

The Effect of STEM Practices on Self-Efficacy Pedagogical and Content Knowledge of Pre-Service Teachers

Özge Arslan, Milli Eğitim Bakanlığı, 0000-0002-1715-8555
Bekir Yıldırım, Muş Alparslan Üniversitesi, 0000-0002-5374-4025

Abstract

The purpose of this study is to examine the effects of STEM practices on the self-efficacy, pedagogical and content knowledge of pre-service teachers. Thus, the study group consists of 20 pre-service science teachers. The study is designed in accordance with the convergent parallel design among the mixed research method designs. In this design, qualitative and quantitative data are collected simultaneously. In this present research, the "Pre-service teacher interview form" and "SELF-efficacy belief scale in science teaching" were used as data collection instruments. Whereas the content analysis was conducted in the analysis of qualitative data, SPSS package program was implemented in the analysis of quantitative data. As a result of the analysis of the qualitative and quantitative data obtained, it was concluded that STEM practices positively improved the belief in the self-efficacy of pre-service teachers. In addition, the results indicated that STEM practices had positive effects on the content and pedagogy knowledge of the pre-service teachers. Based on these results, studies that examine the effects of STEM practices on the pedagogical and content knowledge of teachers can be included

Keywords: *STEM, content knowledge, pre-service teacher, self-efficacy*



Inönü University
Journal of the Faculty of Education
Vol 21, No 3, 2020
pp. 1339-1355
DOI: 10.17679/inuefd.789366

Article type:
Research article

Received : 02.09.2020
Accepted : 09.10.2020

Suggested Citation

Arslan, Ö. and Yıldırım, B. (2020). The Effect of STEM Practices on Self-Efficacy Pedagogical and Content Knowledge of Pre-Service Teachers, *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 21(3), 1339-1355. DOI: 10.17679/inuefd.789366

This study is derived from first author's master thesis.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

As in every other field, the dizzying effect occurring in technology has also changed our perspective on education (Arat and Bakan, 2011). Upon this change, the countries emphasize that the individuals should be equipped with the necessary skills so as to survive in the business world (TUSİAD, 2017). Therefore, the countries focus on the educational approaches that enable the individuals to have critical thinking, problem solving, entrepreneurship, creativity, interdisciplinary, and collaborative skills (WEF, 2017). One of these educational approaches is STEM education approach. Much as there is no clear definition of this educational approach (Langdon et al., 2011), STEM education is an educational approach in which the fields of science, technology, engineering, and mathematics are presented in an integrated way with daily life (Yıldırım, 2016).

In this context, it is important for the teachers to have STEM pedagogical and content knowledge, self-efficacy at the desired level so that they can effectively integrate STEM education into formal and informal education environments. When the literature is reviewed, many studies examining the opinions of teachers about STEM education are observed. However, no study directly examining the effect of STEM education on pedagogy knowledge and content knowledge of teachers has been found in the related literature. Similarly, there are also studies on the self-efficacy of the teachers. However, there are no studies that examined the different variables such as the effect of STEM practices on content knowledge, pedagogy knowledge, and self-efficacy beliefs of the students about science teaching. Therefore, it is thought that this study will contribute to the literature since this research will be the first study in which these dependent variables and STEM practices are discussed together.

Purpose

It was purposed to determine the effects of STEM practices on the self-efficacy beliefs of the pre-service teachers about science teaching, pedagogical and content knowledge. The research question "What is the effect of STEM practices on self-efficacy beliefs of the pre-service teachers in science teaching, pedagogical and content knowledge?" was generated for this purpose. Based on this question, three sub-questions were designed.

1. What is the effect of STEM practices on self-efficacy beliefs on pre-service teachers in science teaching?
2. What is the effect of STEM practices on content knowledge?
3. What is the effect of STEM practices on pedagogical knowledge?

Method

The mixed method was conducted so as to determine the effect of STEM practices on pre-service science teachers on the self-efficacy belief levels in science teaching, pedagogical and content knowledge. In this design, qualitative and quantitative data are collected simultaneously. This method gives equal priority to the collection of qualitative and quantitative data. The analysis of the obtained data is done separately, and the results are combined and associated in the interpretation stage (Creswell and Plano Clark, 2015).

Findings

The first finding of the study was related to quantitative data. It was concluded that STEM practices have a positive effect on the self-efficacy beliefs of pre-service teachers. The second finding was related to qualitative data. In this context, it was determined that there was a positive change in the knowledge of pre-service teachers after the practice when compared to the previous situation. Initially, in this context, it was understood that there was an increase in the knowledge of pre-service teachers about energy transformations. Furthermore, as a result of STEM practices, it was determined that the pre-service teachers expanded their knowledge about the place of energy transformations in the science teaching program, and that they felt themselves sufficient to prepare a lesson plan, and that there were positive changes in their knowledge about strategy, method, and technique they would use during their courses. Likewise, it was noted that their knowledge about assessment-evaluation tools increased. In addition, it

was concluded that pre-service teachers would pay attention to different characteristics such as economics, relevance to the subject, connection with daily life when designing a model.

Discussion & Conclusion

It was concluded that STEM practices had an effect on science teaching self-efficacy beliefs. When the literature is reviewed, it is observed that although there are many studies in which the effects of STEM practices on different age groups and different dependent variables are examined, there is no study in which the effects of STEM practices on self-efficacy beliefs of pre-service teachers are examined. This result will provide a basis for other studies. Many studies have examined the effects of STEM practices on many different dependent variables such as opinions and attitudes of pre-service teachers (Çetin and Kahyaoğlu, 2018; Timur and İnançlı, 2018; Kızılay, 2016; Yıldırım and Sidekli, 2018). In addition, many studies have examined the effects of STEM education on different dependent variables of teachers and students (Kim and Choi, 2012; Kwon et. al., 2012; Kim et. al., 2014; Gülhan and Şahin, 2016; Sarı et. al., 2018).

STEM Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının Öz-Yeterlikleri, Pedagoji ve Alan Bilgisi Üzerine Etkisi

Özge Arslan, Milli Eğitim Bakanlığı, 0000-0002-1715-8555
Bekir Yıldırım, Muş Alparslan Üniversitesi, 0000-0002-5374-4025

Öz

Bu çalışmanın amacı, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının öz-yeterlikleri, pedagoji ve alan bilgisi üzerine etkisini incelemektir. Araştırmanın çalışma grubunu 20 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma karma araştırma yöntemi desenlerinden yakınsayan paralel desene uygun tasarlanmıştır. Bu desende, nitel ve nicel veriler eş zamanlı olarak toplanır. Araştırmada veri toplama aracı olarak "Öğretmen Adayı Görüşme Formu" ve "Fen Öğretiminde Öz-Yeterlik Ölçeği" kullanılmıştır. Nitel verilerin analizinde içerik analizi kullanırken nicel verilerin analizinde ise SPSS paket programı kullanılmıştır. Elde edilen nitel ve nicel verilerin analizi sonucunda, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının öz-yeterlikleri inançlarını olumlu yönde geliştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının alan ve pedagoji bilgisi üzerine olumlu etki yaptığını da göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, STEM uygulamaların öğretmenlerin pedagoji ve alan bilgisi üzerine etkisinin incelendiği çalışmalara yer verilebilir.

