

HAYEF: Journal of Education

ARAŞTIRMA MAKALESİ RESEARCH ARTICLE

Kimya Odaklı Çevrimiçi Tasarım Temelli STEM Eğitiminin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Farkındalıklarına Etkisi

Emine ŞAHİN-TOPALCENGİZ^{1,2}, Burçin ACAR-ŞEŞEN³¹Eğitim Programları ve Öğretim Bölümü, STEM Eğitimi, Peabody Hall Arkansas Üniversitesi, Fayetteville, ABD²Muş Alparslan Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Eğitim Fakültesi, Muş, Türkiye³İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi (HAYEF), Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye

Öz

Bu çalışmanın amacı kimya odaklı çevrimiçi tasarım temelli bütünlük STEM öğretmen eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisini incelemektir. Bu çalışmada adayların STEM farkındalıklarının değişimini belirlemek amacıyla tek gruplu ön test-son test yarı deneysel zayıf desen kullanılmıştır. Çalışma kapsamında adaylara on dört haftalık çevrimiçi kimya temalı tasarım temelli bir STEM eğitimi verilmiştir. Eğitim kapsamında adaylar STEM ile ilgili teorik bilgileri öğrendikten sonra iki modül tamamlamışlardır. Ayrıca adaylar eğitim başında, teorik eğitim sonunda ve uygulamaların bitiminde kimya kavramlarını temel alan STEM ders planları hazırlamışlardır. Çalışmanın araştırma grubunu, 2020–2021 bahar yarıyılında Marmara bölgesinde bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan, ilköğretimde Kimya Öğretimi seçmeli dersine kayıtlı dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adayları (17 kişi) oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak FeTeMM Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, çevrimiçi kimya odaklı tasarım temelli bütünlük STEM öğretmen eğitiminin adayların STEM farkındalıklarını anlamlı düzeyde geliştirdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara dayanarak hizmet öncesi eğitimlerde tasarım temelli kimya temalı çevrimiçi STEM eğitimlerine yer verilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevrimiçi STEM eğitimi, STEM farkındalık, tasarım temelli öğrenme, fen bilimleri öğretmen adayları, kimya eğitimi

The Effects of Chemistry-Themed Online Design-Based STEM Education on Preservice Science Teachers' STEM Awareness

Abstract

The study investigated the impact of Chemistry-Focused Online Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) teacher education on the awareness of STEM among preservice science teachers. A one-group pretest–posttest quasi-experimental weak design was used to determine changes in preservice teachers' STEM awareness. During the study, a 14-week Chemistry-Focused Online STEM course was provided to preservice science teachers. As part of this course, the theoretical background of STEM were explained to students, and two modules were completed by them. Furthermore, preservice teachers also developed their own chemistry-themed STEM lesson plans at the beginning of the course, after receiving theoretical knowledge about STEM, and at the end of the course. The study group consisted of 17 senior preservice science teachers enrolled in the elective Teaching Chemistry in Elementary Education at a state university in the Marmara region during the spring semester of 2020–2021. The data were collected with the STEM Awareness Scale. The results revealed that chemistry-focused online STEM education improves preservice science teachers' STEM awareness. Based on these results, suggestions are made for introducing design-based online STEM training into teacher education programs.

Keywords: Chemistry education, design-based learning, online STEM education, preservice science teacher, STEM awareness

Giriş

Günümüz dünyasında bireylerin fen bilimleri, matematik, ekonomi, coğrafya gibi farklı alanlarda bilgi sahibi olmalarının yanında eleştirel düşünebilmeleri, bilişim teknolojilerini iyi kullanmaları, farklı kültürlerden kişiler ile uyumlu bir şekilde çalışabilmeleri, yaratıcı ve yenilikçilere açık olmaları beklenmektedir. Fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (mathematics) kelimelerinin baş harflerinden oluşan STEM (Türkçesi “FeTeMM”) eğitimi değişen bu isteklere cevap vermek amacıyla son yıllarda sıkça kullanılmakta olan

yaklaşımlardan biridir. STEM eğitimi öğrencilere gündelik yaşam problemlerini çözerken, eğlenceli ve motive eden bir öğrenme ortamı sunmakta; öğrencilerin fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi disiplinleri bir arada kullanmalarını da sağlayarak problem çözme, iş birliği gibi farklı 21.yüzyıl becerilerinin gelişmesine olanak sağlamaktadır (Wang ve ark., 2011). STEM eğitimi ile öğrenciler öğrenme ortamlarında STEM uzmanları gibi çalışmayı deneyimlediklerinden bu alanlara ait hissetmekte, deneyimledikleri meslek dallarıyla ilgili kimlik oluştururken, STEM alanlarına olan ilgileri artmaktadır (Aschbacher ve ark., 2010). STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanmasında STEM

