

STEM TEMELLİ ÖĞRETİMİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARINA VE YARATICILIKLARINA ETKİSİ: KUVVET VE HAREKET ÜNİTESİ ÖRNEĞİ*

THE EFFECT OF STEM BASED ON ACADEMIC ACHIEVEMENT AND CREATIVITY OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS: EXAMPLE OF FORCE AND MOTION UNIT

Emrullah SARICA¹, Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN²

Öz: Bu araştırmanın amacı ‘Kuvvet ve Hareket’ ünitesinde uygulanan STEM temelli öğretimin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına ve yaratıcılıklarına etkisini incelemektir. Araştırmanın çalışma modeli olarak yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu 2022-2023 eğitim öğretim yılında Marmara bölgesinde bir devlet ortaokulunda altıncı sınıf seviyesinde öğrenim gören 25’i deney grubu ve 20’ si kontrol grubu olmak üzere toplam 45 öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubunda yer alan öğrencilere STEM temelli öğretim yapılırken kontrol grubundakilere de MEB fen dersi müfredatına göre öğretim yapılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerine yapılan öğretim üç haftalık süresince gerçekleşmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerine öğretim öncesi iki ders saati örnek uygulamalar yapılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak “Kuvvet ve Hareket Başarı Testi” ve “Bilimsel Yaratıcılık Testi” kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerine Kuvvet ve Hareket Akademik Başarı Testi ile Bilimsel Yaratıcılık Testi öğretim öncesi ön-test şeklinde yapılmış olup öğretimin tamamlanmasının ardından yine bu testler son-test şeklinde uygulanmıştır. Toplanan verilerin analizi SPSS 23.0 programıyla analiz edilmiştir. Araştırmanın bulguları doğrultusunda STEM temelli öğretimin deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarını arttırdığı ve yaratıcılık seviyelerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına bakılarak fen derslerinin bu etkinliklerine uygun konularında ya da matematik gibi derslerde bu tarz eğitimin yapılması ayrıca okullarda STEM atölyeleri kurulması veya fen laboratuvarların bu hedef doğrultusunda düzenlenmesi önerilmiştir.

Anahtar sözcükler: STEM temelli öğretim, kuvvet ve hareket, bilimsel yaratıcılık, ortaokul altıncı sınıf öğrencileri

Abstract: The aim of this study is investigating impact of teaching the topic of force and motion with STEM-based activities on the middle school students’ academic achievement and creativity. The research model of this study is the quasi-experimental design. The participants for this study are 45 sixth grade students. Experimental group includes 25 students and control group includes 20 students, studying at a public middle school in the Region of Marmara during 2022-2023 educational year. In experimental group, an instruction with STEM-based activities was applied whereas in control group, the instruction according to MNE science education teaching program was applied. Teaching practice both in experimental and control group continues for three weeks. Additionally, sample applications are carried out for preparation process of students in experimental group during two sessions before teaching implementation. For this study, “Force and Motion Achievement Test” and “Scientific Creativity Test” were applied as data collecting tools. “Force and Motion Achievement Test” and “Scientific Creativity Test” are applied as pretest on the participants of experimental and control group initially. Then, the same tests are carried out on each group after that the implementation is completed. The collected data was analyzed on the program of SPSS 23.0. According to findings, it is resulted in that STEM-based implementation increases academic achievement and improves the level of creativity of experimental group. According to the results of this research, applying of this kind of teaching in different lessons and different topics, applying of this kind of activities out of the school and organizing science laboratories or STEM ateliers in schools in line with this purpose are suggested.

Keywords: STEM-based teaching, force and motion, scientific creativity, middle school sixth grade students

Bu makaleye atf vermek için:

Sarıca, E. & Bostan Sarioğlan, A. (2024). STEM temelli öğretimin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına ve yaratıcılıklarına etkisi: Kuvvet ve hareket ünitesi örneği, *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(3), 1700-1718.

Cite this article as:

Sarıca, E. & Bostan Sarioğlan, A. (2024). The effect of STEM based on academic achievement and creativity of middle school students: Example of force and motion unit, *Trakya Journal of Education*, 14(3), 1700-1718.

* Bu makale, ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazarın 2024 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde tamamladığı yüksek lisans tezine dayalı olarak hazırlanmıştır.

¹ Bil. Uzm, Balıkesir İl Millî Eğitim, Balıkesir/Türkiye, email: emrullahsarica@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-8727-3911

² Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir/Türkiye, e-mail: abostan@balikesir.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2320-9427

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Nowadays, due to the rapidly developing science and technology, it has become necessary for some changes to occur in the lives of individuals. In order for individuals to keep up with this situation, they must be individuals who question, research, use information, solve problems, and think innovatively and creatively. Due to this situation, countries have updated their education and training programs. As a consequence of the update made by the Ministry of National Education (MNE), it is aimed to raise individuals who will be able to use information, structure it, solve problems, be creative, innovative, scientifically literate, take responsibility and have the skills of 21st century (MNE, 2018). When we look at the content of STEM education, this education appears as an approach that provides problem-solving skills to both practitioners and individuals. (Roberts, 2012). STEM education aims to bring creativity forward in individuals (Bostan Sarioğlan & Şentürk Özkaya, 2023). Considering the explanations made about creativity, it can be denoted as generating a unique product by using knowledge and skills that individuals have, thinking differently and developing a different perspective on events (Fox & Schirmacher, 2014).

When we examine the literature, several research on STEM-based education have been found (Ayaz, Gülen & Gök, 2020; Bekereci, 2022; Bostan Sarioğlan & Şentürk Özkaya, 2023; Çimen, 2021; Coşkun, 2021; Demirel ve Özcan, 2021; Gülseven, 2020; Kundakcı, 2021; Kurtuluş, 2019; Kurtuluş & Yılmaz, 2023; Ozan & Sağır, 2020; Özaslan, 2020; Satar, 2021; Şentürk Özkaya, 2022; Taşçı & Şahin, 2020 Christensen & Knezek, 2017; Dass, 2015; Gharib, Cieslinski, Al-Marri & Creel, 2018; Guzey, Harwell, Moore, 2016; Permanasari, Rubini & Nugroho, 2021; Reid-Griffin, 2019). It is expected that this research will contribute to the literature and guide those who will work on STEM. It is considered that through this research, individuals' design, engineering and scientific creativity levels will be positively affected, as well as students will develop collaborative work and produce solutions to problems in daily life.

Method

In this study, the effect of STEM-based teaching in the Force and Motion unit on the academic achievement and creativity of middle school students was examined. The quasi-experimental design was used as the research model.

The participants of this study consisted of a total of 45 students in two different classes studying at the grade 6 level in a public middle school in the Marmara Region during the 2022-2023 academic year. 25 of them formed the experimental group and 20 of them formed the control group.

During this research period, implementation continued for three weeks in both groups. Force and Motion Academic Achievement Test (FMAAT) and Scientific Creativity Test (SCT) were applied as a pre-test before the research. After the application, the same tests were performed as a posttest. For the students in the control group, the learning outcomes within the scope of the Science Curriculum (MNE, 2018) were applied in lessons according to this program. For the students in the experimental group, the application was carried out in line with the lesson plans prepared with STEM activities.

The data obtained from the FMAAT and SCT applied in the study were analyzed with the SPSS 23.0 program. Additionally, normality test was operated to investigate whether the inputs had a normal distribution.

Findings

It is observed that the FMAAT pre-test averages of the experimental and control groups are similar, and it has been seen that control group's average is slightly higher than experimental group's average ($\bar{X}_{ex} = 5,00$; $\bar{X}_c = 5,65$). By the time we examine mean of posttest scores of the groups ($\bar{X}_{ex} = 11,32$; $\bar{X}_c = 8,65$), it was observed that the FMAAT average of the students in the experimental group was higher than the students in the control group. When the differences between groups' pretest and posttest were examined, a worthy difference was seen between the average scores of both the experimental group and the control group ($p < 0.05$).

It was observed that the averages of experimental and control groups' SCT pre-test score was close to each other ($\bar{X}_{ex} = 25,88$; $\bar{X}_c = 26,05$). When we examine SCT posttest averages of the groups, we can see that experimental group had higher SCT post-test mean scores ($\bar{X}_{ex} = 34,72$; $\bar{X}_c = 24,70$).

When the pretest and posttest mean scores of the groups are examined, a significant difference was seen in the experimental group ($p<0.05$), but not in the control group ($p>0.05$).

Discussion and Conclusion

In this study, the effect of STEM-based teaching in the Force and Motion unit on the academic achievement and creativity of middle school students is examined. There was no significant difference between the FMAAT pre-test score averages of the students in the experimental and control groups, therefore it was determined that the preliminary knowledge of these two groups was close to each other. When looking at the posttest average scores of experimental and control groups, we can see a greater difference in support of the treatment group. Also, we saw a rise in the academic success of each group, however this raise was greater in treatment group. As a result, it was determined that the STEM-based education applied in the experimental group increased the academic achievement of the students. As a result of comparing the SCT pre-test scores of the students in the experimental and control groups, no significant difference was detected between the averages of all groups. In other words, we observed that scientific creativity level of the participants in both the experimental and control groups were close to each other before the application. A significant difference emerged between the SCT posttest mean scores of the experimental and control groups. Accordingly, it can be said that the experimental group's scientific creativity skills reached a better level compared to participants of control group. Consequently, developing scientific creativity by implementing STEM-based activities is possible.