Anahtar Kelimeler: STEM, alan bilgisi, öğretmen adayı, öz-yeterlik



Inönü Üniversitesi
Eğitim Fakültesi Dergisi
Cilt 21, Sayı 3, 2020
ss. 1339-1355
DOI: 10.17679/inuefd.789366

Makale türü:
Araştırma makalesi

Gönderim Tarihi : 02.09.2020
Kabul Tarihi : 09.10.2020

Önerilen Atıf

Arslan, Ö. ve Yıldırım, B. (2020). STEM Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının Öz-Yeterlikleri, Pedagoji ve Alan Bilgisi Üzerine Etkisi. *Inönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 1339-1355. DOI: 10.17679/inuefd.789366

Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Teknolojide meydana gelen baş döndürücü etki sağlıktan ekonomiye kadar birçok alanda hayatımızı değiştirdiği gibi eğitime bakış açımızı da değiştirmiştir (Arat ve Bakan, 2011). Bu değişim ile birlikte ülkelerin ve iş dünyasının bireylerden beklentilerini de değiştirmiştir (Türkiye Sanayi ve İş Adamları Derneği [TÜSİAD], 2017). Bireylerden beklenen bu beklentiler ülkelerin eğitim sistemlerinde değişikliğe gitmesine neden olmuştur. Ülkeler, bireylerin iş dünyasında ayakta kalabilmesi için gerekli nitelikte olmalarına imkan sağlayan eğitim yaklaşımları üzerinde durmuştur (Bybee, 2010; Morrison, 2006; World Economic Forum [WEF], 2017). Bu eğitim yaklaşımlarından biri de 21. yüzyılın köklü değişim hareketlerinden olan STEM eğitimi yaklaşımıdır (Land, 2013). STEM eğitimi yaklaşımının net bir tanımı bulunmasa da (Langdon, McKittrick, Beede, Khan ve Dom, 2011) farklı tanımları bulunmaktadır. Bu tanımlardan birincisi bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının entegre bir şekilde verilmesini kapsarken ikincisi ise, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının entegrasyonu olarak ifade edilmektedir. STEM eğitiminin farklı tanımları olsa da Amerika, Güney Kore, Avusturya, Türkiye gibi birçok farklı ülkede formal ve informal eğitim ortamlarında uygulanmaktadır (Banks ve Barlex, 2014; Yılmaz, Yiğit-Koyunkaya, Güler ve Güzey, 2017).

Bugün, farklı ülkelerde STEM eğitiminin formal ve informal eğitim ortamlarında uygulanmasının birçok nedeni bulunmaktadır. Landivar (2013) bu nedenlerden bazılarını, yeni iş alanları ve imkanları oluşturması, toplumların yaşam standartlarını arttırması ve yeni endüstri alanlarının ortaya çıkmasını sağlaması olarak dile getirmiştir. Şahin ve Top (2015) STEM eğitiminin tercih edilme nedenini, 21. yy iş dünyası için gerekli beceri ve donanımların kazandırılması olarak dile getirirken Silver ve Snider (2014) PISA/TIMSS sınavlarında başarıyı sağlamak olarak ifade etmiştir. STEM eğitiminin bu tercih edilme nedenleri, STEM eğitiminin eğitim ortamlarında kullanılmasını sağlamıştır. STEM eğitiminin eğitim ortamlarında kullanılmasında birinci dereceden sorumluluk öğretmenlere düşmektedir. Bu yüzden, öğretmenlerin STEM eğitimi konusunda yeterli bilgiye sahip olması önem arz etmektedir. Bu da öğretmenlerin STEM Pedagojik Alan Bilgisi [STEM PAB] konusunda yeterli bilgiye sahip olmasıyla mümkündür (Yıldırım, 2017; Eckman, vd., 2016). STEM PAB STEM konusunda, yeterli bilgi ve donanıma sahip öğretmenlerin STEM eğitimi eğitim ortamlarında rahatlıkla uygulayabilecekleri söylenebilir (Yıldırım, 2017). Bu sebepten, eğitim ortamlarında STEM eğitiminin doğru bir şekilde uygulanmasında pedagoji, alan, bağlam, entegrasyon ve 21. yy beceri bilgisi önemli bir yer kaplamaktadır. Bu bilgilerin bilinmesi öğretimin etkili ve verimli olmasında önemli faktörlerden birini oluşturmaktadır (Yıldırım ve Şahin-Topalcengiz, 2018). Çünkü öğretmenlerin öğrencilere öğretecekleri konulara hakim olmaları öğretme-öğrenme sürecinde ki öz-yeterliliklerini etkilemektedir (Stohlman, Moore ve Roehring, 2012).

Öz-yeterlilik, bireylerin sahip olduğu bilgi, beceri ve donanımlar ile karşılaştıkları durumlarda neleri yapip yapmayacağına ilişkin inançlardır (Bandura, 1997). Öğretimin etkili ve verimli olmasında, öğretmenin sınıf içindeki davranış ve faaliyetleri, sınıf yönetimi ve öğretim ile ilgili kararlarını etkileyen önemli faktörlerden biri de öğretimsel faaliyetlerinin yeterli olup olmadığına dair güveni yani öz-yeterlilik inancı oluşturmaktadır (Serin ve Bayraktar, 2015). Öz-yeterlilik inancı, bireyleri harekete geçirir ve istedikleri sonuçları almaları için onları güdüler (Bandura, 1986). Bu yüzden, öğretmenlerin öğretme-öğrenme süreci sırasında gösterdiği çabalar, öğretmenlerin sınıfta neler yapabileceklerine olan inançları önemli ölçüde etkilenmektedir (Bandura, 1997). Diğer bir deyişle, öğretmenlerin öz-yeterliliklerinin düşük olması, etkili öğretimin önünde bir engel teşkil etmektedir. Bu yüzden etkili bir öğrenme ortamının oluşmasında öğretmenlerin bilgi, beceri ve donanımları ile birlikte öz-yeterlilik inançları önemlidir (Bandura, 1993). Nitekim, Nadelson, Callahan, Pyke, Hay, Dance ve Pfiester (2013) pedagojik alan bilgisi ile öz-yeterlilik inançları arasında pozitif bir ilişki olduğunu ifade etmektedir.

Alanyazın incelendiğinde, STEM eğitimiyle öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşlerinin incelendiği birçok çalışmaya rastlanmıştır (Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezzezen, 2017; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Özcan ve Koca, 2019; Smith, Rayfield ve McKim, 2015; Stubbs ve Myers, 2016; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011). Bunun yanında, STEM eğitiminin fen bilimleri ve matematik alan bilgisi üzerine etkisinin incelendiği çalışmalara da rastlanmıştır (Gülhan ve Şahin, 2018; Tabaru, 2017; Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır, 2017). Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes (2013) STEM uygulamalarının fen kavramlarının öğretilmesi ve alan bilgisinin artmasına olumlu etki yaptığını dile getirmiştir. Türk, Kalaycı ve Yamak (2018) çalışmasında akademisyen, öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili görüşlerine başvurmuştur. Çalışmada öğretmenlerin yeterli STEM eğitimiyle ilgili alan ve pedagoji bilgisine sahip olması gerektiği vurgulanmıştır. Benzer şekilde, Hudson, English, Dawes, King ve Baker (2015) STEM eğitiminin öğretme-

öğrenme süreçlerini desteklediğini ifade etmiştir. Ancak STEM Eğitimi uygulamalarının pedagoji ve alan bilgisi üzerine etkisinin birlikte incelendiği çalışmalara rastlanmamıştır. Bunun yanında, farklı yöntem ve teknikler ile öğretmenlerin öz-yeterliklerinin araştırıldığı çalışmalar yer almaktadır (Tilfarlıoğlu ve Ulusoy, 2012). Ayrıca, alanyazında STEM eğitim uygulamalarının, öğretmen adaylarının alan bilgisi, pedagoji bilgisi ve fen öğretimine yönelik öz yeterlik inançları üzerine etkisinin birlikte ele alındığı çalışmaya rastlanmamıştır. Bu değişkenlerin STEM eğitimiyle birlikte kullanıldığı ilk çalışma olması nedeniyle bu çalışmanın alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının pedagoji bilgisi, alan bilgisi ve fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda "STEM uygulamalarının Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançları, pedagoji ve alan bilgileri üzerine etkisi nedir?" problem durumu ortaya konulmuştur. Bu problem durumundan yola çıkarak üç alt problem tasarlanmıştır.

