

Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi
Journal of Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/fmgted>
© ISSN: 2667-5323

STEM Etkinliklerinin Öğretmenlerin Yaratıcı Tasarım Becerilerine Etkisinin İncelenmesi*

Ali ÖZKAYA¹, Sait BULUT², Gizem ŞAHİN³

¹Dr. Öğr. Üyesi, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, aliozkaya@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6401-1839

²Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, saitbulut@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6150-2528

³Doktora Öğrencisi, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, gizemsahin242@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9512-8570

*Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir (Proje Numarası: SBA-2020-5097). 30 Eylül-03 Ekim 2021 tarihlerinde 3. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi'nde (FMGTEK) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

ÖZ

Bu araştırmada, STEM etkinliklerinin öğretmenlerin yaratıcı tasarım becerilerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. 2020-2021 eğitim öğretim yılında Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı yüksek lisans öğrencileri çalışma grubunu oluşturmaktadır. Araştırmanın yönteminde karma yöntem çeşitlerinden iç-içe karma desen kullanılmıştır. Belirlenen karma desende nicel kısım, tek grup ön test-son test deseni ile desenlenmiş olup nitel kısmı ise durum çalışmasıdır. Araştırmada "STEM Uygulamaları Öğretmen Özyeterlik Ölçeği", "Ne Kadar Yaratıcısınız Ölçeği", "Öğretim Materyallerinden Yararlanma Öz-Yeterlilik Ölçeği", "21. Yüzyıl Becerileri Özyeterlik Algısı Ölçeği" ve araştırmacılar tarafından oluşturulan görüş formu uygulanmıştır. Uygulama 14 hafta boyunca seçilen konular doğrultusunda STEM etkinlikleri oluşturma sürecinin tasarlanması ve ürün elde etme üzerine gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bulguları incelendiğinde; tüm ölçeklerde hem toplam hem de alt boyut puanlarında son test puanları lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Sonuç olarak yapılan uygulamanın STEM uygulamaları özyeterliliğini arttırdığı; içerik, kullanım ve tasarım yönünden öğretim materyallerinden yararlanma becerilerini geliştirdiği; yaratıcılığı arttırdığı aynı zamanda öğrenme ve yenilenme becerileri alt boyutunda meydana gelen anlamlı farklılığın bu durumu destekleyebileceği kanısına varılmıştır. Nitel veriler de yorumlandığında elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Ayrıca bazı öğretmenler eğitim sürecinde karşılaştıkları zorluklar ve bu zorluklara yönelik buldukları çözümlere değinmişlerdir. Elde edilen bulgular doğrultusunda önerilerde bulunulmuştur.

MAKALE TÜRÜ
Araştırma makalesi

MAKALE BİLGİLERİ
Gönderilme Tarihi:
28.10.2021
Kabul Edilme Tarihi:
10.01.2022

ANAHTAR KELİMELELER:
STEM etkinlikleri
Yaratıcı düşünme
Tasarım becerileri

Investigation of the Effect of STEM Activities on Teachers' Creative Design Skills

ABSTRACT

The aim of this research is to investigate the effects of STEM activities on teachers' creative design skills. In the 2020-2021 academic year, the graduate students of the Department of Mathematics and Science Education constitute the sample of the research. In the research method, embedded mixed design was used. The quantitative part of the mixed design consists of the one-group pre-test-post-test design, and the qualitative part is the case study. "A Teacher Self-Efficacy Scale for STEM Practice", "How creative are you?" scale", "Self-Efficacy Scale of Teaching Material Utilization", "21st Century Skills and Competences Scale Directed at Teaching Candidates" and the opinion form created by the researchers was applied. The application was carried out on designing the process of creating STEM activities and doing products in line with the selected topics for 14 weeks. When the findings of the research are examined; A significant difference was found in favor of posttest scores in both total and sub-dimension scores in all scales. As a result, the application increased self-efficacy towards STEM applications; develops the skills of benefiting from teaching materials in terms of content, usage and design; It was concluded that the significant difference in the learning and innovation skills sub-dimension could support this situation. Qualitative data also support the findings obtained when interpreted. In addition, some teachers mentioned the difficulties they encountered in the education process and the solutions they found for these difficulties. Suggestions were made about the findings obtained.

ARTICLE TYPE
Research article

ARTICLE INFORMATION
Received:
28.10.2021
Accepted:
10.01.2022

KEYWORDS:
STEM activities,
Creative thinking,
Design skills

Summary

Introduction, Purpose and Significance

Advances in science and technology have increased the competition between countries in the 21st century and made the integrated teaching of science, technology, engineering and mathematics (STEM) important (Kennedy and Odell, 2014). STEM education purposes individuals to develop their creative thinking skills, collaborate, produce innovative solutions, enable them to be productive, etc. (Sirajudin, Suratno and Pamuti, 2021). Although the number of studies on STEM is high, it has been found to be less studies in which STEM is included with the concepts of creativity and design. Therefore, this study can contribute to the literature in terms of examining STEM, creativity and design skills together.

In line with the information mentioned; It is thought that to increase studies on STEM, creativity and design can support individuals' creativity skills while addressing the knowledge of different fields in the design process, and also positively affect their design skills. In addition, these skills which are important for all individuals, make it a necessity for teachers who will educate each individual. For this reason, the aim this research is to investigate the effects of STEM activities on teachers' creative design skills. The sub-problems of the research are as follows:

1. For each data collection tool of the teachers;
 - a. Is there a significant difference between pretest and posttest total scores,
 - b. Is there a significant difference between pretest and posttest sub-dimension scores?
2. What are the opinions of the teachers about before, during and after the implementation?

Methods

In the research method, embedded mixed design was used. The quantitative part of the mixed design consists of the one-group pre-test-post-test design, and the qualitative part is the case study. In the 2020-2021 academic year, the graduate students who working in public and private lesson (N=16) of the Department of Mathematics and Science Education constitute the sample of the research. Teachers

in the study group formed by criterion sampling, one of the purposive sampling methods, are graduate students enrolled in STEM Applications in Science Education. "A Teacher Self-Efficacy Scale for STEM Practice", "How creative are you?" scale", "Self-Efficacy Scale of Teaching Material Utilization", "21st Century Skills and Competences Scale Directed at Teaching Candidates" and the opinion form created by the researchers was applied. The application was carried out on designing the process of creating STEM activities and doing products in line with the selected topics for 14 weeks. In the study, which aims to investigate the effect of STEM activities on the creative design skills of teachers, the education process planned to be carried out face-to-face in the laboratory environment was applied with distance education during the pandemic period. The design-based (identifying the problem, obtaining information, producing a solution and designing and evaluating the prototype for the appropriate solution) STEM activities planned to be carried out within the scope of STEM education were mentioned in the online education process, and the implementation process was carried out in line with the determined plan (Table 1). Wilcoxon Signed Ranks test was used for quantitative data analysis and pretest-posttest comparisons. In the analysis of qualitative data, descriptive analysis and content analysis were carried out.

Findings

In this study, in which the effect of STEM activities on teachers' creative design skills was examined, interpretations were made in line with the findings obtained.

When the pretest and posttest comparisons were examined in all applied scales, a significant difference was found in favor of the total and sub-dimensions posttest scores. In addition, "Do you feel competent about design skills?" has been asked in the opinion form. When the answers given to the question were examined and the pretest and posttest phase scores were compared; an increase was observed in favor of the posttest. When the teachers' views on the effects of STEM education were examined, the codes that emerged were grouped under two themes: "creative thinking" and "design". In the creative thinking theme, "creative/creativity", "different perspective", new/innovation design theme, "process design and doing product" and "doing product" codes formed. In addition, when the difficulties faced by the teachers in the education process were examined, it was observed that only 5 teachers mentioned the difficulties they encountered in the education process. Difficulty was expressed as "drawing, drawing in the drawing program", "disconnectedness of communication", "creating ideas", "not having enough time", "determining the gains". As a solution, 2 teachers talked about "exchange of ideas" with their groupmates, 1 teacher talked about "doing research", and 1 teacher talked about "ignoring the details".