GİRİŞ

Günümüzde hızlı gelişen bilim ve teknoloji nedeniyle bireylerin yaşamında bazı değişimlerin olması zorunluluk haline gelmiştir. Bu doğrultuda bakıldığında bireylerin değişen koşullara ayak uydurması son derece önemlidir. Bireylerin bu duruma ayak uydurabilmesi için sorgulayan, araştıran, bilgiyi kullanabilen, problem çözebilen, yenilikçi ve yaratıcı düşünen bireyler olması gerekir. Ülkeler bu durum nedeniyle eğitim ve öğretim programlarında güncelleme yapmışlardır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından yapılan güncelleme sonucu öğrencilerin, bilgiyi kullanabilen, yapılandırabilen, problem çözen, yaratıcı, yenilikçi, fen okuryazarı olan, sorumluluk alabilen ve 21 yy. becerilerine sahip olan bireyler olarak yetiştirilmesi amaçlanır (MEB, 2018). Yapılan son güncelleme ile MEB, milli bir şahsiyet inşa etmek ve o şahsiyetlerden toplum oluşturabilmek için ahlaklı, erdemli, milleti ve insanlık için iyi, doğru, faydalı ve güzel olanı yapmayı ideal edinmiş, eleştirel düşünebilen, sorgulayan, araştıran, mesuliyet ve ülkü sahibi olmayı ayrıca etkin olarak medeniyet kurucusu geliştiricisi bilge nesilleri hedefler (MEB, 2024).

Hızlı bir şekilde değişen dünya ve eğitim sistemleri, ülkelerin de kendi eğitim sistemlerinde yenilenmeye gitmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu nedenle MEB eğitim sisteminde yaptığı değişikliklerle öğrenciyi merkeze almakta, öğrencinin bilgiyi günlük yaşamda kullanmasını, aktif katılımını, araştırma ve sorgulama yapmasını hedeflemektedir. Ayrıca öğrencinin ürün elde etme, gözlem yapma ve verileri değerlendirme gibi süreçlerde beceri sahibi olmasını amaçlamaktadır (MEB, 2018). Bu açıklamalar doğrultusunda, birçok ülke eğitim sistemlerinde bilgiye dayalı sistem yerine sorgulayıcı, araştırmacı, üretken, buluş yapan ve disiplinler arası proje tabanlı Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimine daha fazla önem vermeye başlamıştır (Çepni, 2017). Günümüzdeki bilimsel ve ekonomik değişimlere ayak uydurmak ve değişimlerin sürekliliğini sağlamak için STEM eğitimi ön plana alınmalı ve bu konuda mesleki anlamda farkındalık oluşturma durumu mecburi hale getirilmelidir (Bahar, Yener, Yılmaz, Emen, & Gürer, 2018). STEM eğitimi tanım olarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbiriyle bütünleşmesiyle ortaya çıkmıştır (Akgündüz, Ertepinar, Ger, Kaplan Sayı, & Türk, 2015). Son yıllarda ülkemizde STEM alanında yapılan çalışmaların sayısında önemli bir artış görülmüştür (Gümüş & Eroğlu, 2024).

STEM eğitiminin bireylere sağladığı faydalara bakıldığında problem çözmeyi geliştirme, bilgi ve beceriyi kullanarak yaratıcı olma, mühendislik tasarımına, disiplinler arası ilişkilere, mantıksal ve eleştirel düşünmeye sahip olma, teknolojik gelişmelerden haberdar olma, eğlenerek öğrenme, yenilikçi düşünme, özgüvenli olma, mantıksal düşünceye sahip olma ve çözüm odaklı olma gibi durumlar öne çıkar (Morrison, 2006). STEM eğitimi içeriğine bakıldığında, bu eğitim hem uygulayıcılara hem de bireylere problem çözme becerisi kazandıran bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (Roberts,

2012). Bunların dışında STEM eğitimi, değişen teknolojik gelişmelere uyum sağlayan, mantıksal ve eleştirel düşünmeyi destekleyen, mühendislik tasarım, yaratıcılık, yenilikçilik gibi durumlarda bakış açısını değiştiren bir eğitimidir (Yıldırım & Altun, 2015). STEM eğitimi aynı zamanda mühendislerin ve bilim insanlarının çalışırken nasıl bir yol izleyeceğine ışık tutan bir eğitim olarak karşımıza çıkar (Çorlu, Capraro, & Capraro, 2014). Ülkemizde diğer ülkelerde olduğu gibi STEM eğitiminin eğitim programında yer alması gerektiği vurgulanmıştır (MEB STEM eğitimi raporu, 2016). Ayrıca bu rapora göre, STEM eğitiminin uluslararası PISA ve TIMSS gibi sınavlarda başarıyı arttıracığından, bu eğitimin öncelikli olarak ele alınması gerektiği belirtilmiştir. Bu doğrultuda 2018 yılında fen dersi müfredatı yeniden güncellenerek 3. sınıf düzeyinden 8. sınıf düzeyine kadar fen dersi müfredatına ait kazanımlar tekrar yapılandırılmıştır (MEB, 2018). Yapılan bu değişikliklerin öğrencilerin fen bilimlerine karşı daha fazla ilgi göstermesine, olumlu tutum geliştirmesine, mesleki kariyer planlamasına ve bilimsel süreçlerine katkı sağlayacağı düşünülmüştür. Yapılan son güncelleme ile fen bilimleri alanında on üç farklı beceri tanımlanmıştır. Fen Bilimleri alan becerileri, bilimsel gözlem, sınıflandırma, bilimsel gözleme dayalı tahmin, bilimsel veriye dayalı tahmin, operasyonel tanımlama, hipotez oluşturma, deney yapma, bilimsel çıkarım yapma, bilimsel model oluşturma, tümevarıma dayalı akıl yürütme, tümdengelimine dayalı akıl yürütme, kanıt kullanma, bilimsel sorgulama becerilerinden oluşmuştur. Fen Bilimleri alan becerileri birbiriyle ilişkili olup bazı beceriler birden fazla beceriyi kapsayacak şekilde yapılandırıldı (MEB, 2024).

STEM eğitiminin en önemli amaçlarından biri yaratıcılık ve yaratıcı düşünme becerisini kazandırmaktır (Yıldırım & Altun, 2015). STEM eğitimi bireylerde yaratıcılığın öne çıkmasını hedeflemektedir (Bostan Sarıoğlu & Şentürk Özkaya, 2023). Yaratıcılıkla ilgili yapılan açıklamalar göz önüne alındığında, bireylerin sahip olduğu bilgi ve becerileri kullanarak kendine özgü bir ürün ortaya çıkarma, farklı düşünme ve olaylara karşı farklı bakış açısı geliştirme olarak ifade edilebilir (Fox & Schirrmacher, 2014). Ayrıca yaratıcılıkla ilgili olarak yeni ve farklı çözüm arayan, orijinal fikir içeren icat, bilimsel kuram, geliştirilmiş yeni bir tasarım, edebi eser ve ürün gibi ifadelerle yer verilmiştir (Torrance & Goff, 1989). Hu ve Adey, yaratıcılık ile bilimsel yaratıcılık kavramlarını birbirinden ayırmıştır. Yaptığı açıklamada bilimsel yaratıcılığı, bilimsel problem çözmede yaratıcı bilimsel hareketler ve yaratıcı bilimsel tecrübelerden yararlanma olarak belirtmiştir. Bunun dışında bilimsel yaratıcılığı, durgun ve gelişimsel yapının bir parçası olarak tanımlamıştır (Hu & Adey, 2002).

