak değil; sanat boyutuyla da gelişen bir yapı olarak görülmelidir. Esas paradigmanın STEM olduğu ve diğer eklentilerin STEM'in değerini azaltmak değil, tam tersi STEM'in "disiplinler arası entegrasyon" fikrinin haklılığını ve değerini bir kez daha vurguladığı biçiminde yorumlanmalıdır.
- STEAM eğitime yönelik bu çalışmada ele alınmayan değişkenlere yönelik deneysel araştırmalar yapılmalı, STEAM eğitiminin öğrenciler üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirilmelidir.
- Bu araştırma STEAM eğitiminin birden fazla değişkene etkisinin gösterilmesini amaçladığından her değişken için nicel-nitel destekleme yapılamamıştır. Bundan sonraki araştırmalarda yalnızca bir değişkeninin gelişimine odaklanılarak gözlem, görüşme gibi destekleyici yöntemlerin kullanılmasıyla daha detaylı sonuçlara ulaşılabılır.
- STEAM içerdiği sanat boyutuyla beraber yalnızca bilimsel yaratıcılığı değil, sanatsal yaratıcılığı da kapsamaktadır. Sanat eğitimi ile ilgili uzmanlardan yardım alınarak sanatsal yaratıcılığın gelişimi de incelenebilir.
- STEAM eğitiminin öğrenciler üzerindeki etkileri, sağ ve sol beyinin bütünleşmesi vurgusunu içeren "beyin temelli öğrenme" açısından da değerlendirilmelidir.

### Kaynaklar

- Aral, N. (1999). Sanat eğitimi-yaratıcılık etkileşimi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 11-17.
- Arda, Z., Şahin, H. ve Büyükkol, S. (2013). İlkçağdan modernizme; bilim, sanat ve felsefe buluşmaları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 136-144.
- Atasay, M. ve Erdoğan, A. (2017). Matematik ile sanatın ilişkilendirilmesi: mandala desenlerinin simetri öğretiminde kullanımı. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 6(2), 58-77.
- Ayvacı, H. Ş. ve Ayaydın, A. (2017). Bilim teknoloji mühendislik sanat ve matematik (STEAM). (Ed. Çepni, S.) *Kuramdan Uygulamaya STEM<sup>+</sup><sub>+</sub>E Eğitimi*, (s. 115-130), Ankara: Pegem Akademi.
- Bae, J. H. Yun, B. H. & Kim, J. S. (2013). The effects of science lesson applying STEAM education on science learning motivation and science academic achievement of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science*, 32(4), 557-566.
- Barak, M. & Doppelt, Y. (2000). Using portfolios to enhance creative thinking. *The Journal of Technology Studies*, 26(2), 16-25.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S. ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.
- Barrett, B. S., Moran, A. L. & Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: An interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1-6.
- Batı, K., Çalışkan, İ. ve Yetişir, M. İ. (2017). Fen eğitiminde bilgi işlemsel düşünme ve bütünleştirilmiş alanlar yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 91-103.
- Bayav, D. (2009). Leonardo da Vinci'de sanat, bilim ve etkileşimi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 123-142.
- Braund, M. (2015). *A new STEAM age: Towards one culture for learning science*. ICEMST 2015: International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS), 2, 13-17.
- Büyüköztürk, Ş. (2015). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı-İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Genişletilmiş 21. Baskı, Ankara: Pegem Akademi.