1. STEM uygulamalarının, öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz yeterlik inançlarına etkisi nedir?
2. STEM uygulamalarının, öğretmen adaylarının alan bilgisi üzerine etkisi nedir?
3. STEM uygulamalarının, öğretmen adaylarının pedagoji bilgisi üzerine etkisi nedir?

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Çalışma karma araştırma yöntemine uygun olarak yürütülmüştür. Karma araştırma yöntemi, nicel ve nitel verilerin birlikte toplandığı, toplanan verilerin birleştirilip birbiri ile ilişkilendirildiği araştırma sürecidir (Creswell, 2008). Bu kapsamda, çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanan STEM uygulamalarının fen bilimleri öz yeterlik inançları, pedagoji ve alan bilgisi üzerine etkisini tespit etmek amacıyla karma yöntem araştırma desenlerinden yakınsayan paralel desen kullanılmıştır. Bu desende elde edilen verilerin analizi, ayrı ayrı yapılır ve sonuçlar yorumlama aşamasında ilişkilendirilerek birleştirilir (Creswell ve Plano Clark, 2015). Durum çalışması, bir olayı kendi gerçek yaşam çerçevesi içinde incelemeye ve bütüncül bir yorum yapmaya imkân veren bir saha çalışması olarak değerlendirilmektedir (Merriam, 2009). Bu çalışma kapsamında, okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulamalarına ilişkin görüşlerinin neler olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Birçok farklı deneysel desen türü yer almaktadır. Çalışma kapsamında tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desen kullanılmıştır (Büyükköztürk, 2007). Tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desende çalışma tek grup üzerinden yürütülür. Bu modelde seçkisizlik ve eşleştirme söz konusu değildir. Tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel deseninde deney grubuna deney öncesinde ön test, deney sonrasında da son test uygulanır (Gay ve Airasian, 2000; Creswell, 2008). Creswell (2008) deneysel desenler arasından en zayıf desenlerinden biri olmasına karşın yeni bir eğitim yaklaşımının uygulandığı araştırmalarda bu desenin tercih edilmesi araştırmacının doğasına uygundur.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim görmekte olan 20 öğretmen adayı oluşturmuştur. Çalışma grubu oluşturulurken olasılıklı olmayan örnekleme yöntemlerinden amaca yönelik örnekleme yöntemi ve bu örnekleme içinde yer alan kolay ulaşılabilir durum örnekleme seçilmiştir. Bu örneklemede, araştırmacılar kimlerin seçileceğine kendileri karar verir ve araştırmanın amacına uygun olarak en uygun örnekleme seçer (Balci, 2016). Bu örnekleme de çalışmanın yapılacağı en uygun grubun seçilmesi için araştırmacılara zaman ve çaba açısından kolaylık sağlar (Platton, 2002). Bu araştırmanın çalışma grubuna öğrencilerin seçilmesinde belli adımlar izlenmiştir. Çalışmaya ilk aşamada 28 öğretmen adayı katılmıştır. Bu öğretmen adaylarının içinden derslere 10 hafta boyunca katılan 22 öğretmen adayı çalışmaya dahil edilmiştir. İkinci aşamada çalışmaya gönüllü olarak katılmak istemeyen iki öğretmen adayı daha çalışmadan çıkarılmış ve çalışmaya 20 öğretmen adayı ile devam edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Fen öğretiminde öz-yeterlik inancı ölçeği

Çalışma kapsamında, Bıkmaz (2002) tarafından geliştirilen Fen Öğretiminde Öz-Yeterlik İnancı Ölçeği kullanılmıştır. Fen öğretiminde öz-yeterlik inancı ölçeği 5'li likert tipine uygun olarak geliştirilmiştir. Ölçek yeterlik inancı ve sonuç beklentisi olmak üzere iki alt boyut ve 21 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin yeterlik inancı boyutu için güvenilirlik değeri 0.89 iken sonuç beklentisi boyutu için güvenilirlik değeri 0.69 bulunmuştur. Fen öğretiminde öz-yeterlik inancı ölçeğinin tümü için ise, 0.85 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında ölçeğin uygulandığı gruptan elde edilen veriler üzerinden Cronbach Alpha güvenilirlik

değerine bakılmış ve ölçeğin güvenilirlik değeri 0.71 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değer bu ölçeğin bu çalışma kapsamında kullanılabilceğini göstermektedir.

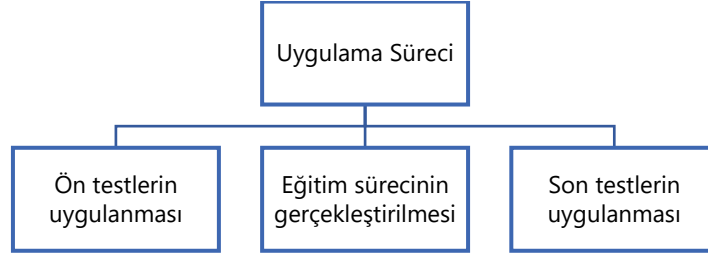
Öğretmen aday görüşme formu

Araştırmada öğretmen adaylarının pedagoji ve alan bilgilerini ölçmeye yönelik yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu mülakatlar sırasında araştırmacı tarafından geliştirilen "Öğretmen Adayı Görüşme Formu (ÖAGF)" formu kullanılmıştır. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme formuna yer verilmesinin amacı araştırmacıya görüşmenin gidişatını kendi elinde tutma fırsatı vermesidir (Merriam, 2015). Araştırmada kullanılan ÖAGF araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. ÖAGF formu geliştirilirken aşağıda belirtilen aşamalar izlenmiştir. Bunlar:

ÖAGF formunda yer alan soruların anlaşılır, açık uçlu ve sonda sorular sormaya uygun olmasına dikkat edilmiştir. ÖAGF formu 9 sorudan oluşmaktadır. ÖAGF formu iki uzmana gönderilmiştir. Birinci uzman STEM eğitimi alanında çalışmalarını yapmış ve doktorasını bu alanda bitirmiştir. İkinci uzman ise, STEM eğitimi alanında çalışmalar yapmış ve fen bilimleri eğitimi bu alanda bitirmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda ÖAGF formuna son hali verilmiştir. ÖAGF formunda anlaşılmayan yerlerin tespit edilmesi için öğretmen adaylarına pilot olarak uygulanmıştır. Uygulama sonrasında ÖAGF formuna son hali verilmiştir. ÖAGF formu öğretmen adaylarının pedagoji ve alan bilgisine ilişkin görüşlerini tespit etmek amacıyla oluşturulmuştur. Araştırmacı tarafından oluşturulan ÖAGF'de toplamda 9 soru yer almaktadır.

Uygulama İşlem Basamakları

Çalışma kapsamında ilk olarak çalışma grubunda yer alacak olan öğrencilerin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunun belirlenmesinin ardından çalışmaya başlanmıştır. Çalışma on hafta sürmüştür.