Alanyazına bakıldığında, STEM temelli eğitim hakkında yapılan pek çok çalışmaya rastlanılmıştır (Akkaya, 2019; Ayaz, Gülen ve Gök, 2020; Bekereci, 2022; Bostan Sarıoğlu & Şentürk Özkaya, 2023; Ceylan, 2014; Christensen ve Knezek, 2017; Çimen, 2021; Coşkun, 2021; Dass, 2015; Demirel ve Özcan, 2021; Dumanoğlu, 2018; Gharib, Cieslinski, Al-Marri ve Creel, 2018; Guzey, Harwell, Moore, 2016; Gülseven, 2020; Güneş & Karaşah, 2016; İzgi, 2020; James, 2014; Judson, 2014; Karakuzu, 2021; Karcı, 2018; Konca Şentürk, 2017; Kundakçı, 2021; Kurtuluş, 2019; Kurtuluş & Yılmaz, 2023; Lee ve Lee, 2013; Nağaç, 2018; Ozan ve Sağır, 2020; Özasan, 2020; Permanasari, Rubini ve Nugroho, 2021; Permanasari, Rubini ve Nugroho, 2021; Reid-Griffin, 2019; Satar, 2021; Şentürk Özkaya, 2022; Taşçı ve Şahin, 2020; Turgutalp, 2021; Yıldırım ve Selvi, 2017). Yapılan bu çalışmada STEM öğretimine Web 2.0 araçlarından Tinkercad gibi programların dahil edilmesi özellikle teknoloji çağında bulunan öğrencilerin sürece etkin katılmasını gerçekleştirmesinden dolayı alan yazına katkı sağlayacağı ve STEM konusunda çalışma yapacak kişilere yol göstereceği öngörülmektedir. Yapılan bu çalışma aracılığı ile bireylerin tasarım, mühendislik ve bilimsel yaratıcılık seviyelerinin olumlu yönde etkilenmesinin yanı sıra öğrencilerin tasarım ve mühendislik becerilerinin geliştirip günlük yaşamdaki problemlere mühendislik düşüncesi ile çözüm üreteceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada “Kuvvet ve hareket ünitesinde STEM temelli öğretimin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve yaratıcılıklarına etkisi var mıdır?” araştırma sorusunu yanıtlamak amaçlanmıştır. Ayrıca söz konusu hedefe ulaşmada aşağıda verilen alt problemler yanıtlanmaya çalışılmıştır;

1. STEM temelli öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile MEB müfredatına bağlı öğretim yapılan kontrol grubu öğrencilerinin KHABT ön test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?
2. STEM temelli öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile MEB müfredatına bağlı öğretim yapılan kontrol grubu öğrencilerinin KHABT son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?
3. STEM temelli öğretim yapılan deney grubu öğrencilerinin KHABT ön test – son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

4. MEB müfredatına bağlı öğretim yapılan kontrol grubu öğrencilerinin KHABT ön test – son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?
5. STEM temelli öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile MEB müfredatına bağlı öğretim yapılan kontrol grubu öğrencilerinin BYT ön test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?
- 6.STEM temelli öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile MEB müfredatına bağlı öğretim yapılan kontrol grubu öğrencilerinin BYT son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?
7. STEM temelli öğretimi yapılan deney grubu öğrencilerinin BYT ön test – son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?
8. MEB müfredatına bağlı öğretim yapılan kontrol grubu öğrencilerinin BYT ön test – son test puanları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Kuvvet ve Hareket ünitesinde STEM temelli öğretimin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelendiği bu çalışmada araştırma modeli olarak yarı deneysel modellerden eşit olmayan kontrol gruplu model kullanılmıştır. Yarı deneysel modellerden eşit olmayan kontrol gruplu model ile ön test-son test kontrol gruplu model arasında benzerlik vardır. Belirlenen gruplar üzerinde ön test-son test çalışması gerçekleştirilir. Yapılması düşünülen bağımsız değişken bir gruba uygulanıp, daha sonra iki grup birbiri ile karşılaştırılır. Ön test ve son test kontrol gruplu modelden farklı şekilde eşit olmayan kontrol gruplu modelde gruplar rastgele bir şekilde oluşturulur. Bu modele göre, gruplar tarafsız seçme yöntemiyle belirlenir. Fakat çalışma gruplarının birbirine yakın özellikleri içermesi beklenir. Belirlenen grupların herhangi birinin deney grubu veya diğerinin kontrol grubu olacağı seçkisiz seçme yöntemi ile belirlenir (Cohen, Manion, & Morrison, 2005; Karasar, 2016).

Çalışma Grubu/ Evren- Örneklem

Çalışmanın örneklemini 2022-2023 eğitim öğretim yılında Marmara Bölgesi'nde Milli Eğitim Bakanlığına bağlı olan bir devlet ortaokulunda 6. sınıf düzeyinde öğrenim gören iki farklı sınıftaki toplam 45 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada bu okulun seçilme nedeni araştırılan kişinin çalıştığı kurum olmasından dolayı kolay ulaşılabilir örneklem olmasıdır. Araştırmada seçilen kırk beş öğrencinin 25 tanesi deney grubunu 20 tanesi ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Grupların tercih edilmesinde ana neden iki sınıfın başarı ortalamalarının birbirine yakın olmasıdır. Çalışma grubunda yer alan deney grubu öğrencilerinin 13'ü kız, 12'si erkek öğrenci iken control grubundaki öğrencilerin 11' i kız, 9'u erkek öğrencidir.

Veri Toplama Aracı

Çalışmada veri toplamak için Kuvvet ve Hareket Akademik Başarı Testi (KHABT) ve Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT) kullanılmıştır. (Bıçak, 2019) tarafından geliştirilmiş olan KHABT çoktan seçmeli 26 sorudan oluşmuş ve bu testin geçerlilik ve güvenilirliğinin sağlanması için pilot uygulama yapılmış olup tüm maddelerin madde ayırt edicilik ve madde güçlük indeksi hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda uygun görülmeyen sorular testin geçerlilik ve güvenilirliğini arttırmak amacıyla uzman görüşü alınarak 9 soru çıkarılmış olup testin son hali 17 sorudan oluşmuştur. Bu araştırmayı yapan araştırmacı tarafından çalışmanın yapıldığı örneklemden elde edilen veriler kullanılarak KHABT'nin geçerlilik ve güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve hesaplama sonucunda testin güvenilirlik katsayısı .73 olarak bulunmuştur. Aynı testin geçerlilik katsayısı ise .71 olarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda bu testin güvenilirlik ve geçerliliğinin bu araştırma için uygun olduğu tespit edilmiştir (Büyüköztürk, 2021).

BYT'yi Hu ve Adey (2002) yaptıkları çalışma sonucunda geliştirmiştir. Testin Türkçe diline dönüştürülmesi ise Çeliker ve Balım (2012) tarafından gerçekleştirilmiştir. BYT açık uçlu olan yedi sorudan oluşmaktadır. Testin güvenilirliği 0.74 şeklinde bulunmuştur. BYT, bilime dayalı yaratıcılığı içeren modele göre; oluşumu (fen olgusu, fen bilgisi ve problemi, teknik ürün), akışı (hayal kurma ve düşünme) ve karakteri (esneklik, eşsizlik, akıcılık) ölçüp değerlendirmektedir. Bu test toplam 7 sorudan oluşmuştur (Çeliker & Balım, 2012). BYT puanlama tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 1.

BYT değerlendirme yönergesi

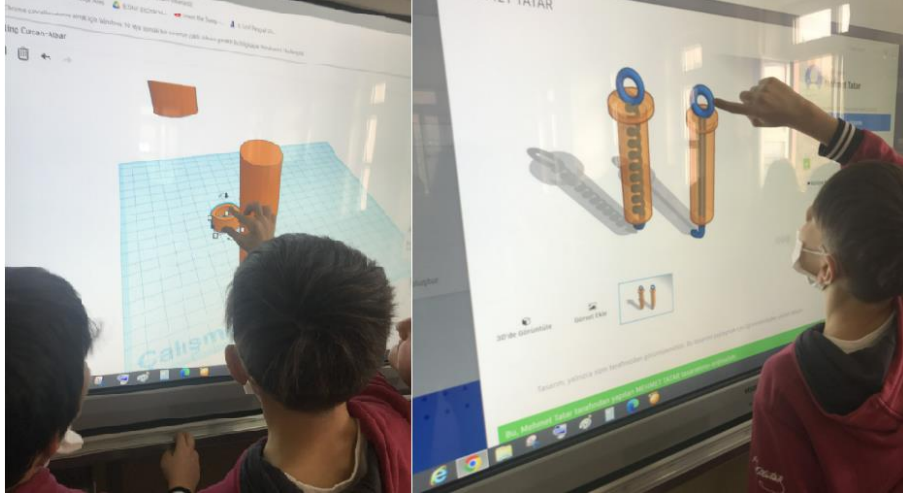
Sorular	Puanlama kriteri
Soru 1,2,3,4	Üretilen her bir cevap için 1 puan (akıcılık puanı) Önerilen her değişik uygulama için +1 puan (esneklik puanı) %5'ten daha az kişide rastlanan cevap için 2 puan, %5-%10 arası için 1 puan (özgünlük puanı)
Soru 5	Üretilen her bir cevap için %5'ten daha az kişide rastlanan her cevap için 3 puan, %5 ile %10 arası kişide rastlanan cevap için 2 puan, %10'dan fazla kişide rastlanan 1 puan (özgünlük).
Soru 6	Verilen cevap araç, yöntem ve uygulama olarak üç boyutta değerlendirilir. Her boyutta öğrenci 3 puan üzerinden değerlendirilir (esneklik). %5'ten daha az kişide rastlanan her bir cevap için 3 puan, %5-%10 arası için 2 puan, %10'dan fazla için 1 puan (özgünlük)
Soru 7	Makinenin verilen her bir ayrı fonksiyonu için 3'er puan esneklik. İlave olarak kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ila 5 arasında bir özgünlük puanı

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçları ile ilgili kullanım izinleri ölçekleri geliştiren Bıçak (2019) ve Çeliker ve Balım (2012) araştırmalarındaki sorumlu yazarlardan alınmıştır.