Discussion and Conclusion

This study is limited to graduate students, a single group pre-test-post-test model, the application (STEM activities with design-based learning) and the data collection tools used and the opportunities of the participants in the compulsory distance education process.

It can be concluded that the application increases STEM applications teacher self-efficacy, creativity, self-efficacy of benefiting from teaching materials (content, use, design) and 21st century skills self-efficacy (learning and innovation skills, life and career skills) with the quantitative findings obtained. The studies of Bozkurt-Altan and Tan (2020), Çetin and Kahyaoğlu (2018), Kendaloğlu (2021), Saraç and Doğru (2021) support the findings. In line with the quantitative and qualitative findings obtained in the research, it can be thought that design-based STEM education is effective in increasing self-efficacy towards STEM applications, creating a suitable application environment, creativity (21 century learning and innovation skills) and design skills. Also, in qualitative data, it has been observed that disconnectedness of communication is among the difficulties encountered. According to the findings, here is the situation of not being able to meet face-to-face, which the teachers expressed about the lack of communication. The negative perception of distance education in the minds of teachers due

to the disadvantageous situations that occur in distance education and the thought that it is not sufficient compared to face-to-face education may be effective. In addition, it was determined that the lack of time, which is expressed as a difficulty, led a teacher to the solution of ignoring the details. While this may enable the teacher to facilitate the design process, on the other hand, by limiting the design process, deficiencies may occur in reaching the targeted gains. It is an issue that should be considered that the deficiencies that may occur should not be ignored. It can be concluded that STEM activities designed in distance education can be made if the difficulties encountered in education which are carried out in the online environment due to the Covid-19 epidemic can be solved. Suggestions were made about the findings obtained.

1. Lesson/educational plans that prioritize design and creativity can be created in order to increase the design and creative thinking skills of teachers in STEM/STEM-oriented courses or trainings.
2. Practical skills for drawing etc. programs that teachers can use in the educational environment can be developed.
3. Teachers can be encouraged to collaborate with experts from many disciplines on learning gains.
4. By increasing the time allocated for the design process, possible deficiencies can be prevented and the ability of individuals to generate ideas can be improved.
5. Studies can be carried out to find solutions to the problems encountered in order to eliminate the negative thoughts in the minds of teachers about distance education.
6. Quantitative-qualitative data collection tools measuring creative design skills can be developed.

Giriş

Bilim ve teknolojiadaki ilerlemeler 21. yūzyılda űlkeler arası rekabeti arttırmıř, bilim, teknoloji, mūhendislik ve matematiđin entegre űđretimini (STEM) űnemli hale getirmiřtir (Kennedy ve Odell, 2014). STEM kavramı ile hayat problemlerinin ortaya konulması, yařam sūrecinin ađıklanması, STEM ile ilgili konularda kanıt dayalı sonuđların elde edilmesi amađlanmaktadır (Bybee, 2013). STEM eđitimi bireyleri, yaratıcı dūřunme becerilerini geliřtirmeleri, iřbirliđi yapmaları, yenilikçi cōzūmler űretmeleri, űretken olmalarını sađlama vb. konularda teřvik etmeyi hedefler (Sirajudin, Suratno ve Pamuti, 2021). STEM disiplinler arası bir yapıya sahiptir ve bu yapısı bireylerin yeni bir űrūn oluřturmak iēin farklı disiplinlerin bilgilerini kullanmalarını sađlar (Henriksen, 2014).

űrūn geliřtirme sūrecinde yaratıcılıđın ortaya ııkmasında STEM eđitimi űnemli bir role sahiptir (Bozkurt-Altan ve Tan, 2020). Yaratıcılık en geniř tanımıyla, bir amaca yōnelik olarak yeni ve orijinal fikir veya űrūnler ortaya koyabilme yeteneđi olup problem karřısında duyarlı olma, esneklik gibi kavramları da iēinde barındırır (Samurēay, 1983). Ayrıca Hu ve Adey (2002)'nin yaratıcılık kavramını ele alıřı incelendiđinde bilimsel yaratıcılık ifadesiyle űē boyutlu bir modelde betimlediđi gōzlemlenmektedir. İfade edilen bu boyutlar iēerisinde sūreē, űrūn ve űzellik boyutları bulunmaktadır. Tūm boyutların altında da sırasıyla hayal gūcū ve dūřunme; orijinallik, esneklik ve akıcılık; bilimsel problem, bilimsel olgu, bilimsel bilgi ve teknik űrūn yapısı vardır. Yaratıcılık kavramının genel tanımının űtesinde ēeřitli űzelliklerin iēerisinde yer aldıđı dūřunūldūđūnde, bahsedilen űzelliklerin de yaratıcılıđın ortaya ııkmasında gōz ardı edilmemesi gerektiđi sōylenbilir. Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2008)'e gōre yaratıcılık, bireylerin kazanmaları hedeflenen 21. yūzyıl űđrenme ve yenilenme becerilerinden biri olarak da ele alınabilir. STEM eđitiminde yaratıcılıđın ortaya ııkması ve geliřtirilmesinde ise tasarım temelli űđrenme etkili olabilir (Keane ve Keane, 2016). Ayrıca STEM eđitim yaklařımı ile entegre edilebilen birēok űđretim model ve yōntemlerinden biri olarak ifade edilebilir (Yıldırım, 2018). Tasarım temelli űđrenme, bireylerin mūhendislik bilgisi iēeren tasarımlarla karmařık gerēek yařam problemlerini cōzmesidir (Mehalik, Doppelt ve Schunn, 2008). Tasarım temelli űđrenme sūreci bir problem cōzme iřlemi olarak gōrūlebileēeđinden problemin belirlenmesi, bilgi edinilmesi, cōzūmler űretilmesi, uygun olan cōzūmūn seēilmesi, prototipinin tasarlanması ve deđerlendirilmesi ařamalarını iēerir (McCormick ve Murphy'den akt. Doppelt, 2009). Literatūrde yer alan űrnek cālıřmalara gōz atıldıđında, bu cālıřmalar Keane ve Keane (2016)'nın yaratıcılıđın geliřtirilmesi konusunda űnerdiđi tasarım temelli űđrenme uygulamalarından olumlu

sonuçlar alınabileceğini belirtmişlerdir (Laptev ve Shaytan, 2021; Rosa, 2016; Seechaliao, 2017). Örneğin; Rosa (2016)'nın tasarım tabanlı öğrenmenin öğrencilerin yaratıcılıkla ilgili becerilerinin gelişmesinde etkisinin nasıl olduğu ve öğretmenlerin de öğrenciler üzerindeki değerlendirmelerini ele aldığı çalışmasında öğretmenlerin tasarım tabanlı öğrenme yöntemi ile yaptıkları beceri temelli etkinliklerde öğrencilerin yaratıcılıklarının arttığı sonucuna ulaşmıştır.