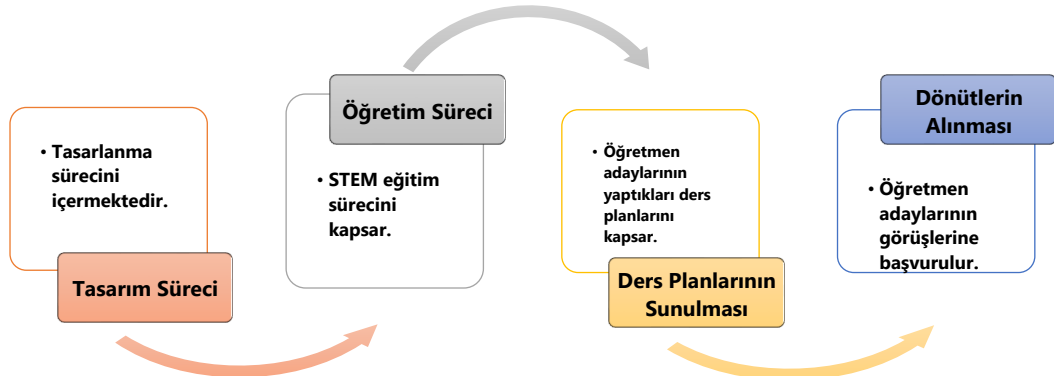


Şekil 1. Uygulama İşlem Basamakları

Eğitim Süreci

Öğretmen adaylarına uygun hazırlanmış STEM eğitim süreci

STEM eğitim süreci (1) tasarım süreci, (2) öğretim süreci, (3) Ders planlarının sunulması ve (4) dönütlerin alınması olmak üzere dört aşamalı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. STEM eğitimi sürecine ilişkin görsel Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Öğretmen Adaylarına Yönelik STEM Eğitim Süreci

Tasarım Süreci

Bu süreç, öğretmen adaylarına verilecek olan STEM eğitim sürecinin oluşturulmasını içermektedir.

Öğretim Süreci

Bu süreç, öğretmen adaylarına verilecek olan eğitimleri kapsamaktadır. Öğretim süreci (1) STEM eğitime ilişkin teorik bilgilerin öğretilmesi, (2) örnek STEM uygulamalarının gösterilmesi (3) örnek ders planı incelemesinin yapılması ve (4) ders planının hazırlanması olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

Teorik bilgilerin verilmesi: bu kapsamda öğretmen adaylarına STEM eğitime ilişkin teorik bilgiler öğretilmiştir.

Örnek STEM uygulamalarının gösterilmesi: Fen bilimleri derslerinde kullanılan örnek STEM uygulamalarının gösterilmesi gerçekleştirilmiştir. Burada amaç öğretmen adaylarının örnek STEM uygulamalarını görmelerini sağlamaktır. Bu kapsamda "Astronomi konularına ilişkin örnek STEM uygulamaları" gösterilmiştir.

Ders planı inceleme: STEM eğitime uygun ders planı incelemesi gerçekleştirilmiştir. İncelemeler ışığında bir ders planı üzerinde beyin fırtınası yapılmıştır.

Ders planı hazırlama: bu aşamada öğretmen adaylarına ders planı hazırlatılır. Bu sayede öğretmen adaylarının ders planı hazırlatmalarına olanak sağlanır.

Ders Planlarının sunulması

Bu aşamada, öğretmenler öğrendikleri bilgileri sınıflarında uygularlar. Burada amaç, öğretmenlerin öğrendikleri bilgileri pekiştirmelerini sağlamaktır.

Dönütlerin alınması

Bu aşamada öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları ders planlarına ilişkin dönütler alınmıştır.

Verilerin Analizi

Çalışma kapsamında toplanan nicel verilerin analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır. SPSS paket programı yardımı ile Shapiro- Wilk testi ve bağımlı gruplar için t-testi yöntemine başvurulmuştur. Çalışma kapsamında, Shapiro-Wilk testi, edilen dataların homojen dağılım gösterip göstermediğini anlamak amacıyla yapılmıştır. Ayrıca, çalışmada Shapiro-Wilk testinin kullanılmasının bir diğer nedeni ise çalışmaya katılan kişi sayısını 30'da az olmasıdır (Büyüköztürk, 2011). Çalışma kapsamında elde edilen dataların normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmış ve değerlerin -1 ile +1 değeri arasında olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde, nicel verilerin homojen dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen nitel verilerin analizinde ise içerik analizi yöntemine başvurulmuştur. Nitel veriler ÖAGF aracılığıyla toplanmıştır. ÖAGF uygulama öncesi ve sonrasında uygulanmıştır. Uygulamalar sonrasında öğretmen adaylarından 80 sayfalık doküman elde edilmiştir. Toplanan verilerin kodlanmasında dört süreç izlenmiştir. Bu süreçler verilerin 1) transkript hale getirilmesi, 2) kodlamanın yapılması, 3) tema ve kodların oluşturulması ve (4) yorumlanması şeklindedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Elde edilen dokümanlar araştırmacı ve bir uzman yardımıyla ayrı ayrı kodlanmıştır. Elde edilen verilerin kodlanması sonrasında araştırmacıların (birinci araştırmacı, STEM eğitimi alanında doktorasını tamamlamış bir kişi; ikinci uzman yüksek lisansını STEM eğitimi alanında yapmış bir kişi) ayrı ayrı olarak elde ettiği kodların 108 tanesinin benzer olduğu, 30 tanesinin ise benzer olmadığı anlaşılmıştır. Yapılan kodlamanın güvenilirliği [(Görüş Birliği/Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı)*100] formülü ile hesaplanmaktadır (Miles ve Huberman, 1994). Bu çalışma için ((108/138)*100) = %78,26 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değer kodlamanın güvenilir olduğunu göstermektedir. Sonrasında fikir ayrılığı olan kodlar üzerinde tartışılmış ve tartışmalar sonucunda 10 kod üzerinde fikir birliğine varılmış ve diğer kodlar ise çalışmadan çıkarılmıştır. Bunun sonucunda, ortak kodlar üzerinde fikir birliğine varılarak çalışmada kullanılan kod sayısının artması sağlanmıştır.

BULGULAR

Araştırma Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Birinci alt problem kapsamında, STEM uygulamalarının, öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu alt probleme ilişkin bulgular sırayla verilmiştir. Çalışma kapsamında ilk olarak nicel verilerin homojen dağılım gösterip göstermediğini incelemek için Shapiro-wilk testi sonuçlarına bakılmıştır. Fen öğretiminde öz-yeterlik inancı ölçeğine ilişkin Shapiro-wilk testi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Fen Öğretiminde Öz-Yeterlik İnancı Ölçeği'ne İlişkin Shapiro-Wilk Testi Sonuçları

	Test	İstatistik	sd	p
Fen öğretiminde öz yeterlik ölçeği	Ön-test	.92	19	.13
	Son-test	.94	19	.34

Tablo 1 incelendiğinde, fen öğretiminde öz-yeterlik inancı ölçeği için elde edilen ön test- son test veri setinin normal dağılım ($p > .05$) gösterdiği tespit edilmiştir. Veri setlerinin normal dağılım göstermesi veri setlerinin analizinde parametrik testlerin uygulanacağını göstermektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının ön-test son-test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-testi kullanılmıştır.

Tablo 2

Fen Öğretiminde Öz Yeterlik İnanç Ölçeğine İlişkin İçin T- Testi Sonuçları

		N	\bar{X}	ss	t	p
Fen öğretiminde öz yeterlik ölçeği	Ön test	19	77.00	7.57	2.67	.015**
	Son test		81.94	6.88		

Tablo 2 incelendiğinde, STEM uygulamalarının gerçekleştirildiği çalışma grubu öğrencilerinin Fen Öğretiminde Öz-yeterlik inancı ölçeği ön test – son test sonuçları arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir farklılık söz konusudur ($t(18) = 2.67$; $p < .05$).