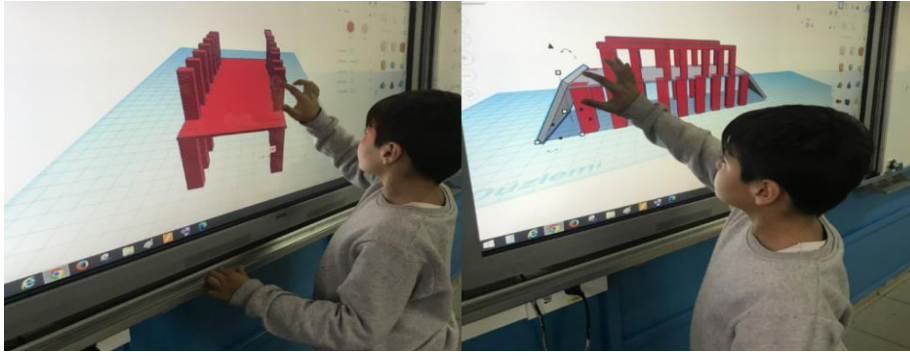
Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırmanın yapıldığı süreçte MEB Fen Bilimleri Öğretim Programı (2018) altıncı sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesi kazanımlarının üç haftalık ders sürecini kapsamından dolayı her iki grupta uygulama üç hafta sürmüştür. Araştırmanın verilerinin toplandığı KHABT ve BYT araştırma öncesinde ön-test, sonrasında son-test olacak şekilde uygulanmıştır. Ön testlerin uygulanması çalışmadan yaklaşık altı hafta öncesinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda yer alan öğrencilere MEB Fen Bilimleri Öğretim Programı (2018) kapsamında yer alan kazanımlar bu programa göre ve Fen Bilimleri ders kitabında yer alan etkinliklere göre yapılmıştır. Deney grubunda yer alan öğrencilere ise uygulama, STEM etkinlikleriyle hazırlanmış olan ders planları doğrultusunda yapılmıştır.

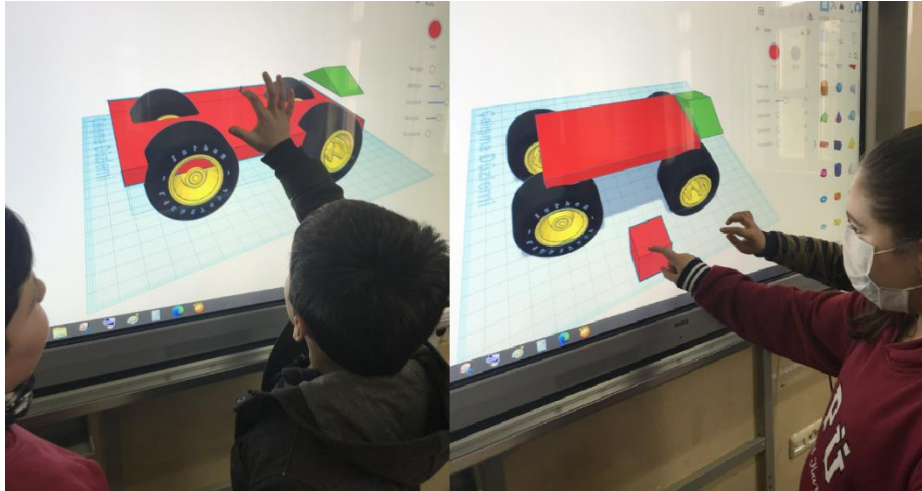
STEM etkinlikleriyle hazırlanmış olan ders planı kapsamında deney grubu öğrencilerine araştırmacı tarafından hazırlanmış olan ders videoları izletilmiştir. Daha sonra web 2.0 araçlarından Tinkercad programının kullanımına yönelik öğrencilere gerekli eğitimler verilmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerine Tinkercad programı ile dinamometre, köprü ve araç modelleri taslak olarak çizdirilmiş ve bu modellerin öğrenciler tarafından yapılması sağlanmıştır. STEM etkinlik kağıtları ile yapılan uygulamalar desteklenmiştir. Böylece deney grubunda yer alan öğrencilerin kavramları daha kalıcı öğrenmesi sağlanmıştır. Deney grubu öğrencilerinin yapmış oldukları çizimler ve tasarladıkları modeller aşağıda sunulmuştur.



Resim 1. Deney Grubu Öğrencilerinin Tinkercad Programında Yaptığı Dinamometre Taslak Çizimi.



Resim 2. Deney Grubu Öğrencilerinin Tinkercad Programında Yaptığı Köprü Taslak Çizimi.

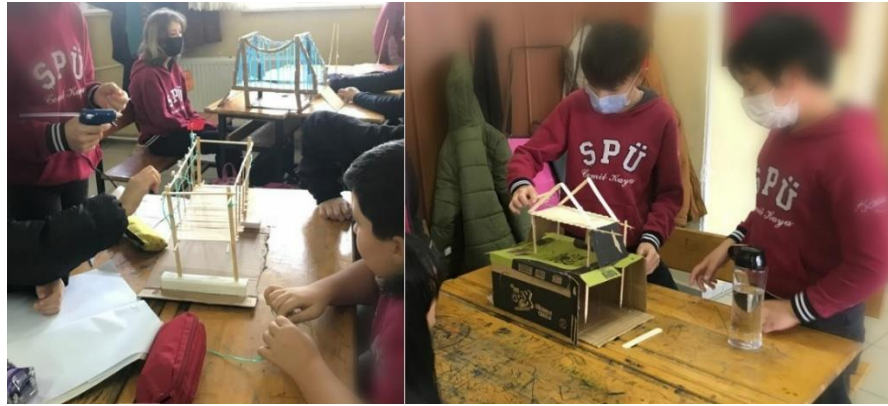


Resim 3. Deney Grubu Öğrencilerinin Tinkercad Programında Yaptığı Araç Taslak Çizimi.

Deney grubu öğrencilerinin yapmış oldukları taslak çizimler doğrultusunda tasarladıkları dinamometre, köprü ve araç modellerine ait görseller aşağıda verilmiştir.



Resim 4. Deney Grubu Öğrencilerinin Dinamometre Modellerine Ait Görseller.



Resim 5. Deney Grubu Öğrencilerinin Köprü Modellerine Ait Görseller.



Resim 6. Deney Grubu Öğrencilerinin Araç Modellerine Ait Görseller.

Çalışmada uygulanan KHABT ve BYT'den toplanan verilerin analizi SPSS 23.0 programıyla yapılmıştır. Araştırmada verilerin normal dağılıma sahip olma durumunu araştırmak amacıyla normallik testine başvurulmuştur. Grupların normal dağılıma uygun olup olmadığını incelemek için gruplardaki katılımcı sayılarının 50'den az olması nedeniyle (N=25) normallik testlerinden Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2021). Shapiro-Wilk testine göre p değerinin 0.05'ten fazla olması durumunda veriler arasında normal dağılımın mevcut olduğu ifade edilir (Büyüköztürk, 2021). Çarpıklık ve basıklık katsayı değerinin sırasıyla standart hatasına bölünmesiyle oluşan sonucun (-1,96) ile (+1,96) aralığında bulunması gerekir (Can, 2017).

Kuvvet ve Hareket Akademik Başarı Testi'nin normal dağılım durumuna uygun olup olmadığını Shapiro-Wilk, çarpıklık ve basıklık katsayılarından elde edilmiştir. KHABT'nin normallik test sonuçları aşağıdaki Tablo 2'de paylaşılmıştır.

Tablo 2.

KHABT Normallik Test Sonuçları

			Shapiro-Wilk		Çarpıklık	Basıklık
			İstatistik	P		
Kuvvet ve Hareket Başarı Testi	Deney Grubu	Ön-test	,925	,067	-,039	-1,201
		Son-Test	,931	,902	,146	-1,192
	Kontrol Grubu	Ön-Test	,971	,767	-,209	-,460
		Son-Test	,967	,701	,304	-,046

Tablo 2'de yer alan veriler analiz edildiğinde, Shapiro-Wilk testi sonucundaki veriler tüm testlerdeki p değerinin 0.05'ten büyük olduğunu göstermiştir. Bu sonuca bakıldığında katılımcıların KHABT ön-test ve son-test puanlarının normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun dışında çarpıklık ve basıklık katsayılarının (-1,5) ile (+1,5) arasında bulunduğu gözlemlenmiştir. Bundan dolayı normallik durumu gerçekleşmiş olup veriler analiz edilirken parametrik bir test olan t-testinden faydalanılmıştır. Her iki çalışma grubunda da kendi aralarında ön test-son testten elde edilen puanların arasında bulunan farklılığı araştırmak amacıyla bağımlı örneklem t-testi, çalışma gruplarının karşılaştırılmasını gerçekleştirmek için ilişkisiz örneklem t-testinden yararlanılmıştır.