- Bybee, R. W. (2011). K-12 engineering education standards: Opportunities and barriers. *Technology and Engineering Teacher*, 70(5), 21-29.
- 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.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- 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.
- Cook, K. L., Bush, S. B., & Cox, R. (2017). From STEM to STEAM: Incorporating the arts in roller coaster engineering. *Science and Children*, 54(6), 86-93.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A. & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Creswell J. W. (2014). *Araştırma deseni: Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları* (4. Baskıdan çeviri). (S. B. Demir Çev. Ed). Ankara: Eğiten Kitap.
- 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. <http://eie.org/eiecurriculum/research/articles/engineeringelementary-engineering-and-technology-curriculum>
- Çepni, S. (2010). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (5. baskı). Trabzon.
- Dede, H. (2016). Öğrencilerin sanata karşı bakış açılarını ortaya koymaya yönelik bir tutum ölçeği. *İdil*, 5 (25), s.1559-1576. DOI: 10.7816/idil-05-25-13.
- Ertürk, F. E. ve Yayan, G. (2012). Bilim ve sanatı birleştiren iki usta. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(1), 453-464.
- Friday Institute for Educational Innovation (2012). *Student attitudes toward STEM survey-upper elementary school students*, Raleigh, NC: Author.
- Gülhan, F. (2016). *Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin algı, tutum, kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gülhan, F., Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3447
- İrkiçatal, Z. (2016). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin başarılarına ve FeTeMM algıları üzerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Jeong, S. S. K. & Kim, H. (2015). The effect of a climate change monitoring program on students' knowledge and perceptions of STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1321-1338.
- Johnson, C. C. (2012). Letter from the editor: Four key premises of STEM. *School Science and Mathematics*, 112(1), 1-2.
- Kaçar, S. (2012). *Görsel sanatlarla bütünleştirilmiş probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin fen akademik başarılarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve sanat etkinlikleriyle fen öğrenme tutumlarına etkileri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kim, E. J., Kim, S. H., Nam, D. S. & Lee, T. W. (2014). *Development of STEAM program math centered for middle school students*. <http://www.steamedu.com/wpcontent/uploads/2014/12/Development-of-STEAM-Korea-middle-school-math.pdf> adresinden 06 Haziran 2016 tarihinde edinilmiştir.

- Kim, D., Ko, D., Han, M., & Hong, S. (2014). The effects of science lessons applying STEAM education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(1), 43-54.
- Klein, J. T. (2005). Integrative learning and interdisciplinary studies. *PeerReview*, 7(4), 8-10.
- Konca, F. (2017). *FeTeMM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşleri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Kong, Y. T. & Huo, S. C. (2014). An effect of STEAM activity programs on science learning interest. *Advanced Science and Technology Letters*, 59, 41-45.
- Kong, Y. T. & Ji, In-C. (2014). The effect of subject based STEAM activity programs on scientific attitude, self efficacy, and motivation for scientific learning. *International Information Institute (Tokyo), Information*, 17(8), 3629-3636.
- Kutch, M. (2011). *Integrating science and mathematics instruction in a middle school STEM course: The impact on attitudes, career aspirations and academic achievement in science and mathematics*. Doctoral thesis. Wilmington University. (UMI No. 3456933).
- Lam, P., Doverspike, D., Zhao, J., Zhe, J. & Menzemer, C. (2008). An evaluation of a STEM program for middle school students on learning disability related IEPs. *Journal of STEM education*, 9(1&2), 21-29.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science* 20, 547 – 552.
- Lederman, N. G. & Niess, M. L. (1997). Less is more? More or less. *School Science and Mathematics*, 97(7), 341-343.
- Lee, S. & Lee, H. (2013). The effects of science lesson applying STEAM education on the creativity and science related attitudes of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 60-70.
- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2016). Calculation of effect sizes. Available: [https://www.psychometrica.de/effect\\_size.html](https://www.psychometrica.de/effect_size.html). Dettelbach (Germany): Psychometrica. DOI: 10.13140/RG.2.1.3478.4245
- Liao, C. (2016). From interdisciplinary to transdisciplinary: An arts- integrated approach to STEAM education, *Art Education*, 69(6), 44-49.
- MEB (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara.
- Olivarez, N. (2012). *The impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a South Texas middle school*. Doctoral dissertation. Texas A&M University, Corpus Christi, Texas.
- Özder, E. (2008). *İlköğretim 6. sınıfta görsel sanatlar dersi ile desteklenen matematik öğretiminin öğrenci tutumları ve başarılarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ozkan, G. & Umdü Topsakal, U. (2017). Examining students' opinions about STEAM activities. *Journal of Education and Training Studies*, 5(9), 116-123.
- Park, N. (2013). Application and analysis of STEAM using education programming language in elementary school. *Information: An Interdisciplinary Journal*, 16(10), 7311-7324.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (3. baskıdan çeviri). (M. Bütün ve S. B. Demir Çev. Eds). Ankara: Pegem Akademi.
- Peters-Burton, E. E. (2014). Is there a “Nature of STEM”? *School Science and Mathematics*, 114(3), 99-101.
- 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.
- Quigley, C. F., Herro, D. & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12.