İkinci ve Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

İkinci ve üçüncü alt problem kapsamında, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının pedagoji ve alan bilgisi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu alt probleme ilişkin bulgular sırayla verilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak öğretmen adaylarına “Enerji dönüşümleri hakkında neler biliyorsunuz? Açıklayınız” sorusu sorulmuştur. Bu soruya ilişkin bulgular Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3

“Enerji Dönüşümleri Hakkında Neler Biliyorsunuz? Açıklayınız” Sorusuna İlişkin Uygulama Öncesi Verilen Cevaplar

Uygulama Öncesi		
Tema	Kodlar	f
Enerji dönüşüm bilgisi	Enerjinin bir biçimden diğerine dönüşüdür	9
	Enerji yoktan var vardan yok edilemez	9
Enerji dönüşüm örnekleri	Kinetik enerjinin ısı enerjisine dönüşümü	2
	Potansiyel enerjinin elektrik enerjisine dönüşümü	2
	Jeotermal enerjinin kinetik enerjiye dönüşümü	1
	Işık enerjisinin ısı enerjisine dönüşümü	1
	Doğada gerçekleşen olayların birbirine dönüşümü	1
Yanlış/Eksik cevaplar	Dünyanın dönüşümü için gerekli olan bir olaydır	1
	Geri dönüşümlü ve geri dönüşümsüz olarak ikiye ayrılır	1
	Hücre enerji dönüşümü	1

* öğretmen adayları birden fazla cevap vermişlerdir.

Tablo 3 incelendiğinde, öğretmen adaylarının görüşleri “Enerji Dönüşüm Bilgisi”, “Enerji Dönüşüm Örnekleri” ve “Yanlış Cevaplar” ve teması olmak üzere üç farklı tema altında sunulmuştur. Öğretmen adaylarından 9 tanesi enerji dönüşümlerinin tanımını yapmıştır. Bunun yanında, öğretmen adayları enerji dönüşüm türlerine ilişkin 6 farklı örnek vermişlerdir. Ancak bazı öğretmen adaylarının enerji dönüşümleri ile ilgili yanlış/eksik bilgiye sahip oldukları ve bazılarının ise bu konuda bilgi sahibi olmadıkları uygulama öncesinde anlaşılmaktadır.

Tablo 4

“Enerji Dönüşümleri Hakkında Neler Biliyorsunuz? Açıklayınız” Sorusuna İlişkin Uygulama Sonrası Verilen Cevaplar

Uygulama Sonrası		
Tema	Kodlar	f
Enerji dönüşüm bilgisi	Energilerin birbirine dönüşümü	14
	Enerjinin korunumu yasası	9
Enerji dönüşüm örnekleri	Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümü	10

Kinetik enerjinin ısı enerjisine dönüşümü	3
Işık enerjisinin ısı enerjisine dönüşümü	3
Kinetik enerjinin elektrik enerjisine dönüşümü	3
Rüzgar enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü	2
Elektrik enerjisinin ışık enerjisine dönüşümü	1
Su dalgalarının hareketiyle elektrik enerjisi elde edilmesi	1
Güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüşümü	1
Güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü	1

*öğretmen adayları birden fazla cevap vermişlerdir.

Tablo 4 incelendiğinde, öğretmen adaylarının görüşleri uygulama sonrasında “Enerji Dönüşüm Bilgisi” ve “Enerji Dönüşüm Örnekleri” olmak üzere iki farklı tema altında sunulmuştur. Öğretmen adaylarının çoğunluğu enerji dönüşümüne ilişkin doğru tanım yaptıkları tespit edilmiştir. Bunun yanında enerji dönüşüm türlerine örnek olarak 9 farklı örnek verdikleri anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası görüşleri karşılaştırıldığında ise, uygulama sonrasında enerji dönüşümlerine ilişkin bilgilerinde bir artış olduğu ifade edilebilir. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının son görüşmelerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Enerji dönüşümleri enerjilerin birbirine dönüşümü şeklinde yorumlanır. Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye, kinetik enerjinin mekanik enerjiye dönüşmesi şeklindedir. Bir bakıma enerjinin korunumu olarak söyleyebilir. Enerji yoktan var edilemez vardan yok edilemez.

Ö3: Enerji yoktan var edilemez vardan yok edilemez. Potansiyel enerji kinetik enerjiye, kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşebilir.

Ö8: Mekanik enerji kinetik enerjiye dönüşür. Örneğin otomobillerde enerji dönüşümleri vardır.

Ö11: Var olan enerji yok edilemez yoktan da var edilemez. Enerjiler birbirine dönüşür. Örneğin ampuldeki elektrik enerjisi ısı ve ışık enerjisine dönüşür.

Ö17: Enerjinin yok olmaz ve bir enerji diğerine dönüşebilir. Örneğin kinetik enerji elektrik enerjisine dönüşür.

Araştırma kapsamında, öğretmen adaylarının fen bilimleri öğretimi programı hakkındaki görüşlerinin neler olduğu sorulmuştur. Bu soruya ilişkin bulgular Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5

“Fen Bilimleri Öğretim Programı Denilince Aklınıza Ne Gelmektedir? Açıklayınız” Sorusuna Verilen Cevaplar

Uygulama öncesi			Uygulama sonrası		
Tema	Kodlar	f	Tema	Kodlar	f
	Ders içeriği/Konu öğretimi	12		Kazandırılmak istenen amaç hedef ve kazanımlar	3
Program Bilgisi	Amaç/Hedef kazanımlarının öğretimi	2	Program Bilgisi	Ders planı	1
	Yıllık Plan	1		Yıllık plan	4
	Fen-Teknoloji-Toplum ve Çevre	1		Fen bilimleri konularının öğretilmesi	7
				Fen-Teknoloji-Toplum ve Çevre	1
			Fen okur yazarı birey yetiştirme	1	

* öğretmen adayları birden fazla cevap vermişlerdir.

Tablo 5 incelendiğinde, Öğretmen adaylarının görüşleri “Program Bilgisi” teması altında verilmiştir. Öğretmen adayları en çok program bilgisi altında fen bilimleri konularının öğretilmesi ifadesini kullandıkları anlaşılmaktadır. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının örnek görüşleri aşağıda verilmiştir.

Ö7: Fen okuryazar birey yetiştirmeyi kapsamaktadır.

Ö10: Fen bilimleri dersi kapsamında hazırlanan program kazandırılacak hedef ve kazanımlardır.

- Ö12: Bilimin doğa, insan ve çevreyle olan ilişkilerinin etkili bir şekilde ortaya konulmasıdır. Bu programda hangi konu ne zaman, nasıl anlatılacağı programlı bir şekilde açığa çıkar.
- Ö13: bir yıl boyunca öğretilecek olan fen bilimleri konularının bir plan çerçevesinde öğrencilere aktarılmasıdır.
- Ö15: Fen bilimleri dersinin daha kolay ve anlaşılır bir şekilde öğretilmesi için öğretmenlere yol haritası çizer.

Tablo 6

"Enerji Dönüşümlerini Günlük Yaşamla İlişkilendirerek Bir Model/Tasarım Oluşturabilir Misiniz?" Sorusuna Verilen Cevaplar

Uygulama öncesi		Uygulama sonrası	
Kodlar	f	Kodlar	f
Evet	12	Evet	19
Hayır	8	Hayır	1

Tablo 6 incelendiğinde, STEM eğitim uygulamaları sonrasında öğretmen adaylarının tamamına yakını günlük yaşamla ilişkilendirilerek bir model oluşturabileceklerini ifade etmiştir. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının son görüşmelerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö7: Rüzgar gülü yapabilir. Rüzgar enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü anlatılır.