Bilimsel Yaratıcılık Testi'nin normal dağılım durumunu sağlayıp sağlamadığını Shapiro-Wilk, çarpıklık ve basıklık katsayılarından elde edilmiştir. BYT normallik testi neticeleri aşağıdaki Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 3.

BYT Normallik Testinin Sonuçları

			Shapiro-Wilk		Çarpıklık	Basıklık
			İstatistik	p		
Bilimsel Yaratıcılık Testi	Deney Grubu	Ön-test	,978	,833	-,035	,449
		Son-Test	,971	,666	,007	-,563
	Kontrol Grubu	Ön-Test	,961	,558	-,115	,186
		Son-Test	,981	,942	-,120	-,520

Tablo 3'deki veriler analiz edildiğinde, Shapiro-Wilk testi sonucu ulaşılan verilere göre, tüm testlerin p değeri 0.05'ten büyük olarak ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı katılımcıların BYT ön-test ve son-test puanlarının normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, çarpıklığı ve basıklığı ifade eden katsayıların (-1,5) ve (+1,5) aralığında bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu yüzden normal dağılım gerçekleşmiş olup toplanan veriler analiz edilirken parametrik bir test olan t-testi uygulanmıştır. Grupların birbirinden farkı üzerinde yapılan uygulamanın etkisini saptamak için bağımsız örneklem t-testinden başka Cohen-d verilerine bakılmıştır. Hesaplama sonucunda d değeri 0,2'nin altında ise etki durumunun küçük, 0,5 olmasında ise etkinin ortada, 0,8 olduğu zaman da etki durumunun büyük olduğu, 1'den yüksek olduğunda da daha büyük bir etkinin olduğu sonucuna ulaşılır (Can, 2017). Hem deney hem kontrol grubunun kendi içindeki ön test-son testlerdeki puanların birbirine göre farklılığını araştırmak amacıyla bağımlı örneklem t-testi, grupları birbiriyle karşılaştırmak için ilişkisiz örneklem t-testinden faydalanılmıştır.

Araştırmanın Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada araştırma etiği ilkeleri gözetilmiş olup gerekli etik kurul izinleri alınmıştır. Etik kurul izni kapsamında; Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Komisyonu'ndan, 15.11.2022 tarihli 29.11.2022-E.202911 sayılı belge alınmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada, Kuvvet ve Hareket ünitesinde STEM temelli öğretim uygulamasının ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına ve yaratıcılıklarına etkisi incelenmektedir. Bu kısımda çalışma neticesinde elde edilen verilerin analizi sonucu ulaşılan bulgulara yer verilmektedir. KHABT ve BYT'den elde edilen bulgular alt problemlere uygun şekilde aşağıda sunulmuştur.

Birinci alt problemi cevaplamak amacıyla bağımsız örneklem t-testi yapılmış olup bu testten ortaya çıkan bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4.

Grupların KHABT Ön-Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem T-Testinin Bulguları.

	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Kontrol	20	5,65	1,843	43	1,150	,256
Deney	25	5,00	1,915			

Tablo 4'te paylaşılanlara göre, her iki grubun KHABT ön testleri sonucunda ulaşılan puanların ortalama değerleri karşılaştırıldığında belirgin bir değişiklik görülmemiştir [$t(43) = 1,150$; $p > 0,05$]. Ön-test puanları incelendiğinde ($\bar{X}_{\text{deney}} = 5,00$; $\bar{X}_{\text{kontrol}} = 5,65$) söz konusu grupların ortalamalarının benzediği görülmekte olup az da olsa kontrol grubunun ortalamasının deney grubundan fazla olduğu gözlemlenmiştir.

İkinci alt probleme cevap vermek için ilişkisiz örneklem t-testi yapılmış ve bu testten ortaya çıkan bulgular Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5.

Grupların KHABT Son-Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem T-Testinin Bulguları.

	N	\bar{X}	S	sd	t	p	Cohen-d
Deney	25	11,32	2,810	43	3,165	,003	,94
Kontrol	20	8,65	2,815				

Tablo 5'te paylaşıldığı gibi, deneysel ve kontrol gruplarındaki katılımcıların KHABT son test puanları ortalamasında belirgin bir değişiklik görülmüştür [$t(43) = 3,165$; $p < 0,05$]. Son-test puan ortalamaları incelendiğinde ($\bar{X}_{\text{deney}} = 11,32$; $\bar{X}_{\text{kontrol}} = 8,65$) deney grubunda yer alan öğrencilerin KHABT ortalamasının kontrol grubunda yer alan öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca Cohen-d değerine bakıldığında değer 0,94 olduğu görülmektedir. Cohen-d değeri öğretimin iki grup arasındaki farka etkisini ortaya koymaktadır. Söz konusu değer etkisinin büyük olduğu belirlenmiştir.

Üçüncü alt problemi yanıtlamak amacıyla bağımlı örneklem t-testi uygulanıp bu testten ortaya çıkan bulgular Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 6.

Deney Grubunun KHABT Ön Test-Son Test Puanlarına Ait Bağımlı Örneklem T-Testinin Bulguları.

	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Ön test	25	5,00	1,915	24	10,907	,000
Son test	25	11,32	2,810			

Tablo 6'da görüldüğü üzere, deney grubunun KHABT'den alınan son teste ait puanların ortalaması ($\bar{X} = 11,32$; $S = 2,810$) ön teste ait olan puanların ortalamasına göre ($\bar{X} = 5,00$; $S = 1,915$) daha fazladır. Buna ek olarak, deneysel grubun öğrencilerinin KHABT'den almış olduğu ön test ve son

teste ait olan puanların ortalamalarının arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmiştir [$t(24)= 10,907$; $p< 0,05$].

Dördüncü alt problemi yanıtlamak amacıyla bağımlı örneklem t-testi uygulanmış ve bu testin ortaya çıkan bulguları Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7.

Kontrol Grubu KHABT Ön Test-Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi Bulguları.

	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Ön test	20	5,65	1,843	19	7,550	,000
Son test	20	8,65	2,815			

Tablo 7’de görüldüğü üzere, kontrol grubundaki katılımcıların KHABT’den almış olduğu son teste ait puanlarının ortalaması ($\bar{X} = 8,65$; $S = 2,815$) ön teste ait olan puanların ortalamasına göre ($\bar{X} = 5,65$; $S = 1,843$) daha fazladır. Ek olarak, kontrol grubu öğrencilerinin KHABT’den almış olduğu ön test ve son teste ait puanlarının ortalama değerleri arasında belirgin bir fark gözlemlenmiştir [$t(19)= 7,550$; $p<0,05$].

Beşinci alt probleme cevap vermek için ilişkisiz örneklem t-testi uygulanmış ve bu testten ortaya çıkan bulgular Tablo 8’de verilmektedir.

Tablo 8.

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BYT Ön Test Puanları İçin İlişkisiz Örneklem T-Testi Bulguları.

	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney	25	25,88	12,146	43	,052	,959
Kontrol	20	26,05	9,179			

Tablo 8’de paylaşıldığı gibi, deneysel ve kontrol grubu öğrencilerinin BYT ön testlerinin puanlarının ortalama değerleri arasında kayda değer bir fark görülmemiştir [$t(43)= ,052$; $p>0,05$]. Ön teste ait olan puanların ortalamaları incelendiğinde ($\bar{X}_{\text{deney}} = 25,88$; $\bar{X}_{\text{kontrol}} = 26,05$) hem deneysel hem de kontrol grubunun birbiriyle benzerlik gösterdiği görülmekle beraber kontrol grubunun ortalama değerinin biraz daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Altıncı alt problemi yanıtlamak için ilişkisiz örneklem t-testi uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 9’da paylaşılmıştır.

Tablo 9.

Grupların BYT Son Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T-Testi Bulguları.

	N	\bar{X}	S	sd	t	p	Cohen-d
Deney	25	34,72	14,901	43	2,712	,010	,81
Kontrol	20	24,70	7,928				

Tablo 9’a bakıldığında, deneysel ve kontrol grubundaki katılımcıların BYT son test puanlarının ortalama değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmiştir [$t=(43)= 2,712$; $p<0,05$]. Son test puanlarının ortalamalarına bakıldığında ($\bar{X}_{\text{deney}} = 34,72$; $\bar{X}_{\text{kontrol}} = 24,70$) deney grubunda yer alan öğrencilerin BYT ortalamasının kontrol grubunda yer alan öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca Cohen-d değerine bakıldığında değerinin 0,81 olduğu belirlenmiştir. STEM temelli öğretimin bilimsel yaratıcılık üzerindeki etki değerinin büyük olduğu görülmüştür.

Yedinci alt probleme cevap vermek için ilişkili örneklem t-testi yapılmış ve bu testten ortaya çıkan bulgular Tablo 10’da verilmektedir.