Corresponding Author: Emine ŞAHİN-TOPALCENGİZ, E-mail: eminet@uark.edu or eminesahin59@gmail.com

Cite this article as: Şahin-Topalcengiz, E., & Acar Şeşen, B. (2024). Kimya odaklı çevrimiçi tasarım temelli STEM eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisi. *HAYEF: Journal of Education*, 21(3), 258-265.

Bu çalışma birinci yazarın doktora tezi kapsamında üretilmiştir.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License
Available online at <https://hayefjournal.org>

eğitimiyle ilgili bilgi, beceri ve yeterlikleri kazanmış olan öğretmenlerin rolü önemlidir (Dare ve ark., 2018; Fischer ve ark., 2018). Bu sebeple öğretmenlerin hizmetiçi eğitimler sırasında, geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının ise lisans eğitiminden başlamak üzere STEM disiplinlerinin entegrasyonu, STEM eğitiminde kullanılan yaklaşımlar, STEM'in doğası gibi farklı konularla ilgili bilgi, beceri ve deneyimlere sahip olmaları gerekmektedir (Dare ve ark., 2018). Yeni bir yaklaşım olan STEM eğitimi ile ilgili öğretmenler kendilerini yeterli bilgi, beceri ve deneyim sahibi görmediklerinden, sınıflarında süregelen ve hâkim oldukları eğitim yaklaşımlarını, yöntem ve tekniklerini kullanmaya yatkınlık göstermektedirler (El-Deghaidy ve ark., 2017). Bu faktör göz önüne alındığında STEM uygulamalarının yaygınlaştırılması için öğretmenlerin ve geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının hazır hale getirilmesi önem arz etmektedir. Yapılan araştırmalarda öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına dair yetkinlik algılarının ve farkındalıklarının hizmet öncesi STEM eğitimler öncesinde düşük olduğu vurgulanmaktadır (Arslanhan & İnaltekin, 2020; Şahiner & Koyunlu Ünlü, 2022). Ancak hizmet öncesi STEM eğitimleri sayesinde adayların STEM farkındalıkları artmakta, bu durum uygulamalarda olumlu değişikliği de beraberinde getirmektedir (Arslanhan & İnaltekin, 2020; Gökbayrak & Karışan, 2017). Öğretmenlerin ve geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının STEM kullanma becerileri istenilen düzeyde olmadığından (Marginson ve ark., 2013) mühendislik, mühendisliğin doğası, STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine yönelik deneyim ve tecrübe kazanacakları hizmetiçi ve hizmetöncesi öğrenme ortamlarının hazırlanması önem arz etmektedir (Akaygun & Aslan-Tutak, 2016; Dare ve ark., 2018, 2019; Radloff & Guzey, 2016; Yazar, 2022; Vossen ve ark., 2020).