Ö12: Enerji dönüşümlerine uygun bir model olarak rüzgar gülü yapılabilir.

Ö17: Mancınık materyali yaptırırım. Mancığın kullanılmasında esneklik potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür. Bu şekilde enerji dönüşümüne örnek verebilir.

Ö19: Hidroelektrik enerjisinin elektrik enerjisine dönüşmesi için hidroelektrik santrali kurulmalıdır.

Öğretmen adaylarına yöneltilen "Bir model oluştururken nelere dikkat edersiniz?" sorusuna verilen cevaplara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7

"Bir Model/Tasarım Oluştururken Nelere Dikkat Edersiniz" Sorusuna Verilen Cevaplar

Uygulama öncesi			Uygulama sonrası			
Tema	Kodlar	f	Tema	Kodlar	f	
Materyal nitelikleri	Konuya uygunluk	4	Konuya uygunluk		8	
	Ekonomiklik	3	Günlük yaşam ile bağlantılı olma		5	
	Öğrenci düzeyi	3	Ekonomiklik		3	
	Dayanıklılık	2	21. yüzyıl becerilerine uygun		2	
	Günlük yaşam ile bağlantılı olma	2	Mühendislik dizayn süreci		2	
	Hedefe uygunluk	1	Programa uygunluk		1	
	Anlaşılır	1	İhtiyaç		1	
				Öğrenci düzeyi		1
				Çevre dostu		1
				Gerçeğe yakınlık		1
			Dayanıklılık		1	

Tablo 7 incelendiğinde, uygulama öncesinden öğretmen adayları bir model tasarlarırken konuya uygunluk, ekonomiklik ve öğrenci düzeyi olmak üzere yedi farklı özelliğe dikkat ederek materyali tasarlayacaklarını ifade etmişlerdir. STEM uygulamaları sonrasında ise öğretmen adayları konuya uygunluk, günlük yaşamla bağlantılı olması ve ekonomiklik cevapları olmak üzere toplamda 11 farklı özelliğe dikkat ederek materyallerini tasarlayacaklarını ifade etmişlerdir. Uygulama öncesi ve sonrası öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde STEM uygulamaları sonrasında öğretmen adaylarının bir materyal tasarımı yaparken üzerinde durdukları özelliklerin farklılaştığı görülmektedir. Bu STEM uygulamalarının olumlu etki yaptığını göstermektedir. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö3: *Yapacağım modelde 21. Yy becerilerinin günlük yaşamla entegrasyonuna dikkat ederim. Bunun yanında modelin dayanıklı, geri dönüşüm malzemeleri ile yapılmış ve ekonomik olmasına dikkat ederim.*

Ö4: *Mancılık yaptırım. Öğrencinin hareket enerjisini kavraması için yapacağım modelin gerçeğe yakın olmasına dikkat ederim. Model gerçeğe benzer olmalı ki bilgiler kalıcı olsun.*

Ö11: *Mühendislik dizayn sürecine dikkat ederim. Günlük yaşamla bağlantılı ve 21. Yy becerilerini geliştirecek nitelikte olmasına dikkat ederim.*

Ö12: *Bir model oluştururken öğrenci düzeyine uygun olması, müfredata uygun olması ve ekonomik olmasına dikkat ederim.*

Ö13: *Dikkat edeceğim en önemli nokta yaşadığım yer ile doğrudan ilişkili ve bir probleme çözüm üretecek şekilde tasarlarım aynı zamanda maliyetinin düşük olmasına dikkat ederim.*

Öğretmen adaylarına yöneltilen "Bir ders planı hazırlayabilir misiniz?" sorusuna verilen cevaplara ilişkin frekans ve yüzde değerleri Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8

"Bir Ders Planı Hazırlayabilir Misiniz?" Sorusuna İlişkin Bulgular

Uygulama öncesi			Uygulama sonrası		
Tema	Kodlar	f	Tema	Kodlar	f
Ders planı hazırlama	Evet	13	Ders planı hazırlama	Evet	20
	Hayır	7		Hayır	0

Tablo 8 incelendiğinde, uygulama öncesine öğretmenlerin çoğunluğu ders planı hazırlayabileceğini ifade ederken STEM uygulamaları sonrasında ise öğretmen adaylarının tamamı ders planı hazırlayabileceklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 9

"Ders Planı Hazırlarken Hangi Strateji, Yöntem ve Tekniği Kullanırsınız?" Sorusuna İlişkin Bulgular

Uygulama öncesi			Uygulama sonrası		
Tema	Kodlar	f	Tema	Kodlar	f
Strateji	Sunuş yoluyla öğrenme	1	Strateji	Buluş yoluyla öğrenme	9
	Buluş yoluyla öğrenme	2		Sunuş yoluyla öğrenme	8
	Araştırma yoluyla öğrenme	1		Araştırma yoluyla öğrenme	6
Yöntem ve Teknik	Probleme dayalı öğrenme	1	Yöntem ve teknik	Deney	2
	Soru cevap	2		5E	13
ni s ce va	Pragmatist model	1		Bilgisayar destekli öğretim	2

Uygulamalı yaklaşım yöntemi	1	Tartışma	3
		Anlatım	1
		Soru cevap	2
		Altı Şapkalı Düşünme Tekniği	1
		Beyin fırtınası	1
		Benzetim	1

* öğretmen adayları birden fazla cevap vermişlerdir.

Tablo 9 incelendiğinde, uygulama öncesine öğretmen adayları üç farklı strateji ve iki farklı yöntem ile teknik kullanacaklarını ifade etmişlerdir. Ancak öğretmen adaylarının bazıları kullanacağı strateji, yöntem ve teknik ile ilgili cevap vermediği, bazılarının hangilerini kullanacaklarını bilmediklerini dile getirmişlerdir. Uygulama sonrasında ise, strateji, yöntem ve teknikleri kullanan öğretmen sayılarının artış olduğu ifade edilir.

Tablo 10

"Derslerin Değerlendirilmesinde Hangi Ölçme Değerlendirme Araçlarını Kullanırsınız?" Sorusuna Verilen Cevaplar

Uygulama öncesi			Uygulama sonrası		
Tema	Kodlar	f	Tema	Kodlar	f
Alternatif Ölçme Değerlendirme	Proje	1	Alternatif ölçme ve değerlendirme	Portfolyo	4
	Performans	1		Rubrik	5
				Akran değerlendirme	1
				Görüş alma	1
Geleneksel Ölçme Değerlendirme	Sınav (Yazılı/Sözlü)	6	Geleneksel ölçme ve değerlendirme	Yazılı	7
	Boşluk doldurma	1		Boşluk doldurma	4
				Çoktan seçmeli	5
				Doğru- yanlış	4
				Eşleştirme	1

* öğretmen adayları birden fazla cevap vermiştir.