Bu çalışmanın STEM eğitimi alanında olduğu göz önünde bulundurulduğunda; STEM'in yaratıcılık ve tasarım kavramları ile bir arada yer aldığı çalışmaların hem (Bozkurt-Altan ve Tan, 2020; Bozkurt-Altan, Yamak, Kirikkaya ve Kavak, 2018; Çakır, Yalçın ve Yalçın, 2019; Çiftçi, 2018; Çilengir-Gültekin, 2019; de Vries, 2021; Gülhan ve Şahin, 2018; Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2017; Hathcock, Dickerson, Eckhoff ve Katsioloudis, 2015; Henriksen, 2014; Li vd. 2019; Mayes, Gallant ve Fettes, 2018; Sarıçam, 2019; Siverling, Suazo-Flores, Mathis ve Moore, 2019; Ugras, 2018) literatürde sayıca daha az olduğu hem de STEM, yaratıcılık ve tasarım becerilerinin bir arada incelenmesi bakımından bu çalışmanın literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bahsedilen bilgiler doğrultusunda; STEM, yaratıcılık ve tasarım ile ilgili çalışmaların artırılmasının bireylerin tasarım sürecinde farklı alanların bilgilerini ele alırken yaratıcılık becerilerini destekleyebileceği ve aynı zamanda tasarıma yönelik becerilerini olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Ayrıca tüm bireyler için önemli olan bu becerileri, her bir bireyi eğitecek olan öğretmenler için zorunluluk haline getirmektedir. Bu sebeple bu çalışmanın amacı, STEM etkinliklerinin öğretmenlerin yaratıcı tasarım becerilerine etkisinin incelenmesidir. Araştırmanın alt problemleri aşağıdaki gibidir:

1. Öğretmenlerin her bir veri toplama aracına ait;
 - a. Ön test – son test toplam puanları,
 - b. Ön test – son test alt boyut puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Öğretmenlerin uygulama öncesi, uygulama süreci ve sonrasına yönelik görüşleri nelerdir?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Araştırmanın deseni karma yöntem çeşitlerinden iç-içe karma desendir. Belirlenen karma desende tek grup ön test-son test deseni ile durum çalışması bir arada kullanılmıştır. Nicel ve nitel verilerin bir arada kullanıldığı karma yöntem çeşitlerinden iç içe karma desende, nicel verilerin yanında nitel veriler uygulama öncesi, uygulama süreci ve uygulama sonrasında sıralı olarak toplanabilmektedir (Creswell, 2014, s. 367). Tek grup ile çalışmayı içeren tek grup ön test-son test deseni deneysel desenlerden biri olup nicel veri elde etmeyi sağlarken, bir durumun incelenip açıklandığı durum çalışması (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018) ile nitel veriler elde edilmiştir. Bu çalışmada durum desenlerinden tek bir analiz birimini içeren bütüncül tek durum deseni (Yin, 2003, s. 39) kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Kamu ve özel öğretmenlik yapan 2020-2021 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı yüksek lisans öğrencileri (N=16, 11 Kız, 5 Erkek) çalışma grubunu oluşturmaktadır. Amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ile oluşturulan çalışma grubundaki öğretmenler Fen Eğitiminde FeTeMM Uygulamaları dersine, FeTeMM kelimesi Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik disiplinlerinin kısaltmasıdır, kayıtlı olan yüksek lisans öğrencileridir.

Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçlarının uygulanabilmesi için ölçek kullanım izinleri, Etik Kurul izni (Akdeniz Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 23.10.2019 tarih ve 182 sayılı onayı) ve uygulama izni (Eğitim Fakültesi izni) alınmıştır.

STEM Uygulamaları Öğretmen Özyeterlik Ölçeği

Yaman, Özdemir ve Akar-Vural (2018) tarafından geliştirilen ölçek tek boyutlu olup 18 maddeden oluşmaktadır. 5'li likert tipindeki ölçeğin (1: Hiçbir Zaman, 2: Nadiren, 3: Bazen, 4: Sık Sık, 5: Her Zaman) Cronbach's Alpha iç tutarlık katsayısı .97 olarak hesaplanmış, faktör analizi için hesaplanan KMO değeri .98, Bartlett Testi sonuçları $X^2=208.3$, $p=.000$ bulunmuştur (RMSEA= .05, NFI= .99, CFI= 1.00, IFI= 1.00, RFI= .98, GFI= .90 ve SRMR= .025) (Yaman, Özdemir ve Akar-Vural, 2018). Bu çalışmada Cronbach Alpha değeri .96 olarak hesaplanmıştır.

Ne Kadar Yaratıcısınız Ölçeği

Whetton ve Cameron (2002) tarafından geliştirilip Aksoy (2004) tarafından Türkçeye uyarlanan ölçek öğrencilerin sahip oldukları özellik, tutum, değer, güdü ve ilgileri yansıtmakta olup 39 maddelik tek boyutlu 3'lü likert (Katılıyorum, Kararsızım, Katılmıyorum) tipindedir. Bireylerin yüksek yaratıcı kişiliklerinin belirlenmesine yardımcı olmak amacıyla geliştirilen ölçekteki maddelerin alabileceği en düşük puan -2 iken en yüksek puan 30'dur. Yaratıcılık düzeyleri altı gruba ayrılmış olup bunlar; yaratıcılığı olmayan (<10 puan), ortanın altında yaratıcı (10-19 puan), orta (20-39 puan), ortanın üzerinde yaratıcı (40-64 puan), oldukça yaratıcı (65-94 puan), olağanüstü yaratıcı (95-116 puan) şeklinde puanlanmıştır (Whetton ve Cameron, 2002; akt. Aksoy, 2004). Elde edilen Cronbach Alpha değeri .939'dur. Faktör analizi sonucunda açıklanan varyans %45 olarak hesaplanmıştır (Aksoy, 2004). Bu çalışmada Cronbach Alpha değeri .73 olarak hesaplanmıştır.

Öğretim Materyallerinden Yararlanma Öz-Yeterlilik Ölçeği

Korkmaz (2011) tarafından geliştirilen 5'li likert (1: Hiçbir Zaman, 2: Nadiren, 3: Bazen, 4: Çoğu Zaman ve 5: Her Zaman) tipindeki 23 maddelik ölçek içerik, kullanma ve tasarım olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. İçerik alt boyutunda 10 madde; kullanım alt boyutunda 6 madde; tasarım alt boyutunda ise 7 madde bulunmaktadır. Faktör analizi için hesaplanan KMO değeri .93, Bartlett Testi sonuçları ise $X^2=2901.946$, $Sd=253$, $p<.001$ olarak bulunmuştur (RMSEA= 0.055, SRMR= 0.057, GFI= 0.91, AGFI= 0.89, CFI= 0.97, NNFI= 0.96, IFI= 0.97). Ölçeğin Cronbach Alpha değeri .822 olup alt boyutlara bakıldığında içerik alt boyutunda .835, kullanma alt boyutunda .685, tasarım boyutunda ise .620 hesaplanmıştır (Korkmaz, 2011). Bu çalışmada Cronbach Alpha değeri .979 olarak hesaplanmış olup alt boyutlar bazında sırasıyla .96, .86 ve .96 çıkmıştır.

21. Yüzyıl Becerileri Özyeterlilik Algısı Ölçeği

Anagün, Atalay, Kılıç ve Yaşar (2016) tarafından geliştirilen 5'li likert (1: Hiçbir Zaman, 2: Nadiren, 3: Bazen, 4: Sık Sık ve 5: Her Zaman) tipindeki 42 maddelik ölçek; öğrenme ve yenilenme becerileri, yaşam ve kariyer becerileri ile bilgi, medya ve teknoloji becerileri olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. Partnership for 21st Century Skills (P21)'e göre öğrenme ve yenilenme becerileri; yaratıcılık ve yenilenme, eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim ve işbirliği; yaşam ve kariyer becerileri; esneklik ve uyum yeteneği, girişim ve öz yönetim, sosyal ve kültürlerarası beceriler, liderlik ve sorumluluk; bilgi, medya ve teknoloji becerileri ise bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, bilgi ve iletişim teknolojileri yeterliği olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Ölçeğin faktör analizi için hesaplanan

KMO değeri .843, Bartlett Testi sonuçları $\chi^2=4446.655$, $Sd=2016$, $p=.00$ bulunmuştur (RMSEA= .055, NFI= .87, CFI= .93, IFI= .93, GFI= .82 ve SRMR= .061). Cronbach Alpha değeri .889 olup alt boyutlara bakıldığında sırasıyla .845, .826 ve .810 olarak hesaplanmıştır (Anagün, Atalay, Kılıç ve Yaşar, 2016). Bu çalışmada Cronbach Alpha değeri .97 olarak hesaplanmış olup alt boyutlar bazında sırasıyla .96, .92 ve .94 çıkmıştır.