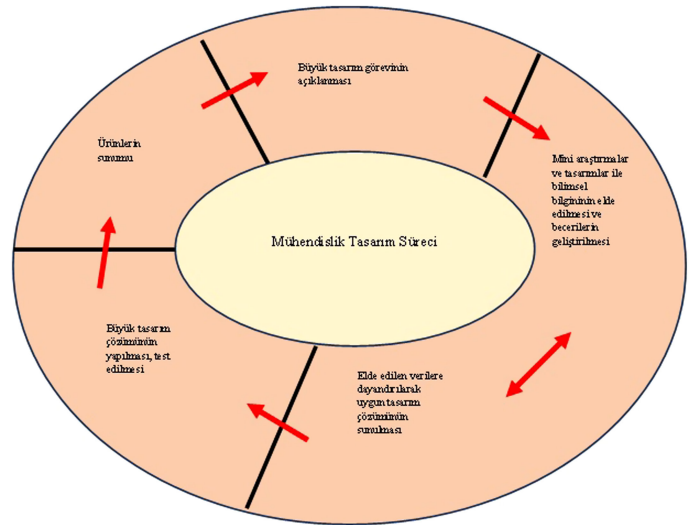
STEM eğitiminde problem tabanlı, proje tabanlı, tasarım temelli öğrenme gibi farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır (Capraro ve ark., 2013; Hynes ve ark., 2011). Bu yaklaşımlardan tasarım temelli öğrenme de tasarım boyutu ön plana çıkmaktadır. Bu yaklaşım mühendislik disiplinine fen bilimleri, matematik ve teknoloji alanlarının entegrasyonuna olanak sağlamaktadır (Gómez Puente ve ark., 2011). Mühendislik disiplinleri arası yapıda olduğundan mühendisler gerçek hayattan bir problemi çözerken fen bilimleri, teknoloji ve matematik ile ilgili bilgi ve becerilerini kullanmaktadır (Lachapelle & Cunningham, 2014). Bu yaklaşımla öğrenenler mühendis gibi çalışırken farklı mühendislik kollarını ve çalışma prensiplerini tanımakta, fen bilimleri, matematik gibi disiplinlerdeki kavramları öğrenmekte, işe koymakta ve bu sürecin sonunda STEM alanlarına olan ilgileri artmaktadır (Mehalik ve ark., 2008; Sadler ve ark., 2000). Ayrıca tasarım temelli öğrenme ile mühendislik tasarım süreci ve mühendislik gibi kavramlarda öğretilmektedir (Mehalik ve ark., 2008). Öğrenciler bu yaklaşımı uygularken hayal güçlerini ve problem çözme becerilerini kullanmakta, iş birliği içinde çalışarak 21. yy. becerilerini geliştirmektedirler (Chandrasekaran ve ark., 2015). Bu yönleri ile tasarım temelli öğrenme diğer yaklaşımlardan bir adım öne çıkmaktadır. Bu sebeple bu çalışma tasarım temelli öğrenme esas alınarak tasarlanmıştır.

Tasarım temelli öğrenme alan yazında Tasarımla Öğrenme (Learning by Design) olarak önerilmiştir (Kolodner ve ark., 2023) ve temelleri vaka temelli öğrenme ile probleme dayalı öğrenmeye dayanmaktadır (Gómez Puente ve ark., 2013; Kolodner, 2002; Yazar, 2022). Tasarım temelli öğrenmede öğrenciler problemi çözmek için bilimsel bilgiyi araştırma sorgulama yoluyla gruplar halinde edinirler. Tasarım temelli öğrenme öğrenci merkezli olduğundan fen kavramları mühendislik tasarım süreci ile öğretilir ve öğrenenlerin bir ürün tasarlamasıyla, tasarım tecrübesi kazanmalarına odaklanılır (Chandrasekaran ve ark., 2015; Gómez Puente ve ark., 2013; Kolodner ve ark., 2003). Tasarım temelli öğrenme ile fen kavramlarının öğretilmesine yönelik alan yazında farklı modeller önerilmektedir (Fortus ve ark., 2005; Frey & Powers, 2012; Kolodner ve ark., 2014; Wendell ve ark., 2010). Bu modellerden Wendell ve arkadaşlarının önerdiği modelde (2010)

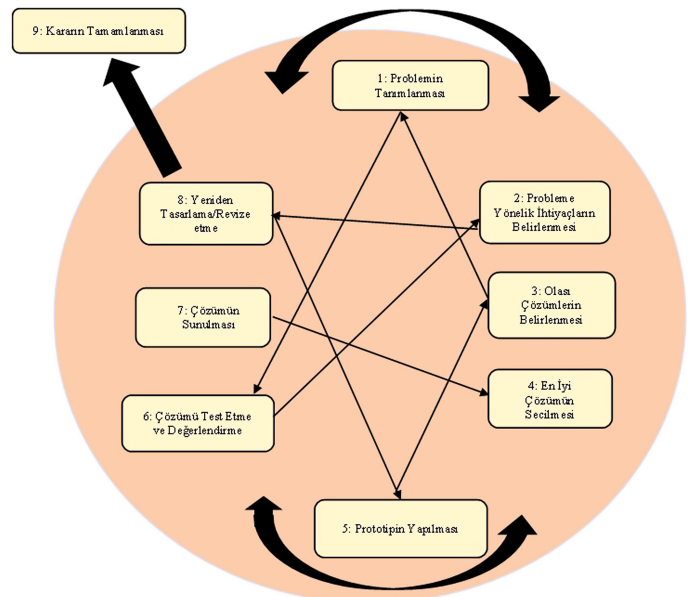
mühendislik tasarım süreci merkezde yer alırken etrafında ise derse uyarlanmasını içeren süreç yer almaktadır (Şekil 1). Bu modelde öğrencilere bir tasarımın nasıl yapıldığını öğretilirken, fen kavramları da çevresindeki döngü takip edilerek öğretilmektedir (Ercan, 2014; Wendell ve ark., 2010).