Tablo 10 incelendiğinde, öğretmen adaylarının uygulama öncesinde alternatif ve geleneksel ölçme değerlendirme araçlarıyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları ifade edilebilir. Ancak STEM uygulamaları sonrasında ise öğretmen adaylarının ölçme değerlendirme araçlarıyla ilgili bilgilerinde bir artışın olduğu söylenebilir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmanın amacı, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz yeterlik inançları, pedagoji ve alan bilgileri üzerine etkisini tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda üç alt problem kapsamında çalışma yürütülmüştür. İlk olarak STEM uygulamalarının, öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz yeterlik inançları üzerine etkisi incelenmiştir. İnceleme sonucunda, STEM uygulamalarının

öğretmen adaylarının fen öğretimi öz-yeterlik inançları üzerine olumlu yönde etki yaptığı tespit edilmiştir. Alanyazın incelendiğinde, STEM uygulamalarının farklı yaş grubu ve farklı bağımlı değişkenler üzerine etkisinin incelendiği birçok çalışma olmasına rağmen STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının öz-yeterlikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışma yer almamaktadır. Elde edilen bu sonuç ilk olması nedeniyle diğer çalışmalar için bir temel oluşturması beklenmektedir. STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri, STEM eğitime karşı tutumları gibi birçok farklı bağımlı değişken üzerine etkisinin incelendiği pek çok çalışmaya rastlanmıştır (Çetin ve Kahyaoğlu, 2018; Timur ve İnançlı, 2018; Kızılay, 2016; Yıldırım ve Sidekli, 2018). Bunun yanında STEM eğitiminin öğretmen ve öğrencilerin algı, tutum vb. gibi farklı bağımlı değişkenler üzerine etkisinin incelendiği birçok çalışmaya da rastlanmıştır (Kim ve Choi, 2012; Kwon, Park ve Lee, 2012; Kim, Ko ve Han, 2014; Gülhan ve Şahin, 2016; Sarı, Alıcı ve Şen, 2018).

Lee ve Houseal (2003) fen bilimleri öğretmenlerin uygulamada yetersiz kalmasının sebebini alan bilgisinden kaynaklandığını dile getirmiştir. Nitekim, öğretmenlerin öz-yeterliliklerinin artırılmasında sahip oldukları alan bilgisinin önemli bir etkisi vardır (Fettahlıoğlu, Güven, Aka, Çıbık ve Aydoğdu, 2011). Bu sebepten, çalışma kapsamında STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının alan bilgileri üzerine olan etkisi ikinci alt problem kapsamında incelenmiştir. İncelemeler sonucunda, öğretmen adaylarının STEM uygulamaları öncesinde enerji dönüşümleri konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve enerji dönüşümlerini günlük yaşamla ilişkilendirerek altı farklı örnek verdikleri tespit edilmiştir. STEM uygulamaları sonucunda ise, öğretmen adaylarının enerji dönüşümü konusundaki bilgilerinde artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu sonuç, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının enerji dönüşümleri konusunda alan bilgilerini arttırmada etkili olduğu söylenebilir. Alan yazın incelendiğinde, STEM uygulamalarının fen bilimleri, matematik gibi alanlarda bireylerin alan bilgisi üzerine olumlu etki yaptığını dair çalışmalara da rastlanmaktadır (Akar, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Gülhan ve Şahin, 2018; Salman ve Parlakay, 2017; Tabaru, 2017; Yıldırım, 2016). McDonald (2016) çalışmasında, STEM eğitiminin fen bilimleri, matematik ve mühendislik bilgisi üzerine etkisinin olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde Cotabish vd. (2013) çalışmasında STEM uygulamalarının fen kavramları ve alan bilgisi üzerine olumlu etki yaptığını dile getirmiştir. Elde edilen bu sonuçların alanyazın ile örtüştüğü söylenebilir. Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar, (2017) kimya öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada FETEMM uygulamalarının öğretmen adaylarının kimya alan bilgisini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Yıldırım ve Türk (2018) çalışmasında öğretmen adaylarının fen bilimleri, matematik ve mühendislik alanlarında yeterli alan bilgisine sahip olmadıkları sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde, Eckman vd. (2016) çalışmasında STEM eğitiminin öğretilmesinde alan bilgisinin önemli bir yerinin olduğunu vurgulamıştır. Elde edilen bu çalışmaların bu çalışma ile paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, elde edilen bu sonuçlar alan bilgisinin önemli olduğunu göstermektedir. Özellikle de öğretmenlerin öz-yeterliliklerinin geliştirilmesi konusunda alan bilgisinin etkisinin olduğu söylenebilir.

Elde edilen bir diğer sonuçta ise, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının pedagoji bilgileri üzerine etkisine ilişkindir. Uygulama öncesinde öğretmen adaylarının çoğunun verdikleri cevaplar incelendiğinde, bir ders sırasında kullanacakları pedagoji bilgilerinin istenilen düzeyde olmadıkları söylenebilir. STEM uygulamaları sonrasında ise öğretmen adayların pedagoji bilgilerinde uygulama öncesine göre bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Dahası, öğretmen adayları STEM uygulamaları sonucunda, bir model oluşturabileceklerini ve bu modeli oluştururken ise birden fazla özelliğe dikkat edecekleri sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ile alanyazında elde edilen sonuçların paralellik gösterdiği söylenebilir. Hudson vd. (2015) çalışmasında STEM eğitiminin farklı yöntem ve teknikler ile birlikte kullanılmasının gerekliliği üzerinde durmuştur. McDonald (2016) çalışmasında STEM eğitiminin öğretme ve öğrenme süreçlerini desteklediği ve pedagoji bilgisinin artmasına neden olduğunu ifade etmiştir. Stohlman vd. (2012) bir öğretmenin sınıfında etkili eğitim verebilmesi için pedagoji bilgisinin önemli olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde Shulman (1986) öğretmenlerin derslerini sınıflarında etkili bir şekilde işlemelerinde pedagoji bilgisinin önemli bir yerinin olduğunu vurgulamıştır.

Çalışmanın Sınırlılıkları ve Öneriler

Çalışma kapsamında, fen öğretimi öz-yeterlilik inancı, pedagoji ve alan bilgisi bağımlı değişkenleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, STEM uygulamalarının bu bağımlı değişkenler üzerinde olumlu etki

yaptığı tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında bu değişkenlerin kullanımının da en önemli sebep bu üç değişkenin birbiriyle etkileşim içerisinde bulunmasıdır. Alan yazın incelendiğinde, öğretmenlerin alan ve pedagoji bilgisi konusunda kendilerini yeterli hissetmeleri öğretmenlerin öz-yeterliliklerini olumlu yönde geliştirmektedir (Stohlmann vd., 2012). Ayrıca öğretmenlerin alan bilgisi eksikliği pedagoji bilgisi eksikliğine de neden olacağı gibi öğrencilerin motivasyonu artırma, kavramların öğrenmesini teşvik etme konusunda da öğretmenlerin yetersizlik yaşamalarına sebep olacağını dile getirmiştir (Ma, 1999). Nadelson vd. (2013) çalışmasında, STEM alan bilgisinin STEM eğitimi güvenli bir şekilde öğretme ve öğretmenin kendisini yeterli hissetmesi arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu ifade etmiştir. Bu açıdan bakıldığında, öğretmenlerin alan ve pedagoji bilgilerinin artması öğretmenlerin öz-yeterlilik inançlarına olumlu etki yapacaktır. Kısacası, öğretmen adaylarının öz-yeterlilik inançlarının artmasında alan ve pedagoji bilgisi konusunda kendilerini yeterli hissetmelerinin önemli bir etkisinin de olduğu söylenebilir. Ayrıca, çalışma enerji dönüşümleri konusu ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında enerji dönüşümleri konusunun kullanılması çalışmanın sınırlılığını oluşturmaktadır. Başka çalışmalarda, STEM eğitiminin öğretmen adaylarının alan bilgileri üzerine etkisi incelenebilir.