Görüş Formu

Araştırmacılar tarafından uygulama öncesi, süreci ve sonrasına yönelik bilgi almak amacıyla görüş-öz değerlendirme formları oluşturularak yazılı görüşleri alınmıştır. Uygulama öncesi ve sonrasında tasarım becerileri konusunda kendilerini yeterli hissedip hissetmedikleri (1: hayır, 2: kısmen, 3: evet), uygulama sonrasında STEM eğitiminin onlara ne gibi etkisi/etkileri olduğu, uygulama sürecinde ise karşılaştıkları zorlukları belirtmeleri istenmiş ve bu zorluklara nasıl çözüm buldukları sorulmuştur.

Uygulama Süreci

STEM etkinliklerinin öğretmenlerin yaratıcı tasarım becerilerine etkisinin incelenmesi amaçlanan çalışmada laboratuvar ortamında yüz yüze gerçekleştirilmesi planlanan eğitim süreci pandemi döneminde uzaktan eğitim ile uygulanmıştır. Uygulama süreci 2'şer kişilik gruplara ayrılan yüksek lisans öğrencileri ile Fen Eğitiminde FeTeMM Uygulamaları dersinde gerçekleştirilmiştir. Yapılacak STEM eğitimi kapsamında gerçekleştirilmesi planlanan tasarım temelli (problemin belirlenmesi, bilgi edinme, çözüm üretme ve uygun çözüme yönelik prototipin tasarlanması ve değerlendirilmesi) STEM etkinliklerinden online eğitim sürecinde bahsedilmiş olup zorunlu uzaktan eğitim sebebiyle öğrencilerle birlikte laboratuvar ortamında eğitim gerçekleştirilememiştir. Deneysel işlem, süreç içerisinde yüksek lisans öğrencilerine verilen talimatlar doğrultusunda (her bir etkinlik için grup çalışması kapsamında STEM ders planı oluşturma, çizim programları aracılığıyla her bir etkinlik için oluşturulacak maketlere yönelik taslak çizimlerin gerçekleştirilmesi, bireysel olarak maketlerin oluşturulması) gerçekleştirilmiştir. Online ders sürecinde etkinliklerde öğretmek istenen konunun kapsamının yüksek lisans öğrencileri tarafından araştırılması, grup arkadaşıyla tartışılması ve çözülmesi istenen problemler için prototip çizimi gerçekleştirilmesi beklenmiştir. Ayrıca süreç içerisinde araştırma ve prototip çizimi yapmanın yanı sıra fazla masraf yapmadan ulaşılabilecekleri malzemeler veya evlerindeki geri dönüşüm malzemeler ile etkinlikleri yapmaları teşvik edilerek ve hem kendilerini hem de birbirlerini değerlendirme imkanı (öz değerlendirme formu, akran değerlendirme puanlama anahtarı) oluşturularak aktif olmaları sağlanmıştır. Öz değerlendirme soruları ile süreç içerisinde karşılaşılan zorluklar ve bu zorluklara nasıl çözüm bulunduğu araştırılmış, akranların ödev değerlendirme soruları ise öğretim materyalinin kullanımı ve özellikleri, tasarım yapma ve bilimsel yaratıcılık kavramları göz önünde bulundurularak araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Bir dönem boyunca uygulanan STEM eğitim programı aşağıdaki gibidir (Eğitim sürecinin belirli bir plan doğrultusunda ilerlemesi amacıyla etkinlikler sınırlandırılmış lakin kendi belirledikleri problem durumu doğrultusunda süreci tasarlamışlardır. Ayrıca yüksek lisans öğrencileri, iki haftalık serbest tasarım etkinliği gerçekleştirilerek düşünmeye teşvik edilmiştir):

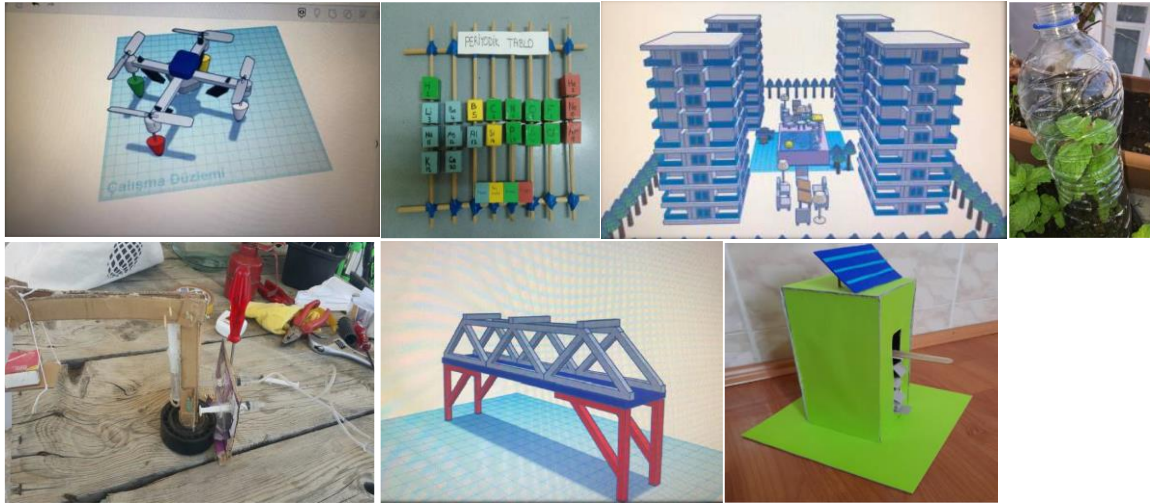
Tablo 1

STEM Eğitiminde Yapılan Etkinlikler

Haftalar	Yapılan Etkinlikler
1,2,3 ve 4. Hafta	Genel Anlatım-Tanıtım Haftaları (STEM nedir? STEM uygulamalarından örnekler, STEM ders planı oluşturma, STEM eğitim süreci hakkında bilgilendirme)
5. Hafta	Işık Kaynağı Tasarımı

6. Hafta	Köprü Tasarımı
7. Hafta	Basit Makine Düzenek Tasarımı (Sınırlama: Pascal Prensibi ele alınmalıdır)
8. Hafta	Serbest Tasarım (Sınırlama: Kendi branşımızda öğretmek istediğimiz bir konuya yönelik olarak ne gibi bir materyal tasarlayabiliriz? Sorusuna cevap arayınız. Oluşturacağınız materyal diğer haftalardaki etkinliklerden farklı olmalıdır)
9. Hafta	Yel Değirmeni Tasarımı
10. Hafta	Oyun Tasarımı (Sınırlama: Öğrencilerimiz için nasıl eğitici bir oyun düzeneği oluşturabiliriz? Sorusuna cevap arayınız)
12. Hafta	Basit Makine Düzenek Tasarımı (Sınırlama: Bileşik Çark sistemleri ele alınmalıdır)
13. Hafta	Serbest Tasarım (Sınırlama: Kendi branşımızda öğretmek istediğimiz bir konuya yönelik olarak ne gibi bir materyal tasarlayabiliriz? Sorusuna cevap arayınız. Oluşturacağınız materyal diğer haftalardaki etkinliklerden farklı olmalıdır)
14. Hafta	Sera Tasarımı
15. Hafta	şehir Planlama Tasarımı (Sınırlama: Yaşadığımız çevrede karşılaştığımız bir probleme çözüm olarak ne yapabiliriz, nasıl bir materyal tasarlayabiliriz? Sorusuna cevap arayınız. Oluşturacağınız materyal diğer haftalardaki etkinliklerden farklı olmalıdır)