- Rabalais, M. E. (2014). *STEAM: A national study of the integration of the arts into STEM instruction and its impact on student achievement*. Doctoral Dissertation, University of Louisiana Lafayette.
- Rehmat, A. P. (2015). *Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: A problem-based learning approach for STEM integration*. Doctoral dissertation. University of Nevada, Las Vegas. UNLV Theses/Dissertations/Professional Papers/Capstones. Paper 2497. <http://digitalscholarship.unlv.edu/thesesdissertations> adresinden 02 Kasım 2015 tarihinde edinilmiştir.
- Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G. & Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 189–213.
- Rolling, J. H., Jr. (2016). Reinventing the STEAM engine for art +design education. *Art Education*, 69(4), 4-7.
- Sparkes, V. P. (2017). *STEAM nedir?* İstanbul: Ayrıntı Yayınları.
- Smith, O. (2015). There is an Art to Teaching Science in the 21st Century. X. Ge et al. (Eds.), *Emerging Technologies for STEAM Education, Educational Communications and Technology: Issues and Innovations*, Springer International Publishing Switzerland, DOI 10.1007/978-3-319-02573-5\_5.
- 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.
- SoonBeom K., Dongsoo N. & TaeWuk L. (2011). The effects of convergence education based STEAM on elementary school students' creative personality. T. Hirashima et al. (Eds.) (2011). *Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education*. Chiang Mai, Thailand: Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Sönmez, V. ve Alacapınar F. G. (2011). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Tabaru, G. (2017). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temelli etkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Tenaglia, T. (2017). *STEAM curriculum: Arts education as an integral part of interdisciplinary learning*. Messiah College Curriculum and Instruction Research Project, Parkway.
- Tenkoğlu, H. (2017). *Fen bilimleri dersinde teknoloji entegrasyon matrisi modelinin öğrencilerin teknoloji standartları, yansıtıcı düşünme becerileri ve akademik başarılarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Amasya Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Amasya.
- Topdemir, H. G. (2012). Leonardo da Vinci'nin optik çalışmaları. *Dört Öge*, 2, 37-50.
- Townes, T. C. (2016). *The consequences of creativity in the classroom: The impact of arts integration on student learning*. Doctoral Dissertation, Union University. ProQuest Number: 10296885
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102. DOI: 10.1007/s10798-011-9160-x
- Türkoğuz, S. (2008). *Görsel sanat etkinlikleriyle bütünleştirilmiş ilköğretim fen ve teknoloji öğretimi*. Yayımlanmamış doktora tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Uysal, A. (2005). İlköğretimde verilen sanat eğitimi derslerinin yaratıcılığa etkileri. *Gazî Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi*, 6(1), 41-47.
- Watson, A. D. & Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education. *Journal for Quality & Participation*, 36(3), 1-4.
- Wynn, T. & Harris, J. (2012). Toward s STEM+Arts curriculum: Creating the teacher team. *Art Education*, 65(5), 42-47.
- Yakman, G. (2010). *What is the point of STE@M?-A Brief Overview*. [http://www.steamedu.com/2006-2010\\_Short\\_WHAT\\_IS\\_STEAM.pdf](http://www.steamedu.com/2006-2010_Short_WHAT_IS_STEAM.pdf).