Tasarım temelli öğrenmede mühendislik tasarım süreci uygulanırken farklı mühendislik tasarım süreci basamakları takip edilmektedir. Ancak yaygın olarak kullanılan basamaklar şunlardır: (1) Problemin tanımlanması (2) Olası çözümlerin geliştirilmesi (3) Çözümlerin değerlendirilmesi (4) Çözümlerin iyileştirilmesi, test edilmesi ve değerlendirilmesi (5) İletişim (Brunsell, 2012). Hynes ve arkadaşları (2011) lise düzeyi ve üzerindeki öğrenenler için dokuz basamaklı bir döngü önermişlerdir (Şekil 2).

Hynes ve arkadaşları (2011) tarafından önerilen bu döngü öğrenenlerin problem durumunu ve problemin çözümü için gerekli öğeleri belirlemeleri ile başlamaktadır. Öğrenciler problem durumunu belirledikten sonra, problem çözümüne yönelik olarak yapacakları



Şekil 1. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi (Wendell ve ark., 2010).



Şekil 2. Mühendislik Tasarım Süreci (Hynes ve ark., 2011).

tasarım için neler bildiklerini ve neler öğrenmeleri gerektiğini tespit ederler, buna yönelik araştırmalar yaparlar. Tasarım problemine yönelik beyin fırtınası yaparlar ve farklı çözüm yolları önerirler. Bu çözüm yollarından en uygun olanı belirlerken problem durumunda verilen kriter ve sınırlıkları göz önünde bulundurarak analiz ederler, karar verirler. Prototip yapım aşamasında ise modellerini yaparlar. Oluşturdukları prototiplerini tıpkı gerçek hayatta mühendislerin çözümlerini test etmesi gibi test ederek, çözümlerinin başarılı ve zayıf yönlerini belirlerler. Bu aşamadan sonra prototiplerini, test etme ve değerlendirme aşamasında elde ettikleri veri değerlendirmelerini arkadaşlarına sunarlar. Geri bildirimler doğrultusunda prototiplerini değerlendirerek iyileştirmeler yaparlar. Son aşamada öğrenciler prototiplerinin problem çözümü için en uygun çözüm olup olmadığına karar verirler. Bu döngüde yer alan oklar mühendislik tasarım süreci basamaklarının doğrusal olmadığını, her aşamanın bağlı olduğu diğer basamağa işaret etmektedir. Alan yazında öğretmenlerin ve geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci ile amaçlananları, bu döngü ile ürün veya süreç oluşumunu anlamalarının gerekliliğine dikkat çekilmiştir (Cunningham & William, 2014). Bu sebeple mühendislik tasarım sürecini detaylı bir şekilde deneyimlemeye ve anlamaya imkân veren Hynes ve arkadaşlarının (2011) bu modelinin çalışma için uygun olduğuna karar verilmiştir ve çalışmada kullanılmıştır.