Tablo 10.

Deneysel Grubun BYT Ön Test-Son Test Puanlarına Ait Bağımlı Örneklem T-Testi Bulguları.

	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Ön test	25	25,88	14,901	24	4,892	,000
Son test	25	34,72	12,146			

Tablo 10’da paylaşıldığı gibi, deneysel grubun BYT son testine ait puanlarının ortalama değerinin ($\bar{X} = 34,72$; S: 12,146) ön test puan ortalamasından ($\bar{X} = 25,88$; S: 14,901) daha fazla olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, deneysel grubun BYT’den almış olduğu ön teste ve son teste ait puanların ortalaması arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmektedir [$t(24) = 4,892$; $p < 0,05$].

Sekizinci alt probleme cevap vermek için ilişkili örneklem t-testi uygulanmış ve bu testten ortaya çıkan bulgular Tablo 11’de verilmektedir.

Tablo 11.

Kontrol Grubu Öğrencilerinin BYT Ön Test-Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi Bulguları.

	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Ön-test	20	26,05	9,179	19	,974	,342
Son-test	20	24,70	7,928			

Tablo 11’e baktığımızda, kontrol grubunun BYT son test puan ortalamasının ($\bar{X} = 24,70$ S= 7,928) ön test puan ortalamasından ($\bar{X} = 26,05$, S = 9,179) daha düşük olduğunu görmekteyiz. Ayrıca kontrol grubundaki katılımcıların BYT ön test-son test puanlarının ortalamaları arasında belirgin bir farklılık belirlenmemiştir [$t(19) = ,974$; $p > 0,05$].

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmada Kuvvet ve Hareket ünitesinde STEM temelli öğretimin ortaokul öğrencilerinin akademik başarı ve yaratıcılıklarına etki durumu incelenmektedir. Deney ve kontrol grubunda bulunan katılımcıların KHABT ön-test puanlarının ortalama değerleri arasında önemli bir fark görülmemiş, bu nedenle bu iki grubun sahip olduğu ön bilgilerin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Deney ve kontrol grubunun son test puan ortalamalarına bakıldığında ise deney grubu lehine daha fazla fark olduğu görülmüştür. Ayrıca hem deney hem de kontrol grubunun akademik başarılarında artış olduğu ve deney grubunda bu artışın daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda deney grubunda uygulanan STEM temelli öğretimin öğrencilerde akademik başarıyı arttırdığı belirlenmiştir. Alanyazına bakıldığında, bu çalışmada ulaşılan sonuçlara benzer şekilde STEM eğitimi uygulamasının akademik başarıyı arttırdığı birçok çalışmanın sonuçlarında rastlanılmıştır (Ricks, 2006; Dewaters ve Powers, 2006; Doppelt, Mehalik, Schunn ve Krysinski, 2008; Ceylan, 2014; Dass, 2015; Wade-Shepherd, 2016; Guzey, vd., 2016; Yıldırım ve Selvi, 2017; Karıcı, 2018; Toma & Greca, 2018; Akkaya, 2019; Reid-Griffin, 2019; Ozan ve Sağır, 2020; Ayaz, Gülen ve Gök, 2020; İzgi, 2020; Özaslan, 2020; Taşçı ve Şahin, 2020; Demirel ve Özcan, 2021; Gülseven, Tüysüz ve Tozlu, 2021; Satar, 2021; Çimen, 2021; Coşkun, 2021; Kundakcı, 2021; Bekereci, 2022; Şentürk Özkaya, 2022; Kurtuluş ve Yılmaz, 2023).

Alanyazında karşılaşılan ve bu çalışmaya benzer sonuçlar elde edilen çalışmalardan bazıları aşağıda detaylı şekilde irdelenmiştir.

Akkaya (2019) çalışmasında, “Kuvvet ve Hareket” ünitesine yönelik STEM etkinliklerinin altıncı sınıfta öğrenim gören öğrencilerin ders başarıları ve tutumları üzerindeki etki durumunu araştırmıştır. Ayrıca öğrencilerin STEM etkinlikleri hakkında görüşlerinin de alındığı bu çalışmanın sonucunda, deneysel grupta bulunan katılımcıların akademik başarıları arttırdığı belirtilmiştir. Reid-Griffin (2019) yapmış olduğu çalışmada, okul dışındaki STEM etkinliklerinin bireylerin akademik başarı, öz yeterlilik düzeyi ve STEM ile ilgili olan tutumları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda okul dışında öğrencilerin STEM kavramını daha iyi kavradığı ve sosyal etkileşimin fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Ozan ve Sağır (2020) yapmış olduğu çalışmada, STEM bazlı etkinlikler kapsamında işlenen dersler sonucunda 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve STEM hakkındaki tutumlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda bu uygulamanın başarıları arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. İzgi (2020) yaptığı çalışmada, elektrik enerjisinin dönüşümü konusunda 5E modeline dayalı STEM yaklaşımının kullanımının 7. sınıf öğrencilerinin fen başarılarına etkisini araştırmış ve bu çalışma sonucunda bu uygulamanın başarıları arttırmada etkili olduğunu ortaya koymuştur. Özaslan’ın (2020) yaptığı çalışmada fen dersinde ışığın kırılması ve mercekler konusunda STEM yaklaşımının kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi araştırılmış ve sonuç olarak başarının arttığı ortaya konulmuştur. Bekereci (2022) yaptığı çalışmada, STEM öğrenme modelinde proje temelli öğrenme

yöntemi ve istasyon tekniğinin birlikte kullanımının öğrencilerin akademik başarı seviyesini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Özkaya (2022) yaptığı çalışmada kuvvet ve enerji ünitesinde STEM çemgisi ile yapılan uygulamanın öğrencilerde akademik başarıya, yaratıcı olma düzeyine ve üst bilişsel farkında olma durumuna etkisi araştırılmış ve sonucunda STEM çemgisi eğitiminin akademik başarıyı olumlu etkilediği ortaya konmuştur. Kurtuluş ve Yılmaz (2023) yaptıkları çalışmada, argümantasyon ve otantik öğrenme temelli STEM uygulamalarının akademik başarıya etkisi araştırılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin akademik başarısının arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Alanyazına bakıldığında bu çalışmada ulaşılan sonuçların dışında STEM'e dayalı eğitimin ders başarısı konusunda pozitif katkısının bulunmadığı sonucuna ulaşan çalışmalar da mevcuttur.

Judson (2014) yaptığı çalışmada, STEM eğitimi veren okullara geçiş yapan öğrencilerin başarı durumlarını incelemiş ve daha önce öğrenim gördüğü okullardaki kazanımlarla yeni okuldaki kazanımları karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda STEM eğitimi yapan okulların akademik başarıya etkisinin olmadığı sonucuna varmıştır. James (2014) yaptığı çalışmada, STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik başarılarına etkisini incelemiştir. Yedinci sınıf öğrencileri üzerinde yapılan bu çalışmada biri STEM eğitimi veren diğeri de geleneksel eğitimin uygulandığı iki ortaokul karşılaştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda iki grubun da akademik başarılarının yükseldiği ve anlamlı bir fark oluşmadığı görülmüştür. Dumanoğlu (2018) çalışmasında, STEM eğitiminin 7. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına olan etkisini araştırmıştır. "Elektrik Enerjisi" konusunda yapılan bu çalışmada, yarı yapılandırılmış görüşme ve öğrenci defterleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, STEM eğitiminin öğrencilerin tutumlarını pozitif yönde arttırdığı ancak akademik başarı konusunda anlamlı bir fark oluşturmadığı ortaya konulmuştur. Atar (2022) yaptığı çalışmasında, uzaktan STEM etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve motivasyonlarına etkisini incelemiş ve sonuç olarak deney ve kontrol gruplarının başarıları arasında belirgin bir farklılık oluşmadığını ortaya koymuştur.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin BYT ön-test puanlarının karşılaştırılması sonucunda, söz konusu iki grubun ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Diğer bir deyişle, hem deney hem de kontrol grubundaki katılımcıların araştırma kapsamındaki uygulama öncesinde sahip olduğu bilimsel yaratıcılık düzeylerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubunun BYT son test puan ortalamalarının arasında ise anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Buna göre, deney grubunun bilimsel yaratıcılık becerisinin kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha iyi bir seviyeye geldiği söylenebilir. Sonuç olarak, STEM temelli etkinliklerin uygulanması ile bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesi mümkün olmaktadır. Bu araştırma ile ilişkili olarak yapılan çalışmalar kapsamında mevcut olan alanyazına bakıldığında, STEM eğitimi ile bilimsel yaratıcılık becerisinin gelişiminin sağlanmasına dair bu çalışmaya benzer sonuçlar veren birçok çalışmaya rastlanmıştır (Lee ve Lee, 2013; Kim, Ko, Han ve Hong 2014; Çiftçi, 2018; Lestari, Sarvi & Sumarti, 2018; Hanif, Wijaya & Winarno, 2019; Yılmaz Baltabıyık, 2019; Sarıçam, 2019; Kurtuluş, 2019; Siew & Ambo, 2020; Sirajudin, Suratno & Pamuti, 2021; Chen & Chen, 2021; Kahraman, 2021; Karakuzu, 2021; Oschepkov, vd., 2022; Şentürk Özkaya, 2022; Özkan ve Sarıkaya, 2023).