- Yakman, G. & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Yamak, H. Bulut, N. & Dünder, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yasak, M. T. (2017). *Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: Basınç konusu örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Yıldırım, A. (1996). Disiplinlerarası öğretim kavramı ve programlar açısından doğurduğu sonuçlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 89-94.
- Yıldırım A. ve Şimşek H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210.
- Yıldız Demirtaş, V., Çerik, S. ve Maba, A. (2017). Sanat etkinlikleri ile zenginleştirilmiş bilim uygulamaları dersinin akademik başarıya etkisi. *Journal of Human Sciences*, 14(2), 1469-1483. doi:10.14687/jhs.v14i2.4466

#### Ek- 1:

#### Ünite Planı ve Etkinliklerin STEAM Boyutları

Konu başlığı	Etkinlik alanı	Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	Sanat
Aynalar	<b>Düzlem aynalar</b>	Düzlem aynada görüntü özellikleri	Animasyon izletme	Kaleydoskop tasarımı	Simetri Koordinat sistemi	Resim
	<b>Küresel aynalar</b>	Çukur ve tümsek aynalarda görüntü özellikleri	Animasyon izletme Fotoğraf çekimi	Yansıtıcı heykel tasarımı	Geometrik görüntü çizimi	Heykel Edebiyat Fotoğraf
Işığın soğrulması	<b>Işığın soğrulması</b>	Renk-ışığın soğrulması ilişkisi	Animasyon izletme Termal kamera uygulaması	Güneş fırını tasarımı	Sıcaklık ölçümü, tablolaştırma ve grafik çizme	Yemek
	<b>Beyaz ışık</b>	Beyaz ışığın kırılmasıyla oluşan renkler	Animasyon izletme Müzik klipi izletme	Spektroskop tasarımı	Renkli ışınların geometrik çizimi	Resim Müzik
	<b>Cisimlerin renkli görünmesi</b>	Cisim ve ışık renkleri	Animasyon izletme Ebru sanatı uygulaması	Işık gösterisi aracı tasarımı	Venn şeması çizimi (kesişim-birleşim kümeleri)	Resim Ebru Işık Sinema

## Ek-2:

### Extended English Summary

#### Introduction

STEAM; science-technology-engineering-mathematics integration (STEM) is a new approach created by adding art. Both internationally and nationally, the STEAM had been awarded foundation for this research because of inadequate of researches in this field. The aim of this research is to examine the effect of the STEAM approach on the academic achievement, STEAM attitude and scientific creativity of seventh grade students.

#### Method

In this research, it was used embedded experimental mixed method. Quasi-experimental design was used in the quantitative part of the research and case study was used in the qualitative part. The research was conducted in a secondary school in Istanbul in the academic year of 2017-2018. The study group of the research was consisted 33 students in the control group and 30 students in the experimental group.

The data collection tools used in the research are as follows: The “Academic Achievement Test” used for factor of academic achievement was developed by Tenkoglu (2017) for the “Reflection in the Mirrors and Absorption of Light” unit. “STEAM Attitude Test” used for STEAM attitude factor is a 58-point Likert-type test. This test was formed by combining two tests; “STEM Attitude Test” developed by Friday Institute (2012) and adapted to Turkish by Gulhan and Sahin (2016) with “Scale of Attitude to Art” developed by Dede (2016). “Rubric of Scientific Creativity” used for factor of scientific creativity; developed by Barak and Doppelt (2000) and adapted to Turkish and to STEM by Gulhan (2016). STEAM activities were developed by researchers using the 5E model for the “Reflection in the Mirrors and Absorption of Light” unit.