KAYNAKÇA/REFERENCES

- Akar, H. (2019). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) temelli etkinliklerin 5. sınıf öğrencilerinin madde ve değişim ünitesindeki kavramları günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi: Aksaray.
- Arat, T., & Bakan, Ö. (2011). Distance education and applications. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 14(1-2), 363-374.
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816. DOI: 10.16986/HUJE.2017027115
- Balci, A. (2016). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntem teknik ve ilkeleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, N. J: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 28(2), 117-148.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: How teachers and schools can meet the challenge*. London: Routledge.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30-35.
- Bıkmaz, F. H. (2002). Fen öğretiminde öz-yeterlilik inancı ölçeği. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 1(2), 197-210.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı-istatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (15. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Deneysel desenler: Öntest-sontest kontrol grubu desen ve veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cotabish, A., Dailey, D. Robinson, A., & Hughes, G. 2013. The Effects of a STEM intervention on elementary students science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113 (5), 215-226
- Creswell, J.W. (2008). *Educational research planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River, N.J., Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Creswell, J.W., & Plano Clark, V.L. (2015). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi* (Y. Dede & S. B. Demir, Çev.). Ankara: Anı.
- Çetin, A., & Kahyaoglu, M. (2018). The Effects of STEM based activities on pre-service science teachers attitudes towards science, mathematics, engineering and technology, and 21. century skills. *Ekev Akademi Dergisi*, 22(75), 15-28.
- Eckman, E.W., Williams, M.A., & Silver-Thorn, M.B. (2016). An integrated model for STEM teacher preparation: The value of a teaching cooperative educational experience. *Journal of STEM Teacher Education*, 51(1), 71-82.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin stem temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi - Journal of Qualitative Research in Education*, 4(3), 43-67. DOI :10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m

- Fettahlioğlu, P., Güven, E., Aka, E., Çıbık, A., & Aydoğdu, M. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarının akademik başarı üzerine etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12 (3), 159-175. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/aeukefd/issue/1409/16882>
- Gay, L. R., & Airasian, P. (2000). *Educational research competencies for analysis and application (6th Edition)*. Ohio: Merrill an imprint of Prentice Hall.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Gülhan, F. ve Şahin, F., (2018). STEAM (STEM+Sanat) etkinliklerinin 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 15(3), 1675-1699.
- Hudson, P., English, L., Dawes, L., King, D., & Baker, S., (2015). Exploring links between pedagogical knowledge and practices and student out comes in STEM education for primary schools. *Australian Journal of Teacher Education*, 40 (6), 134-151
- Kızılay, E. (2016). pre-service science teachers' opinions about STEM disciplines and education. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 47, 403-417.
- Kim, G.S., & Choi, S.Y. (2012). The Effect of creative problem solving ability and scientific attitude through the science based STEAM program in the elementary gifted students. *Elementary Science Education*, 31(2), 216-226.
- Kim, D.H., Ko, D.G., & Han, M.J. (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.
- Kwon, H., Park, K. & Lee, H. (2009). Research trends on the integrative efforts in technology education: reviews of the relevant journals. *Secondary Education Research*, 57(1), 245-274.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552.
- Landivar, L. C. (2013). Disparities in STEM employment by sex, race, and hispanic origin. Retrieved from <http://www.ebony.com/wpcontent/uploads/2014/12/acs-24.pdf>
- Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Dom, M. (2011). STEM: Good jobs now and for the future. *U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration*, 3(11), 1-10. Retrieved from https://www.purdue.edu/hhs/hdfs/fii/wp-content/uploads/2015/07/s_iafis04c01.pdf
- Lee, C. A., & Houseal, A. (2003). Self-efficacy, standards, and benchmarks as factors in teaching elementary school science. *Journal of Elementary Science Education*, 15(1), 37-55. doi:10.1007/BF03174743
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- McDonald, CV., (2016). STEM education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International* 27 (4), 530-569.
- Merriam, S. B. (2015). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis (2nd edition)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168. doi:10.1080/00220671.2012.667014
- Özcan, H., & Koca, E. (2019). STEM yaklaşımı ile basınç konusu öğretiminin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve stem'e yönelik tutumlarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 44(198), 201-227.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (M. Bütün ve S. Beşirdemir, Çev.). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık
- Salman Parlakay, E. (2017). *FETEMM (STEM) uygulamalarının beşinci sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenmelerine, motivasyonlarına ve 'canlılar dünyasını gezelim ve tanıyalım' ünitesindeki akademik başarılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Sarı, U., Alici, M., & Şen, Ö. F. (2018). The Effect of STEM instruction on attitude, career perception and career interest in a problem-based learning environment and student opinion. *Electronic Journal of Science Education*, 22(1).
- Serin, M. K., & Bayraktar, Ş. (2015). Sınıf öğretmeni adaylarının denetim odağı durumlarına göre fen öğretimine yönelik yeterlik inançlarının incelenmesi. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16, 51-71.

- Silver, E.A., & Snider, R.B. (2014). Using PISA to stimulate STEM teacher professional learning in the united states: The case of mathematics. *Issues in Teacher Education*, 23(1), 11-30.
- Stohlmann, M., Tamara J.M., & Roehring, G.H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34. <http://dx.doi.org/10.5703/1288284314653>
- Stubbs, E. A. & Myers, B. E. (2016). Part of what we do: Teacher perceptions of STEM integration. *Journal of Agricultural Education*, 57(3), 87-100.
- Smith, K. L., Rayfield, J., & McKim, B. R. (2015). Effective practices in STEM integration: Describing teacher perceptions and instructional method use. *Journal of Agricultural Education*, 56(4), 182-201. doi:10.5032/jae.2015.04183
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand; knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14
- Şahin, A., & Top, N. (2015). STEM students on the stage (SOS): Promoting student voice and choice in STEM education through an interdisciplinary, standards-focus, Project based learning approach. *Journal of STEM Education*, 16(3), 24-33.
- Tabaru, G., (2017). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temelli etkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde.
- Tarkın-Çelikkıran, A. ve Aydın-Günbatır, S. (2017). Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1624-1656.
- Tılfarlıoğlu, F. Y., & Ulusoy, F. (2012). Teachers' self-efficacy and classroom management skills in efl classrooms. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-57.
- Timur, B., & İnançlı, E. (2018). Fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşleri. *International Journal of Science and Education*, 1(1), 48-66.
- TÜSIAD. (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi*. Retrieved from <https://www.tusiadstem.org/images/raporlar>
- World Economic Forum. (2017). *What are the 21st-century skills every student needs?*. Retrieved form <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students/>
- Wang, H.H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M.S. (2011). STEM Integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2). <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Yıldırım, B. (2016). *7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*. Doktora tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara
- Yıldırım, B. (2017). Fen eğitiminde STEM. (Pinar Demerci, M. Ed.), *Fen Bilimleri Öğretimi*. Ankara: Pegem.
- Yıldırım, B., & Şahin-Topalcengiz, E. (2019). STEM pedagogical content knowledge scale (STEMPCK): A validity and reliability study. *Journal of STEM Teacher Education*, 53(2). DOI: <https://doi.org/10.30707/JSTE53.2Yildirim>
- Yıldırım, B., & Sidekli, S. (2018). STEM applications in mathematics education: the effect of STEM applications on different dependent variables. *Journal of Baltic Science Education*, 17(2), 200-214.
- Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Opinions of middle school science and mathematics teachers on STEM education. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*. 10(1), 70-78.
- Yılmaz, H., Yiğit-Koyunkaya, M., Güler, F., & Güzey, S. (2017). Turkish adaptation of the attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education scale. *Kastamonu Education Journal*, 25(5), 1787-1800.

İletişim/Correspondence

Özge Arslan
ozgearsan0202@gmail.com
Doç. Dr. Bekir Yıldırım
bekir58bekir@gmail.com