Uygulama Sürecinden Örnek Görseller



Verilerin Analizi

Araştırmada verilerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlemek amacıyla yapılan normallik testinde 35'ten az örneklem büyüklüğüne sahip durumlarda kullanılan Shapiro-Wilk değerlerine (Shapiro ve Wilk, 1965) bakıldığında nicel verilerin normal dağılmadığı ($p < .05$) sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple ön test-son test karşılaştırmalarında Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılmıştır. Nitel verilerin analizinde betimsel analiz ve içerik analizi gerçekteşirilmıştir. İncelenen konunun kavramlarının belirgin olarak ele alınabilmesiyle ortaya çıkan temalardan kodlar oluşturma işlemi betimsel analiz iken, belirgin olmayan yapıların ortaya çıkarılması ise içerik analizi dahilindedir (Yıldırım ve şimşek, 2018). Yapılan uygulamanın etkilerine yönelik elde edilen nitel verilerle çalışmanın amacının yanı sıra karşılaşılan zorluklar ve çözümlerinin ortaya konulması hedeflenmiş olup belirli temalarla ifade edilmiştir. Temalar altında ortaya çıkan kodların inandırıcılığı (inanılrlık,

aktarılabirlik, güvenilebilirlik, onaylanabilirlik) (Guba ve Lincoln, 1982) yöntem üçgenleme, araştırmacı üçgenleme, uzman görüşü alma, doğrudan alıntılama yapılarak sağlanması amaçlanmıştır. Temaların altında oluşturulan kodların uygunluğu için görüş birliği kriteri (Miles ve Huberman, 1994) ele alınmıştır. Bu kriter doğrultusunda kodlayıcılar arasındaki uyum güvenilirliği Güvenirlik = Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) x 100 formülü ile %92.3 olarak tespit edilmiştir. Kodlamada karşılaşılan uyumsuzluk tasarım temasında yer alan sürecin tasarlanması ve ürün üretimi kodunda meydana gelmiş olup öğretmenlerin süreç içi ve süreç sonu görüşleri tekrar ele alındığında süreç ve ürünün bir arada da ele alınması konusunda anlaşma sağlanmıştır.

Bulgular

Aşağıda yer alan bulgular Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan yüksek lisans öğrencilerine aittir.

Tablo 2

Öğretmenlerin STEM Uygulamaları Öğretmen Özyeterlik Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarına Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son test- Ön test	N	\bar{X}	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
Negatif Sıra	3	64.94	8.33	25.00	-2.225	.026*
Pozitif Sıra	13	78.19	8.54	111.00		
Eşit	0					

* $p < .05$

Tablo 2 incelendiğinde STEM uygulamaları öğretmen özyeterlik ölçeği ön test-son test puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına göre pozitif sıralar yani son testler lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($Z = -2.225$, $p = .026$).

Tablo 3

Öğretmenlerin Ne Kadar Yaratıcısınız Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarına Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son test- Ön test	N	\bar{X}	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
Negatif Sıra	4	51.25	6.00	24.00	-2.045	.041*
Pozitif Sıra	11	58.13	8.73	96.00		
Eşit	1					

* $p < .05$

Tablo 3 incelendiğinde ne kadar yaratıcısınız ölçeği ön test-son test puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına göre pozitif sıralar yani son testler lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($Z = -2.045$, $p = .041$).

Tablo 4

Öğretmenlerin Öğretim Materyallerinden Yararlanma Öz-Yeterlilik Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarına Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Alt Boyut	Son test-Ön test	N	\bar{X}	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
İçerik	Negatif Sıra	4	40.56	3.88	15.50	-2.328	.020*
	Pozitif Sıra	10	46.31	8.95	89.50		
	Eşit	2					
Kullanım	Negatif Sıra	2	25.13	5.50	11.00	-2.207	.027*
	Pozitif Sıra	10	28.00	6.70	67.00		
	Eşit	4					
Tasarım	Negatif Sıra	3	29.00	3.33	10.00	-2.049	.040*
	Pozitif Sıra	8	32.56	7.00	56.00		
	Eşit	5					
Toplam	Negatif Sıra	3	94.94	4.67	14.00	-2.202	.028*
	Pozitif Sıra	10	106.88	7.70	77.00		
	Eşit	3					

* $p < .05$

Tablo 4 incelendiğinde öğretim materyallerinden yararlanma öz-yeterlilik ölçeği ön test-son test toplam puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına göre pozitif sıralar yani son testler lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($Z = -2.202$, $p = .028$). Ayrıca her bir alt boyut incelendiğinde tüm alt boyutlarda da pozitif sıralar yani son test puanları lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($Z = -2.328$, $p = .020$; $Z = -2.207$, $p = .027$; $Z = -2.049$, $p = .040$).

Tablo 5

Öğretmenlerin 21. Yüzyıl Becerileri Özyeterlilik Algısı Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarına Ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Alt Boyut	Son test-Ön test	N	\bar{X}	Sıra Ort.	Sıra Top.	Z	p
Öğrenme ve Yenilenme Becerileri	Negatif Sıra	2	62.31	5.00	10.00	-2.841	.004*
	Pozitif Sıra	13	71.25	8.46	110.00		
	Eşit	1					
Yaşam ve Kariyer Becerileri	Negatif Sıra	4	73.81	4.00	16.00	-2.292	.022*
	Pozitif Sıra	10	80.75	8.90	89.00		
	Eşit	2					
Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri	Negatif Sıra	5	33.19	7.40	37.00	-1.312	.189

	Pozitif Sıra	10	36.31	8.30	83.00		
	Eşit	1					
Toplam	Negatif Sıra	3	169.31	6.17	18.50	-	.010*
						2.561	
	Pozitif Sıra	13	188.31	9.04	117.50		
	Eşit	0					

* $p < .05$

Tablo 5 incelendiğinde 21. yüzyıl becerileri özyeterlik algısı ölçeği ön test-son test toplam puanlarına ait Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına göre pozitif sıralar yani son testler lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($Z = -2.561$, $p = .010$). Ayrıca her bir alt boyut incelendiğinde bilgi, medya ve teknoloji becerileri alt boyutu hariç tüm alt boyutlarda da pozitif sıralar yani son test puanları lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($Z = -2.841$, $p = .004$; $Z = -2.292$, $p = .022$).

Tablo 6

Öğretmenlerin Tasarım Becerilerine Yönelik Betimsel İstatistik Tablosu

Aşama	Seçenekler			Ortalama (\bar{X})
	Hayır (1)	Kısmen (2)	Evet (3)	
Ön Test	3 (%2.7)	6 (%18.8)	7 (%6.3)	2.25
Son Test	0 (%0)	2 (%1.8)	14 (%12.5)	2.88

"Tasarım becerileri konusunda kendinizi yeterli hissediyor musunuz?"

Tablo 6 incelendiğinde yüksek lisans öğrencilerine yöneltilen, tasarım becerileri konusunda kendilerini yeterli hissedip hissetmedikleri sorusuna verdikleri cevapların ortalamasına bakıldığında ön test aşamasındaki ortalamanın $\bar{X} = 2.25$ iken, son test aşamasında $\bar{X} = 2.88$ olduğu tespit edilmiştir. Ayrıntılı olarak ele alındığında son test lehine "hayır" ve "kısmen" seçeneklerini işaretleyen öğrenci sayısında azalış gözlemlenirken "evet" seçeneğinde artış tespit edilmiştir.