Alanyazında yer alan ve bu çalışmayla benzer sonuçlara ulaşılan çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Hanif, Wijaya ve Winarno (2019) çalışmalarında, STEM proje temelli öğrenme yaklaşımının sekizinci sınıf öğrencilerinin ışık ve optik konusundaki yaratıcılığını nasıl etkilediğini araştırmıştır. Yirmi beş öğrenci ile yapılan bu çalışma sonucunda bu yaklaşımın katılımcıların yaratıcılığı üzerinde olumlu etki oluşturduğu görülmüştür. Yılmaz Baltabıyık (2019) çalışmasında, STEM etkinliki uygulamaların ortaokul düzeyindeki öğrencilerin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcı olma düzeyine etki durumunu araştırmıştır. Araştırma sonucunda STEM uygulamalarının bilimsel yaratıcılığı arttırdığını ifade etmiştir. Kurtuluş (2019) yaptığı çalışmasında, STEM etkinliki işlenen derslerin 6. sınıf öğrencilerinin başarı düzeyi, problem çözme becerisi, bilimsel yaratıcılık, motivasyon ve tutumuna etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda yapılan etkinliklerin katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği saptanmıştır.

Siew ve Ambo, (2020) araştırmalarında, STEM proje temelli işbirlikçi öğrenme yaklaşımının beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılığına etkisi incelenmiştir. 360 öğrenci üzerinde yapılan bu çalışma sonucunda bu yaklaşımın öğrencilerin bilimsel yaratıcılığına önemli bir katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Chen ve Chen (2021) araştırmalarında, STEM sorgulama yönteminin kolejde öğrenim gören öğrencilerinin öğrenme tutumlarına ve yaratıcılık düzeylerine etkisini araştırmıştır. 316

öğrenci üzerinde yapılan bu araştırma sonucunda bu yöntemin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerisini geliştirdiği görülmüştür. Oschepkov, vd. (2022) yaptıkları çalışmada, STEM teknoloji temelli modelin öğrencilerin teknik ve yaratıcı düşünme becerisinin gelişmesinde katkısının olup olmadığını incelemişlerdir. Araştırma sonucunda söz konusu olan modelin öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Özkan ve Sarıkaya (2023) araştırmasında, mühendislik tasarıma dayalı fen dersi etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeyine etkisine bakmışlardır. Çalışma sonucunda bu tarz etkinliklerin katılımcıların bilimsel yaratıcılıklarını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bostan Sarioğlan & Şentürk Özkaya (2023) çalışmalarında, kütle ve ağırlık konularının STEM çemgisiyle öğretimi temele alan bir etkinliğin yapıldığı sunum çalışması yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda yedinci sınıf öğrencilerinin model tasarladıkları ve bu modeli kullanarak problem çözmede çoğunlukla kısmen yeterli olduğu görülmüştür.

Alanyazına bakıldığında, STEM'e dayalı eğitimin bilimsel yaratıcılığı pozitif şekilde etkilemediği çalışmalar da görülmüştür. Çalışıcı (2018) sekizinci sınıfta öğrenim gören öğrencilere STEM eğitiminin akademik başarı ve bilimsel yaratıcılığa olan etkisini araştırdığı çalışmanın sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerinde olumlu etkisinin olmadığını ortaya koymuştur.

Araştırmada elde edilen sonuçlara bakıldığında STEM temelli yapılan öğretimin öğrencilerde akademik başarıyı ve yaratıcılığı arttırdığı görülmüştür. Ayrıca STEM etkinliktir olarak yapılan ders planlarıyla yürütülmüş olan eğitimin deney grubunda, MEB fen bilimleri öğretim programı doğrultusunda yapılan öğretimin de kontrol grubu öğrencilerinde kuvvet ve hareket ünitesinde akademik başarıyı arttırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak yapılan iki öğretim uygulamasının da akademik başarıyı attırdığı ancak deney grubunda yer alan öğrencilerin son test puan ortalamalarının kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ortalama puanlarına göre daha fazla artış gösterdiği görülmüştür. Ayrıca Cohen-d değerine bakıldığında değerin 0,94 olduğu görülmektedir. Söz konusu degree bakıldığında STEM temelli öğretimin etkisinin büyük olduğu belirlenmiştir. Buradan çıkarılan sonuç ise STEM temelli öğretimin akademik başarıyı arttırmada öğretim programına göre işlenen derslere oranla daha etkili olduğudur. Elde edilen bulgulara bakıldığında STEM temelli öğretim yapılan deney grubu öğrencileri ile MEB müfredatına bağlı öğretim yapılan kontrol grubu öğrencilerinin KHABT ön testlerine bakıldığında ik grubun akademik başarılarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test puan ortalamasına bakıldığında iki grubunda akademik başarılarının arttığı ancak STEM temelli öğretim yapılan deney grubu öğrencilerinin puan artışının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda bakıldığında STEM temelli öğretimin akademik başarıyı daha fazla arttırdığı görülmüştür. Alanyazına bakıldığında bu sonuçlara benzer çalışmalara rastlanmıştır (Ozan ve Sağır, 2020; Ayaz, Gülen ve Gök, 2020; İzgi, 2020; Özasan, 2020; Taşçı ve Şahin, 2020; Demirel ve Özcan, 2021; Gülseven, Tüysüz ve Tozlu, 2021; Satar, 2021; Çimen, 2021; Coşkun, 2021; Kundakçı, 2021; Bekereci, 2022; Şentürk Özkaya, 2022; Kurtuluş ve Yılmaz, 2023).

Benzer şekilde elde edilen sonuçları incelediğimizde STEM temelli öğretim yapılan deney grubu ile MEB müfredatına bağlı kontrol grubunun BYT ön testlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Daha sonra yapılan STEM temelli öğretim sayesinde deney grubu öğrencilerinin son test puan ortalamasının kontrol grubuna göre iyi seviyeye geldiği belirlenmiştir. Bu açıdan bakıldığında STEM temelli öğretimin yapılması bilimsel yaratıcılığı arttırdığı ortaya konulmuştur. Literatür incelendiğinde bu çalışmaya benzer sonuçlar elde edilen çalışmalar görülmüştür (Hanif, Wijaya & Winarno, 2019; Yılmaz Baltabıyık, 2019; Sarıçam, 2019; Kurtuluş, 2019; Siew & Ambo, 2020; Sirajudin, Suratno & Pamuti, 2021; Chen & Chen, 2021; Kahraman, 2021; Karakuzu, 2021; Oschepkov, vd., 2022; Şentürk Özkaya, 2022; Özkan ve Sarıkaya, 2023).

Öneriler

Araştırmanın bulguları ve sonuçlarından yola çıkılarak aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

- Bu araştırma altıncı sınıf "Kuvvet ve Hareket" ünitesinde yapılmıştır. Araştırmacılar STEM temelli öğretimi fen bilimleri dersindeki farklı konularda yapabilirler. Ayrıca farklı derslerde bu tarz etkinliklerle öğretimi zenginleştirebilirler.
- Araştırmada yapılan faaliyetler okulun ortamıyla sınırlı tutulmuştur. Araştırmacılar okulun dışındaki öğrenme ortamlarında bu etkinlikleri uygulayarak farklı öğrenme ortamı sağlayabilirler.

• Araştırma altıncı sınıf düzeyinde öğrenim görenler öğrenciler üzerinde üç haftalık süreçte yapılmıştır. Farklı sınıf seviyelerinde ve birden fazla üniteyi kapsayan daha uzun süreli çalışma yapılabilir.

• Araştırma STEM temelli öğretimin öğrencilerin akademik başarı ve yaratıcılıklarına olan etkisi üzerine yapılmıştır. Araştırmacılar farklı değişkenler üzerinde çalışmalarını gerçekleştirebilirler. Bunun yanında teknolojik becerileri ölçebilecek bir ölçme aracının da uygulanması çalışmayı daha verimli hale getirecektir.

• Bu tarz STEM etkinliklerinin verimli bir şekilde uygulanabileceği STEM atölyeleri kurulmalı ya da fen laboratuvarlarının bu hedef doğrultusunda düzenlenmesi önerilmiştir.