Diğer taraftan STEM hizmetiçi ve hizmetöncesi eğitimleri ve etkilerini konu alan araştırmalar incelendiğinde konu alanı olarak daha çok somut kavramların yer aldığı fizik konularının seçildiği belirlenmiştir (Arslanhan & İnaltekin, 2020; Capobianco ve ark., 2022; Cavlazoglu & Stuessy, 2017; Christian ve ark., 2021; Lesseig ve ark., 2016). Kimya ve alt disiplinleriyle ilgili dersler STEM alanlarında kariyer yapmak isteyen öğrenciler tarafından alınması gereken derslerdendir. Buna rağmen gerek üniversite düzeyinde gerek lise ve ilköğretim düzeyinde (fen bilimleri derslerinde kimya kavramları öğretilmektedir) kimya derslerini alan öğrenciler kimya kavramlarını beş duyu organıyla algılayamadığından, kimya derslerini zor ve sıkıcı olarak nitelendirmektedirler (Eilks & Hofstein, 2015). Kimya kavramları geleneksel yöntemler ile öğretilirken kimyada yer alan konu ve kavramlara ayrı ayrı odaklanılmaktadır, genel ana fikirlere (core ideas) ve kesişen kavramlara (cross-cutting concepts) odaklanılmamaktadır ya da çok az vurgu yapılmaktadır (McGill ve ark., 2019). Kimya kavramları öğretilirken genellikle öğrencilerin pasif olduğu yöntem ve teknikler kullanıldığından öğrenciler kimya kavramlarını ezberleme yoluna gitmektedirler (Martinez ve ark., 2021; McGill ve ark., 2019). Bu sebeple öğrenciler kimya kavramlarını kimyanın alt disiplinleri, diğer disiplinler ve gündelik hayatla ilişkilendirmekte zorlanmaktadır (De Jong & Taber, 2014). Örneğin termodinamik konusu üniversite düzeyinde Genel Kimya dersi kapsamında öğretilmektedir. Ancak canlılarda gerçekleşen birçok biyokimyasal reaksiyonda termodinamik kurallarına uygun olarak gerçekleşmektedir (Martinez ve ark., 2021). Genel kimya dersini almış öğrencilerden hücreler arasında görülen osmoz olayını entropi ile ilişkilendirerek açıklamaları istendiğinde çoğu öğrenci ilişkilendirmekte zorlanmıştır ya da hiç ilişkilendirememiştir (Martinez ve ark., 2021). Bu durum kimya kavramlarının farklı disiplinler ve alt kimya disiplinleri ile ilişkilendirilerek öğretilmesinin önemini ortaya koymaktadır (De Jong & Taber, 2014; Karpudewan & Huri, 2023; McGill ve ark., 2019). Örneğin, elektrokimya prensipleri insan sağlığı için güvenli, daha az doğayı kirletici özelliği olan bataryaların imalatında ve üretiminde kullanılmaktadır (Karpudewan & Huri, 2023). Bu prensipleri disiplinler arası yaklaşımla gündelik hayat problemini çözerken öğrenen öğrenciler ürün imalatında elektrokimya prensiplerini, matematik bilgilerini kullanarak ürün tasarlamaktadırlar (Karpudewan & Huri, 2023). Kimya kavramlarının farklı disiplinlerle ilişkilendirilerek öğretildiği öğrenme ortamlarında öğrenciler farklı disiplinlerden bilgi ve becerilerin ne zaman kullanılacağını da deneyimlemektedirler (Hardy ve ark., 2021). Ayrıca Birleşmiş Milletler'in belirlediği

Sürdürülebilir Kalkınma 2030 Hedefleri (Sustainable Development Goals) doğrultusunda da kimya disiplininin diğer disiplinlerle birlikte güncel sorunların çözümünde kullanılması gerekmektedir (Hardy ve ark., 2021). Örneğin Sürdürülebilir Kalkınma 2030 Hedefleri doğrultusunda belirlenen "Herkes için su ve kanalizasyon hizmetlerinin ulaşılabilirliği ve sürdürülebilirliği" hedefi doğrultusunda çevre dostu, ekonomik su filtrasyon yöntemlerinin geliştirilmesi amaçlanmakta ve farklı yerlerde kullanılmak istenmektedir (Hardy ve ark., 2021). Bu filtrasyon yöntemlerinin geliştirilmesinde kimya disiplininin kullanımı gerekmektedir (Hardy ve ark., 2021). Kimyanın diğer disiplinlerle birlikte bölgesel, ulusal ve uluslararası sorunları çözmek için kullanımı kimya eğitimi şeklinde değişikliği de zorunlu kılmaktadır (Hardy ve ark., 2021). Bu sebeple kimya kavramlarının öğretiminde STEM gibi yenilikçi yaklaşımlar kullanılmalıdır. Alan yazında STEM ile kimya kavramlarının öğretimini konu alan çalışmalar incelendiğinde öğretmen eğitiminde bu çalışmaların oldukça sınırlı olduğu dikkat çekmektedir (Aydın-Gunbatar ve ark., 2022; Aydın-Gunbatar ve ark., 2020; Baydere ve ark., 2020; Coskun Karabulut ve ark., 2023; Dare ve ark., 2018). Bu sebeple bu çalışma da kimya kavramları temel alınarak iki adet hizmet öncesi çevrimiçi bütünlük STEM eğitim modülü hazırlanmıştır. Yüz yüze gerçekleştirilen STEM eğitimlerinde zaman, malzeme sınırlılıkları, öğrenci yetkinliklerinin sağlanamaması gibi sebeplerden dolayı da çevrimiçi STEM eğitim yapılması uygun görülmüştür (Chen ve ark., 2018; Eroğlu & Bektaş, 2016).