The general theme of the unit is “Leonardo da Vinci and his optical studies”. Designs made in the activities; kaleidoscope, reflective sculpture, solar oven, spectroscope and light show tool. Science topics in the activities are; plane mirror, concave mirror, convex mirror, the effect of color on absorption of light, refraction of white light and appearance of objects with color. Technology applications in the activities are; watching the animations, shooting the photograph, using the thermal camera application, using the marbling application, watching and shooting the music klip. Math topics in the activities are; symetry, coordinat system, geometric drawing the view in the mirror, measurement of temparature, drawing the table and graphic, drawing the Venn diagram about colors. Art branches mentioned in the activities; painting, sculpture, literature, photography, food, music, marbling, light and cinema. Activities were conducted in heterogeneous six group consisted of the experimental group. The activities were carried out for five weeks in the experimental group.

#### Findings

SPSS analyzes of the “Academic Achievement Test” and of the “STEAM Attitude Test” applied as the pre-test to the control and experimental groups were performed.

As a result of the analysis made for the “Academic Achievement Test”, it was seen that the average of the experimental group increased significantly compared to the control group in the post test ( $t_{(61)} = -2,96$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 0,75$ ).

As a result of the analysis made for the “STEAM Attitude Test”; the STEAM attitude score of the experimental group ( $\bar{x} = 3,65$ ) was significantly ( $U = 342,00$ ;  $p < 0,05$ ;  $r = 0,26$ ) higher than the control group score ( $\bar{x} = 3,25$ ). Moreover, it was found in the “art” sub-dimension in post test that the average attitude score ( $\bar{x} = 3,63$ ) of the experimental group was significantly ( $U = 331,00$ ;  $p < 0,05$ ;  $r = 0,28$ ), higher than the average score of the control group ( $\bar{x} = 3,21$ ).

Descriptive analysis was conducted for the “Rubric of Scientific Creativity” applied for



evaluation at the end of each activity to the experimental group. For the evaluation, the maximum diversity sampling did and it was taken into consideration data of six students in total. From the findings obtained; it is seen that the students' scientific creativity scores increased in the process and the increase of the points was in the “reflection layer” which is the highest scientific creativity layer.

### **Conclusions and Discussion**

The research concluded that the STEAM education increased the achievement of the students in the experimental group and that this increase was significantly different from the control group students. This result is in the literature supported by research indicating that STEM education (Barrett, Moran and Woods, 2014; Ceylan, 2014; Cotabish, Dailey, Robinson and Hughes, 2013; Irkıcatal, 2016; Lam, Doverspike, Zhao, Zhe and Menzemer, 2008; Olivarez, 2012; Rehmat, 2015; Robinson, Dailey, Hughes and Cotabish, 2014; Tabaru, 2017; Yasak, 2017; Yıldırım and Selvi, 2017) and STEAM education (Bae, Yun and Kim, 2013; Jeong and Kim, 2015; Townes, 2016; Rabalais, 2014) are positive effects on academic achievement.

In the research it was concluded that the students in the experimental group developed STEAM attitudes significantly compared to the control group students. This result is supported by research that suggests that STEM education develops attitudes towards STEM fields (Baran, Canbazoglu-Bilici and Mesutoğlu, 2015; Gulhan and Sahin, 2016; Kutch, 2011; Rehmat, 2015; Tseng, Chang, Lou and Chen, 2013; Yamak, Bulut and Dundar, 2014; Yasak, 2017), and that STEAM education develops the STEAM attitude (Kim, Nam and Lee, 2014; Kong and Ji, 2014) .

The research concluded that STEAM education has positive effect on the development of students' scientific creativity. This result supports research that suggests that STEM education (Ceylan, 2014; Gulhan, 2016; Konca, 2017) and STEAM education (Kim, Ko, Han and Hong, 2014; Lee and Lee, 2013; SoonBeom, Dongsoo and TaeWuk, 2011) have a positive impact on scientific creativity in the literature.

The suggestions made to teachers are according to the results of the research; the adaptation of STEAM education to different class levels and units, planning of STEAM training in cooperation with other branch teachers. The suggestions made to researchers are; increasing research on STEAM, doing experimental researches on STEAM' effects on students and that STEAM is not regarded as a competitor to STEM but rather a structure that broadens the basic paradigm of STEM.