• Farklı konularda da STEM temelli öğretimin yapılması ve bu etkinliklerin çeşitli değişkenler açısından incelenmesinin, bu tarz çalışmaları daha etkili hale getireceği düşünülmektedir. Ayrıca STEM etkinliklerinin okul dışında, fen laboratuvarında ve atölyelerde yapılmasının araştırmanın malzeme ve zaman tasarrufu açısından faydalı olacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A., & Türk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi: STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, http://etkinlik.aydin.edu.tr/dosyalar/IAU_STEM_Egitimi_Calistay_Raporu_20.
- Akkaya, M. M. (2019). *Kuvvet ve hareket ünitesinde uygulanan stem etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin başarı, tutum ve görüşleri üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayaz, M., Gülen, S., & Gök, B. (2020). STEM etkinliklerinin uygulanması sürecinde elektronik portfolyo kullanımının sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarısına ve STEM tutumuna etkisinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1153-1179.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., & Gürer, F. (2018). 2018 Fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 702-735.
- Bekereci, Ü. (2022). *STEM Öğrenme Modelinde Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi Ve İstasyon Tekniği Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Kalıcılığa Ve Stem'e Yönelik Tutumlarına Etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bıçak, F. (2019). *Simülasyonlarla zenginleştirilmiş etkileşimli tahta kullanımının fen bilimleri dersinde akademik başarıya etkisi: "6. sınıf kuvvet ve hareket örneği"*. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon Üniversitesi.
- Bostan Sarioğlan, A., & Şentürk Özkaya, Ö. (2023). Web Integrated STEM Learning: Effects on Students' Academic Achievement, Creativity and Metacognitive Awareness. *Journal of Science Learning*, 6(3), 315-326.
- Büyüköztürk, Ş. (2021). *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı (29.Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Can, A. (2017). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Ankara: Pegem.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. Yüksek lisans tezi, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 372224).

- Chen, K., & Chen, C. (2021). Effects of STEM Inquiry Method on Learning Attitude and Creativity. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(11), em2031.
- Christensen, R., & Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of education in science environment and health*, 3(1), 1-13.
- Coşkun, H. (2021). *7. Sınıf Kuvvet ve Enerji Ünitesinde Ters Yüz Sınıf Modeli Destekli FeTeMM Yaklaşımına Dayalı Tasarlanan Öğrenme Ortamının Başarı Ve Motivasyona Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak.
- Çeliker, D. H., & Balım, G. A. (2012). Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Türkçeye Uyarlama Süreci ve Değerlendirme Ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5/2, 1-21.
- Çepni, S. (2017). *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Çimen, B. (2021). *Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm Konusunda Uygulanan Probleme Dayalı STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarı ve Farkındalığı Üzerindeki Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Ordu.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM Education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Dass, P. M. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K-12 STEM Education*, 1(1): 5-12.
- Demirel, R., & Özcan, H. (2021). Argümantasyon destekli fen ve mühendislik uygulamalarının 7. Sınıf öğrencilerinin ışık konusuna yönelik başarılarına etkisi. *Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 100-111.
- Dewaters, J., & Powers, S. E. (2006). *Improving science and energy literacy through project-based K-12 outreach efforts that use energy and environmental themes*. Proceedings of the 113th Annual ASEE Conference and Exposition (pp. 11-738), Chicago, IL.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-32.
- Fox, J. E., & Schirmacher, R. (2014). *Çocuklarda sanat ve yaratıcılığın gelişimi*. Çev. Edt: N. Aral ve G. Duman. Ankara: Nobel Yayınları.
- Gharib, M., Cieslinski, G. B., Al-Marri, J., & Creel, B. (2018). A project-based learning STEM program for middle and high school students. *International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE2018)'de sunulmuş bildiri*. Qatar: Texas A & M University.
- Guzey, S., Harwell, M., & Moore, T. (2016). *The impact of design-based STEM integrated curriculum on student achievement in engineering, science, and mathematics* springer science business media. New York DOI:10.1007/s10956-016-9673.
- Gülseven, E. (2020). *Argümantasyon Temelli FeTeMM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Enerji Ünitesine Yönelik Akademik Başarılarına, Tutumlarına ve Argümantasyon Seviyelerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.

- Gümüş, B., & Eroğlu, E. (2024). Fen Eğitiminde Gerçekleştirilen STEM Uygulamalarının Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi: Bir Meta Analiz Çalışması. *Trakya Eğitim Dergisi*, Cilt 14, sayı 1, 54-74.
- Hanif, S., Wijaya, A. F., & Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50-57.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A Scientific Creativity Test for Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- İzgi, S. (2020). *Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Kahraman, E. (2021). *Stem eğitiminin ortaokul öğrencilerinin stem mesleklerine yönelik ilgilerine, bilimsel yaratıcılıklarına ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisinin araştırılması*. (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 670844).
- Karakuzu, B. (2021). *Stem Temelli Algodoo Etkinliklerinin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesindeki Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Karcı, M. (2018). *STEM etkinliklerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının (stöy) öğrencilerin akademik başarıları, meslek seçimleri ve motivasyonları üzerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- 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.
- Kundakcı, M. (2021). *STEM Etkinliklerinin Fen Bilimleri Dersinde Akademik Başarı ve Derse Yönelik Tutuma Etkisi: Sistematik İnceleme ve Meta-Analiz Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Kurtuluş, M. A. (2019). *Stem Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, Bilimsel Yaratıcılıklarına, Motivasyonlarına ve Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Alanya.
- Kurtuluş, M. A., & Yılmaz, S. (2023). Argümantasyon ve Otantik Öğrenme Tabanlı STEM Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisi. *Yaşadıkça Eğitim*, Cilt 37, sayı 3, 649-669.
- 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.
- Lestari, T. P., & Sumarti, S. S. (2018). STEM-Based Project Based Learning Model to Increase Science Process and Creative Thinking Skills of 5th Grade. *Journal of Primary Education*, 7(1), 18 – 24.
- MEB. (2016). MEB STEM eğitimi raporu. *MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü*.
- MEB. (2018). *İlkokul ve Ortaokul Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

- Morrison, J. (2006). Institute for Essential Science Teaching. *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*.
- Oschepkov, A. A., Kidinov, A. V., Babieva, N. S., Vrublevskiy, A. S., Egorova, E. V., & Zhdanov, S. P. (2022). STEM technology-based model helps create an educational environment for developing students' technical and creative thinking. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(5), em2110.
- Ozan, F., & Uluçınar Sağır, Ş. (2020). FeTeMM uygulamalarının kuvvetin ölçülmesi ünitesinde başarı ve FeTeMM'e yönelik tutuma etkisi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 260-275.
- Özaslan, S. (2020). *Işığın Kırılması ve Mercekler Ünitesine Yönelik STEM Yaklaşımına Göre Geliştirilen Etkinliğin Öğrencilerin Akademik Başarısına ve Tutumuna Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Özkan, R. A., & Sarıkaya, R. (2023). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Etkinliklerinin Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 55, 154-167.
- Permanasari, A., Rubini, B., & Nugroho, F. O. (2021). STEM Education in Indonesia: Science Teachers' and Students' Perspectives . *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, Cilt 2, sayı 1, 7-16.
- Reid-Griffin, A. (2019). Mentoring: Helping Youth Make a Difference in STEM. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 5(1), 1-11.
- Ricks, M. M. (2006). *A study of the impact of an informal science education program on middle school students' science knowledge, science attitude, STEM high school and college course selections, and career decisions*. Doctoral dissertation, The University of Texas at Austin.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology And Engineering Teacher*, 71(8), 1-4.
- Sarıçam, U. (2019). *STEM Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin STEM Mesleklerine Yönelik İlgilerine, Bilimsel Motivasyonlarına Etkisinin Araştırılması Yaratıcılıklarına ve Fen Öğrenmeye Yönelik*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Satar, C. (2021). *Tasarım Temelli Fen Öğretiminin Ortaokul 5. Sınıf Öğrencilerinin İlgileri, Motivasyonları ve Akademik Başarılarına Etkisi: Güneş, Dünya ve Ay* . Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Siew, N. M., & Ambo, N. (2020). The Scientific Creativity of Fifth Graders In A STEM Project-Based Cooperative Learning Approach. *Problems of Education In The 21stcentury*, 78, 4, 627-643.
- Sirajudin, N., Suratno, J., & Pamuti. (2021). Developing Creativity Through STEM Education. *Journal of Physics: Conference Series 1806, 012211*, 1806, 012211.
- Şentürk Özkaya, Ö. (2022). *Kuvvet ve Enerji Ünitesinin STEM Çemgisi ile Öğretiminin Öğrencilerin Yaratıcılık, Üstbilişsel Farkındalık ve Akademik Başarılarına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No.755826).
- Taşçı, M., & Şahin, F. (2020). Tersine Mühendislik Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, Cilt 14, Sayı 1, 387-414.

- Toma, R. B., & Greca, I. M. (2018). The Effect of Integrative STEM Instruction on Elementary Students' Attitudes toward Science. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Torrance, E. P., & Goff, K. (1989). A quiet revolution. *The journal of creative behavior*, 23(2), 136-145.
- Wade- Shepherd, A. A. (2016). *The effect of middle school STEM curriculum on science and math achievement scores*. Doctoral Dissertation, Union University, Tennessee.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuvar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210.
- Yılmazbaltabıyık, D. (2019). *STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi* . Yüksek Lisans Tezi. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 608976).