Çevrimiçi STEM eğitimleri eş zamanlı ve eş zamansız olacak şekilde gerçekleştirilmektedir. Çevrimiçi STEM eğitimlerinde öğrencilerin aktif olarak öğrenme sürecinde yer almalarını sağlayacak yaklaşımlar tercih edilerek, gündelik hayatla ilişkilendirilmiş STEM eğitimleri dijital araçlar ile desteklenmektedir (Barril, 2018; Chen ve ark., 2018). Çevrimiçi STEM derslerinde öğrenmeyi destekleyecek video, simülasyon gibi öğrenme kaynakları kullanılırken, öğrencilerin değerlendirilmesi de farklı yöntemler kullanılarak düzenli olarak yapılmaktadır (Chen ve ark., 2018; Dipietro ve ark., 2008). Çevrimiçi STEM derslerinde öğrencilerin akranları ve öğretmen ile etkileşimde bulunmalarını sağlamak amacıyla yüz yüze ve çevrimiçi iletişim yolları (örneğin Zoom, tartışma forumları gibi) kullanılmaktadır (Chen ve ark., 2018; Mostacedo-Marasovic ve ark., 2022). Çevrimiçi STEM eğitimleri öğrencilerin farklı yerlerden STEM eğitimlerine katılmasına olanak sağlarken fırsat eşitliği de sağlamaktadır (Delen, 2021; Simonson ve ark., 2015). Çevrimiçi STEM eğitimlerinin bu avantajları düşünüldüğünde öğretmen adaylarına yönelik çevrimiçi STEM eğitim fırsatlarının sunulması da önem arz etmektedir. Bu sebeple bu çalışmada gündelik hayat problemlerine dayandırılarak öğretmen adaylarının öğrenme sürecinde aktif olarak yer alacakları tasarım temelli kimya odaklı çevrimiçi STEM eğitimi geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu eğitim ile fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının değişimi incelenmiştir.

Yöntem

İlköğretimde Kimya Öğretimi seçmeli dersinde dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının kimya odaklı bütünlük STEM öğretmen eğitimi ile değişimini belirlemek amacıyla tek gruplu ön test-son test yarı deneysel zayıf desen kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2007). Tek gruplu ön test-son test deneysel desende bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi tek bir grup üzerinden araştırılmaktadır (Creswell, 2012). Tek gruplu ön test-son test deneysel desen alan yazında zayıf bir desen olarak kabul edilmesine rağmen, bir eğitim programı, müfredatının geliştirilip ve uygulandığı zamanlarda sıkça kullanılmaktadır (Creswell, 2012). Bu sebeple bu çalışmada da tasarlanan çevrimiçi kimya odaklı bütünlük STEM öğretmen eğitiminin öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisi araştırıldığından tek gruplu ön test-son test deneysel desen kullanılmıştır.