Tablo 7

Öğretmenlerin STEM Eğitiminin Etkilerine Yönelik Görüşleri

Tema	Kodlar	Öğrenci	f
Yaratıcı	Yaratıcı/yaratıcılık	(Ö2, Ö12, Ö15)	3
Düşünme	Farklı bakış açısı	(Ö8, Ö14)	2
	Yeni/yenilik	(Ö6, Ö12)	2
Tasarım	Sürecin tasarlanması ve ürün üretimi	(Ö1, Ö2, Ö3, Ö8, Ö9, Ö13)	6
	Ürün üretimi	(Ö13, Ö15, Ö16)	3

Tablo 7 incelendiğinde öğretmenlerin STEM eğitiminin etkilerine yönelik görüşlerinden elde edilen veriler çalışmanın amacı doğrultusunda "yaratıcı düşünme" ve "tasarım" olmak üzere iki tema altında toplanmıştır. Öğretmenlerden 3'ü "yaratıcı/yaratıcılık", 2'si "farklı bakış açısı", 2'si yeni/yenilik; tasarım teması altında ise 4'ü "sürecin tasarlanması ve ürün üretimi" ve 3'ü "ürün üretimi"nden bahsettikleri tespit edilmiştir.

Ö2: "STEM sayesinde farklı branşları birlikte kullanarak çok yönlü düşünmeyi, yaratıcı ve aktif projeler tasarlamayı, soyut fikirleri somutlaştırma konusunda bana katkı sağladığımı düşünüyorum."

Ö14: "Gelişen ve değişen dünyaya daha rahat ve farklı bakış açısıyla bakmamı sağlayacağını düşünüyorum."

Ö6: "Yeni ürün oluşturmak ve bunları yapabilmek."

Ö13: "Ürün tasarımı, proje oluşturma süreci ve disiplinlerarası düşünme becerimi artırır."

Ö16: "Kendi tasarımı olan ve kendi alanım dışında farklı disiplinlerden de faydalandığım bir ürün ortaya çıkarmak oldukça ilgimi çeker."

Tablo 8

Öğretmenlerin Eğitim Sürecinde Karşılaştıkları Zorluklar ve Bu Durumlara Karşı Buldukları Çözümler

Tema	Kodlar	Öğrenci	f
Eğitimde karşılaşılan zorluklar	Çizim programında çizim yapmak	(Ö2, Ö6)	2
	İletişim kopukluğu (yüz yüze görüşmemek)	(Ö6, Ö7)	2
	Yeterli vaktin olmaması	(Ö4)	1
	Fikir üretmek	(Ö5)	1
	Kazanım belirlemek	(Ö6)	1
Çözüm	Fikir alışverişi	(Ö5, Ö6)	2
	Araştırma yapmak	(Ö2)	1
	Ayrıntıyı göz ardı etmek	(Ö4)	1

Tablo 8 incelendiğinde eğitim sürecinde 2 öğretmen "çizim programında çizim yapmak", 2'si "iletişim kopukluğu", 1'i yeterli vaktin olmaması", 1'i "fikir üretmek", 1'i de "kazanım belirlemek" olarak karşılaşılan zorlukları ifade ederken; 2'si "fikir alışverişi", 1'i "araştırma yapmak", 1'i ise "ayrıntıyı göz ardı etmek" ile çözüm bulduğunu belirtmiştir. Ayrıca her iki tabloda da (Tablo 7 ve 8) belirtilen öğretmenler dışında yer alan öğretmenlerin ise süreç içerisinde problem yaşamadığını belirttikleri gözlemlenmiş, bir tanesi (Ö7) zorluk yaşadığını belirtse de çözüme dair herhangi bir bilgi vermemiş, bazıları ise herhangi bir fikir belirtmemişlerdir

Ö2: "Tinkercad programını yeni kullanmaya başladığımız için pratik yeteneğimiz yoktu. Bizde YouTube gibi sitelerden yardım ve destek aldık."

Ö4: "Zaman sıkıntım oldu. Maketin ana hatları yapıldı ince ayrıntıya girilmedi"

Ö5: "Yeni şeyler üretmekte zorladık beyin fırtınası yaparak daha özgün bir yapı çıkarmaya çalıştık."

Ö6: "Pandemi nedeniyle uzaktan iletişimde zorlandık bir de yeni bir programla tanışmamız bizi zorladı ama yine de çok fazla zorlanmadık...STEM temelli etkinliklerde farklı disiplinleri müfredat içeriğine göre aynı sınıf seviyesinde bir araya getirmek zor oluyor. Kazanımları bir arada bütünleştirmede çok dikkat edilmesi ve öğrencinin her dersteki alt kazanımlarının bilinmesi ve diğer ders öğretmenleriyle işbirliği yapılması gerekiyor."

Ö7: "Bir arada olamadığımız için hızlı fikir alışverişinde bulunamadık. Ürünü tasarlama ve STEM planı yazma sürecimiz uzadı."

Tartışma ve Sonuç

STEM etkinliklerinin öğretmenlerin yaratıcı tasarım becerilerine etkisinin incelendiği bu çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda yorumlamalar yapılmıştır. Uygulanan tüm ölçeklerde ön test-son test karşılaştırmalarına bakıldığında toplam ve alt boyutlar son test puanları lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Bu durum yapılan uygulamanın, STEM uygulamaları öğretmen özyeterliği, yaratıcılık, öğretim materyallerinden yararlanma özyeterliği (içerik, kullanım, tasarım) ve 21. yüzyıl becerileri özyeterliğini (öğrenme ve yenilenme becerileri, yaşam ve kariyer becerileri)

arttırdığı sonucuna ulaşılabilir. Ayrıca görüş formunda yer alan “Tasarım becerileri konusunda kendinizi yeterli hissediyor musunuz?” sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde; ön test ve son test aşaması puanları karşılaştırıldığında son test lehine artış gözlemlenmiştir. Bu durum materyalde içerik oluşturma, kullanım ve tasarım alt boyutlarını içeren öğretim materyallerinden yararlanma özyeterliliğinde meydana gelen olumlu değişimi desteklediği söylenebilir. Bozkurt-Altan ve Tan (2020), Çetin ve Kahyaoglu (2018), Kendaloğlu (2021), Saraç ve Doğru (2021)’nin çalışmaları elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Kendaloğlu (2021)’in, STEM etkinliği geliştirme sürecinin Fen Bilimleri öğretmen adaylarının STEM öz-yeterlilikleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin STEM özyeterliliğini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Saraç ve Doğru (2021)’in sınıf öğretmen adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama deneyimlerinin incelenmesine yönelik yaptıkları çalışmada gerçekleştirilen STEM eğitiminin öğretmen adaylarının STEM öğretimi özyeterlilik algılarına olumlu etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmen adayları, tasarlama ve uygulama sürecine yönelik olumlu görüş belirtmişlerdir. Bozkurt-Altan ve Tan (2020)’nin, ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdikleri STEM eğitiminde tasarım temelli öğrenmede yaratıcılığı inceledikleri çalışmalarında yaratıcılığın geliştirilmesinde tasarım temelli öğrenmenin önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çetin ve Kahyaoglu (2018)’in STEM temelli etkinliklerin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerilerine yönelik tutumlarına etkisinin araştırıldığı çalışmalarında uygulama sonucunda 21. yüzyıl becerilerine yönelik olumlu tutumun arttığı tespit edilmiştir.