Katılımcılar

Araştırmanın çalışma grubu Marmara Bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenimine devam etmekte olan 17 fen bilimleri öğretmen adayı (4 erkek ve 13 kadın) oluşturmaktadır. Çalışmanın bu katılımcılar ile gerçekleştirilmesinin nedeni adayların uygulama öncesinde STEM öğretmen eğitimine temel oluşturan alan dersleri (genel fizik, genel kimya, genel biyoloji gibi), pedagoji dersleri (öğretim ilke ve yöntemleri, fen öğrenme ve öğretim yaklaşımları, fen öğretim programları gibi) ve genel kültür dersleri (yabancı dil, bilgisayar gibi) hakkında bilgi sahibi olmalarıdır. Öğretmen adaylarının yaşları %23,5'i (n=4) 21 yaşında olanlardan, %35,3'ü (n=6) 22 yaşında olanlardan, %29,4'ü (n=5) 23 yaşında olanlardan, %5,9'u (n=1) 24 yaşında olanlardan ve %5,9'u (n=1) 32 yaşında olanlardan oluşmaktadır. Araştırma için gerekli izinlerden etik kurul onayı (Onay No: E-74555795-050.01.04-29654) İstanbul Ünive rsitesi-Cerrahpaşa, Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı'ndan ve uygulama izni ilgili (Onay No: E-44949735-604 .01.02-45241) Eğitim Fakültesi Dekanlığı'ndan alınmıştır. Çalışmanın katılımcıları uygun örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Bu yöntemin seçilme nedeni zaman, para, iş gücü gibi sınırlılıklar nedeniyle bu örneklem grubuna kolay ulaşılabilmesi ve uygulama yapılabilmesine olanak vermesindedir (Büyüköztürk ve ark., 2014). Çalışma öncesinde katılımcılar araştırma ile ilgili bilgilendirilmiştir ve gönüllü onam formu alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının çevrimiçi kimya odaklı bütünlük STEM öğretmen eğitimi ile STEM farkındalıklarının değişimini belirlemek amacıyla FeTeMM Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. STEM Farkındalık Ölçeği ilgili araştırmacıdan izin alındıktan sonra öğretmen adaylarına ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır.

FeTeMM Farkındalık Ölçeği

Bu ölçek, Çevik (2017) tarafından FeTeMM Farkındalık Ölçeği (SFÖ) adıyla üç boyuttan (öğrenciye yönelik etkisi, derse yönelik etkisi, öğretmene yönelik etkisi) oluşacak şekilde geliştirilmiştir. Ölçek dört olumsuz ve on bir olumlu maddeden oluşmaktadır ve 5'li Likert tipi bir ölçektir (1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kararsızım, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum). Ölçeğin genel Cronbach's alpha güvenilirlik katsayısını .82 olarak ve alt boyutları için ise .81 (öğrenciye yönelik etkisi), .71 (derse yönelik etkisi), ve .70 (öğretmene yönelik etkisi) olarak bulunmuştur. Orijinal ölçek orta-öğretim öğretmenlerine yönelik hazırlanmıştır. Ancak araştırmacılar tarafından fen bilimleri öğretmen adaylarıyla da kullanılacağı yönünde karar verilmiştir. Ölçeğin kapsam geçerliliğinin sağlanması amacıyla ölçek STEM alanında araştırmalar yapan iki uzmana ve fen eğitimi alanında çalışmalar yapan bir uzmana gönderilerek yazılı görüşleri alınmıştır. Uzmanlar ölçek maddelerinin fen bilimleri öğretmen adaylarına uygunluğu yönünde görüş bildirmişlerdir.

Çalışmanın Tasarımı

Çalışma, 2020-2021 bahar yarıyılında araştırmacılar tarafından yürütülen İlköğretimde Kimya Öğretimi seçmeli dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma 14 hafta boyunca eşzamanlı (Zoom) ve eşzamanlı olarak farklı bilişim ve iletişim teknolojileri araçları (örneğin Padlet, Youtube, Zoom, Google Classroom gibi) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dersin işleniş süreci Tablo 1'de verilmiştir:

Dersin ilk haftasında ders izlencesi hakkında öğretmen adayları bilgilendirilmiştir ve ön test uygulaması gerçekleştirilmiştir. İkinci haftasında STEM'in tanımı, STEM'in tarihsel gelişimi, STEM okur yazarlığı, 21.yy. becerileri ve Fen Bilimleri programında STEM konuları incelenmiştir. Üçüncü hafta mühendislik, mühendislik tasarım süreci ve modelleri tanıtılmıştır. Dördüncü ve beşinci haftada STEM eğitiminde kullanılan farklı yaklaşım, yöntem ve teknikler tanıtılmıştır ve örnek uygulamalar incelenmiştir. Altıncı haftada tasarım temelli

Tablo 1.