STEM eğitiminin ne gibi etkileri olduğu konusunda öğretmenlerin görüşleri incelendiğinde; ortaya çıkan kodlar “yaratıcı düşünme” ve “tasarım” olmak üzere iki tema altında toplanmıştır. Yaratıcı düşünme temasında “yaratıcı/yaratıcılık”, “farklı bakış açısı”, yeni/yenilik; tasarım teması altında ise “sürecin tasarlanması ve ürün üretimi” ve “ürün üretimi” kodları oluşmuştur. Ayrıca “tasarım” teması altında öğretmenlerin “sürecin tasarlanması ve ürün üretimi”ne daha çok değindikleri gözlemlenmiştir. Hu ve Adey (2002)’nin ortaokul öğrencileri için bilimsel yaratıcılık testine yönelik yaptıkları çalışmalarında üç boyutlu (süreç, özellik, ürün) bir modelde açıkladıkları bilimsel yaratıcılığın süreç, özellik boyutu altındaki esneklik (farklı bakış) ve teknik ürün yönünden örtüştüğü gözlemlenmektedir. Modelde yer alan sürecin alt boyutlarına değinmeseler de öğretmenlerin tasarımı ürünün yanı sıra bir süreç olarak da ele aldıkları tespit edilmiştir. Ayrıca kazanım olarak doğrudan yaratıcılığa da değindikleri, yenilik kavramını da ele aldıkları gözlemlenmiştir. Aslan (2001), yeni kavramının yaratıcılığın bir parçası olduğuna değinmiştir.

Ek olarak öğretmenlerin eğitim sürecinde karşılaştıkları zorluklar incelendiğinde; sadece 5 öğretmenin eğitim sürecinde karşılaştığı zorluklardan bahsettiği gözlemlenmiştir. “Çizim programında çizim yapmak”, “iletişim kopukluğu”, “fikir üretmek”, “yeterli vaktin olmaması”, “kazanım belirlemek” zorluk olarak ifade edilmiştir. Çözüm olarak 2 öğretmen grup arkadaşı ile “fikir alışverişi”, 1 öğretmen “araştırma yapmak”, 1 öğretmen ise “ayrıntıyı göz ardı etmek”ten bahsetmiştir. Bakırcı ve Kaplan (2021)’in Fen Bilimleri öğretmenlerinin mühendislik ve tasarım becerileri alanında karşılaştığı sorunlar ve önerilerini inceledikleri çalışmalarında öğretmenlerin mühendislik ve tasarım becerilerinde üç boyutlu modelleme konusunda bilgi eksikliği hissettikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca kazanım belirleme konusunda mühendislik ve tasarım becerileri uygulamalarında disiplinler arası işbirliğinin yapılabileceğine değinilmiştir. İncelenen çalışmadaki bulgularla bu çalışmada elde edilen bulgular yorumlandığında çizim programında çizim yapmada karşılaşılan zorluk ile ilgili bulgunun örtüştüğü görülmektedir. Ayrıca bu zorluğa yönelik araştırma yapılarak çözüm bulunduğu da gözlemlenmiştir. Kazanım belirleme konusunda bir öğretmen (Ö6) disiplinler arası işbirliğinden bahsetse de süreç içerisinde bu çözümü uygulamaya dönüştüremediği tespit edilmiştir. Öğretmenin görüşünden disiplinler arası işbirliği ile fikir alışverişinin gerçekleştirilebileceği de düşünülebilir. Karşılaşılan zorluklar arasında iletişim kopukluğunun da ele alındığı gözlemlenmiştir. Burada öğretmenlerin iletişim kopukluğuna dair ifade ettikleri yüz yüze görüşememe durumudur. Özgöl, Sarıkaya ve Öztürk (2017)’nin örgün eğitimde uzaktan eğitim uygulamalarına yönelik öğrenci ve öğretim elemanlarının görüşlerini araştırdıkları çalışmalarında uzaktan eğitimin avantajlarının yanı sıra ders başarısına yönelik olumsuz etkisi, ders içi iletişimin yeterince sağlanamaması, derse katılımın düşük olması, bağlantı sorunları, alt yapı yetersizlikleri vb. durumların dezavantaj olarak ele alınması

ve yüz yüze eğitim beklentisinin olması uzaktan eğitimin yetersizliği konusunda öğretmenlerin zihninde olumsuz bir algının oluşmasına sebebiyet vererek yüz yüze eğitimin gerçekleştirilememesi gibi bir durumda uzaktan eğitimin yetersiz olabileceği düşüncesi doğrultusunda belirtilen iletişim kopukluğunun yaşandığı söylenebilir. Ayrıca zorluk olarak ifade edilen yeterli vaktin olmamasının, bir öğretmeni ayrıntıyı göz ardı etme çözümüne sevk ettiği tespit edilmiştir. Bu durum öğretmenin tasarım sürecini kolaylaştırmasını sağlayabilirken diğer yandan tasarım sürecini sınırlandırarak hedeflenen kazanımlara ulaşmada eksiklikler meydana gelebilir. Oluşabilecek eksikliklerin de göz ardı edilmemesi dikkat edilmesi gereken bir husustur. STEM'in disiplinler arası yapısı (Henriksen, 2014), tasarım sürecinin karmaşık problemleri içermesi (Mehalik, Doppelt ve Schunn, 2008) ve yaratıcılığın çok boyutluluğu (Hu ve Adey, 2002) düşünüldüğünde yapılan çalışmada gereken önemin verilmesinin süreç içerisinde yaşanabilecek problemleri en aza indirebileceği düşünülebilir. Fikir üretme faaliyetini problem çözme sürecinin vazgeçilmez bir parçası olarak ele alırsak bu süreçte yeni, orijinal fikirler oluşturmanın da önemli olduğu, fikir alışverişi ile bu sorunun çözülebileceği ifade edilebilir.

Bu çalışma yüksek lisans öğrencileri, tek grup ön test-son test modeli, yapılan uygulama (tasarım temelli öğrenme ile STEM etkinlikleri) ve kullanılan veri toplama araçları ve katılımcıların zorunlu olarak geçilen uzaktan eğitim sürecindeki imkanları ile sınırlı olup tasarım temelli öğrenme sürecinde yer alan yeniden tasarlama ve kararın tamamlanması aşamaları (Hynes, vd. 2011) karşılaşılan zorluklar nedeniyle gerçekleştirilememiştir. Çepni (2018) ve Leonard (2004)'e göre, fen ve matematik öğretiminde mühendislik tasarım süreci bir ortam oluşturmaktadır. Bu durum, mühendislik disiplinini içeren STEM eğitimi için mühendislik tasarım sürecinin içeriğinin öğretilmesinde bir araç olarak ele alındığını ifade edebilir. Bu çalışmada ise tasarım becerilerine daha çok odaklanıldığı belirtilebilir. Lakin mühendislik tasarımı ile birlikte bilimsel sorgulamayı içeren STEM eğitiminin (Çepni, 2018) yapısı göz önünde bulundurularak STEM entegrasyonuna ters düşen yönelimden (bilimsel sorgulama olmadan yapılacak tasarım süreci) kaçınılmıştır. Araştırmada elde edilen nicel ve nitel bulgular doğrultusunda yapılan tasarım temelli STEM eğitiminin STEM uygulamalarına yönelik özyeterliliği artmasıyla uygun uygulama ortamının oluşturulduğu, yaratıcılığı 21 yüzyıl öğrenme ve yenilenme becerisi) ve tasarım becerilerini arttırmada etkili olduğu düşünülebilir. Yüz yüze planlanan ve Covid-19 salgını sebebiyle zorunlu olarak online ortamda gerçekleştirilen eğitimde karşılaşılan zorlukların çözülebilmesi durumunda uzaktan eğitimde de tasarlanan STEM uygulamalarının yapılabileceği sonucuna ulaşılabilir.

Öneriler

1. STEM/FeTeMM'e yönelik ders veya eğitimlerde öğretmenlerin tasarım ve yaratıcı düşünme becerisini arttırmak amacıyla tasarım ve yaratıcılığın ön planda tutulduğu ders/eğitim planları oluşturulabilir.
2. Öğretmenlerin eğitim ortamında kullanabileceği çizim vb. programlara yönelik pratik becerileri geliştirilebilir.
3. Öğretmenler kazanım oluşturma konusunda birçok disiplinden uzmanlarla işbirliği yapmaya teşvik edilebilir.
4. Tasarım sürecine yönelik ayrılan zaman arttırılarak hem oluşabilecek eksiklikler önlenabilir hem de bireylerin fikir üretme becerileri geliştirilebilir.
5. Uzaktan eğitim ile ilgili öğretmenlerin zihninde oluşan olumsuz düşüncelerin giderilmesine yönelik karşılaşılan problemlere çözüm üretmek amacıyla çalışmalar yürütülebilir.
6. Yaratıcı tasarım becerilerini ölçen nicel-nitel veri toplama araçları geliştirilebilir.

Kaynakça

- Aksoy, B. (2004). *Coğrafya öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Anagün, Ş., Atalay, N., Kilic, Z. ve Yasar, S. (2016). The development of a 21st century skills and competences scale directed at teaching candidates: Validity and reliability study. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (40), 160-175.

- Aslan, E. (2001). Torrance yaratıcı düşünce testi'nin Türkçe versiyonu. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(14), 19-40.
- Bakırcı, H. ve Kaplan, Y. (2021). Fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik ve tasarım becerileri alanında karşılaştığı sorunlar ve çözüm önerileri. *Journal of Computer and Education Research*, 9(18), 626-654. <https://doi.org/10.18009/jcer.908161>
- Bozkurt-Altan, E. ve Tan, S. (2020). Concepts of creativity in design based learning in STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-27.
- Bozkurt-Altan, E. Yamak, H., Kirikkaya, E. B. ve Kavak, N. (2018). The use of design-based learning for STEM education and its effectiveness on decision making skills. *Universal Journal of Educational Research*, 6(12), 2888-2906.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (24. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities*. National Science Teachers Association, NSTA Press, Arlington, Virginia.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (4. Baskı). California: Sage Publications.
- Çakır, Z., Yalçın, S. A. ve Yalçın, P. (2019). Montessori yaklaşımı temelli STEM etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine etkisi. *Journal of the International Scientific Research*, 4(2), 392-409.
- Çepni, S. (Ed.). (2018). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Çetin, A. ve Kahyaoğlu, M. (2018). STEM temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ile 21. yüzyıl becerilerine yönelik tutumlarına etkisi. *Ekev Akademi Dergisi*, (75), 15-28.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Çilengir-Gültekin, S. (2019). *Okul öncesinde eğitimde drama temelli erken STEM programının bilimsel süreç ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- De Vries, M. J. (2021). Design-based learning in science and technology as integrated STEM. In *Design-Based Concept Learning in Science and Technology Education* (pp. 14-24). Brill Sense.
- Doppelt, Y. (2009). Assessing creative thinking in design-based learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(1), 55-65.
- Guba, E. G. ve Lincoln, Y. S. (1982). Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. *ECTJ*, 30(4), 233-252.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2018). Fen bilimleri dersine STEM entegrasyonu etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 40-59.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin görüşleri: Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 649-684.
- Hathcock, S. J., Dickerson, D. L., Eckhoff, A. ve Katsioloudis, P. (2015). Scaffolding for creative product possibilities in a design-based STEM activity. *Research in Science Education*, 45(5), 727-748.
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal*, 1(2), 1-7.
- Hu, W. ve Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403. doi: 10.1080/09500690110098912
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. ve Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. 5-13. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165/
- Keane, L. ve Keane, M. (2016). STEM by design. *Design and Technology Education: an International Journal*, 21(1), 61-82.

- Kendaloğlu, E. (2021). *STEM etkinliği geliştirme s¼recinin fen bilimleri ¼retmen adaylarının girişimcilik ve STEM ¼z-yeterlilikleri ¼zerine etkilerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış Y¼ksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ ¼niversitesi Eğitim Bilimleri Enstit¼s¼, Bursa.
- Kennedy, T. J. ve Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Korkmaz, O. (2011). Study of the validity and reliability of a self-efficacy scale of teaching material utilization. *Educational Research and Reviews*, 6(15), 843-853.
- Lapte, G., ve Shaytan, D. (2021). Co-design-based learning for entrepreneurs in the digital age. *Measuring Business Excellence*. doi: 10.1108/MBE-11-2020-0158
- Leonard, M. J. (April 1, 2004). Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom. National Association for Research in Science Teaching, 1-60. Vancouver, B.C.
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., ve Duschl, R. A. (2019). Design and design thinking in STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 2, 93-104. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00020-z>
- Mayes, R., Gallant, B. ve Fettes, E. (2018). Interdisciplinary STEM through engineering design-based reasoning. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 8(3), 60-68.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y. ve Schunn, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71-85.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *An Expanded Sourcebook Qualitative Data Analysis*, 2. Press, London: SAGE Publications.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2008. <https://www.oecd.org/site/educeri21st/40756908.pdf>
- Özg¼l, M., Sarikaya, İ. ve Özt¼rk, M. (2017). Örg¼n eğitimde uzaktan eğitim uygulamalarına ilişkin ¼đrenci ve ¼đretim elemanı değerlendirmeleri. *Y¼ksek¼đretim ve Bilim Dergisi*, (2), 294-304. doi: 10.5961/jhes.2017.208
- Rosa, R. (2016). *Design-based learning: a methodology for teaching and assessing creativity* (Doctoral Dissertation). California State Polytechnic University, California).
- Saraç, E. ve Doğru, M. (2021). Sınıf ¼đretmeni adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama deneyimlerinin incelenmesi. *Fen Bilimleri ¼đretimi Dergisi*, 9(1), 1-37.
- Sarıçam, U. (2019). *Dijital oyun tabanlı STEM uygulamalarının ¼đrencilerin STEM alanlarına ilgileri ve bilimsel yaratıcılığı ¼zerine etkisi: Minecraft ¼rneđi* (Yayınlanmamış Y¼ksek Lisans Tezi, Marmara ¼niversitesi Eğitim Bilimleri Enstit¼s¼, İstanbul.
- Samurçay, N. (1983). Zekâ ve yaratıcılık. *Eğitim ve Bilim*, 8(45), 4-12.
- Seechaliao, T. (2017). Instructional strategies to support creativity and innovation in education. *Journal of Education and Learning*, 6(4), 201-208. <http://doi.org/10.5539/jel.v6n4p201>
- Shapiro, S. S. ve Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611.
- Sirajudin, N., Suratno, J. ve Pamuti (2021, March). Developing creativity through STEM education. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1806, No. 1, p. 012211). IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1806/1/012211
- Siverling, E. A., Suazo-Flores, E., Mathis, C. A., ve Moore, T. J. (2019). Students' use of STEM content in design justifications during engineering design-based STEM integration. *School Science and Mathematics*, 119(8), 457-474.
- Ugras, M. (2018). The effects of STEM activities on STEM attitudes, scientific creativity and motivation beliefs of the students and their views on STEM education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5), 165-182. doi: <https://doi.org/10.15345/iojes.2018.05.012>
- Whetton, D. A. ve Cameron, K. S. (2002). *Answers to exercises taken from developing management skills*. 3rd Edition, Illinois: Northwestern University.

- Yaman, C., Özdemir, A. ve Akar-Vural, R. (2018). STEM uygulamaları öğretmen öz-yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi: Bir geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 93-104.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının tasarım temelli öğrenmeye yönelik görüşleri. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(24), 272-293. <https://doi.org/10.29329/mjer.2018.147.15>
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods*. Sage publications.