Tasarım Temelli Çevrimiçi STEM Eğitimi süreci

Haftalar	Dersin Konusu
1	Dersin tanıtımı, ön-test uygulaması
2	STEM tanımı, STEM'in tarihsel gelişimi, STEM okur yazarlığı, 21. yy. becerileri, Fen bilimleri programında STEM.
3	Mühendislik, mühendislik tasarım süreci ve modelleri
4	STEM eğitiminde kullanılan farklı yaklaşım, yöntem ve teknikler (Proje tabanlı STEM, Problem Tabanlı STEM, STEM SOS, 5E Öğrenme Modeli) ve örnekleri
5	STEM eğitiminde kullanılan farklı yaklaşım, yöntem ve teknikler (Bağlam Temelli Öğrenmeyle STEM, Tam Öğrenmeyle STEM) ve örnekleri, STEM disiplinlerinin entegrasyonuna yönelik yaklaşımlar
6	Tasarım Temelli STEM, STEM'de ölçme ve değerlendirme; Büyük Tasarım Görevi 1 (Kızılırmak Suyu için Su Filtresi Tasarlıyorum)'in verilmesi
7	Ara sınavlar
8	Ara sınavlar Mini tasarım görevi 1 (Su Havzalarının Su Kalitelerinin Belirlenmesi)'in verilmesi
9	Mini tasarım görevi 1 ile ilgili tartışmalar, Mini Tasarım Görevi 2 (Kızılırmak Deltasının Su Ayak İzini Belirliyoruz)'nin ve büyük tasarım görevinin (Kızılırmak Suyu için Su Filtresi Tasarlıyorum) verilmesi
10	Mini Tasarım Görevi 2'yle ve Büyük Tasarım Göreviyle ilgili tartışmalar ve öğretmen adaylarının çalışmalarından örnekler; Büyük tasarım görevinin tamamlanması
11	Büyük tasarım görevinin çözümüne yönelik tartışmalar; Mini Tasarım Görevi 1 (Dişlerin Yapısı ve Diş Sağlığı) ile ilgili tartışmalar; Mini Tasarım Görevi 2'nin verilmesi
12	Mini Tasarım Görevi 2 (Asitli İçeceklerin Diş Sağlığına Etkisini Keşfediyoruz) ile ilgili tartışmalar; adayların kontrollü deneylerinden örnekler gösterilmesi
13	Büyük tasarım göreviyle ilgili tartışmalar ve görevin tamamlanması; Öğretmen adaylarının tasarımlarından örneklerin sunulması
14	Son test uygulaması

STEM, STEM'de ölçme ve değerlendirme konuları hakkında bilgi verilmiştir. Sekizinci haftada adaylar ile Tasarım Temelli Çevrimiçi STEM öğretmen eğitimi için tasarlanan modüllerin uygulanmasına geçilmiştir. Tasarım Temelli Çevrimiçi STEM eğitimi için iki modül (Su Filtresi Tasarlama ve Diş Macunu Tasarlıyorum) geliştirilmiştir. Su Filtresi Tasarlama modülü iki mini tasarım görevi (Su Havzalarının Su Kalitelerinin Belirlenmesi ve Kızılırmak Deltasının Su Ayak İzini Belirliyoruz) ve bir büyük tasarım (Kızılırmak Suyu için Su Filtresi Tasarlıyorum) görevinden oluşmaktadır. Diş Macunu Tasarlıyorum Modülü'nün içeriğinde ise iki mini tasarım görevi (Dişlerin Yapısı ve Diş Sağlığı, Asitli İçeceklerin Diş Sağlığına Etkisini Keşfediyoruz) ve bir büyük tasarım görevi (Diş Macunu Üretme) bulunmaktadır. Dokuzuncu haftada ders öncesinde adaylara öncelikle Su Filtresi Tasarlama modülü kapsamında tasarlanan büyük tasarım görevindeki problem durumu verilmiştir. Adaylardan problem durumunu çözmek için kullanacakları kavramlarla ilgili bilgileri belirlemeleri istenmiştir. Ayrıca adaylara ilk tasarım görevinde, Su Havzalarının Su Kalitelerinin Belirlenmesi, verilmiştir. Adaylar bu görevlerini ders öncesinde tamamlamışlardır. Birinci tasarım görevi ve problem durumunun belirlenmesine yönelik verilen çalışma kağıtlarını da ders izlencesinde belirlenen teslim tarihinde Google Classroom'da bulunan ilgili ödev başlığı altında ders veren öğretim elemanı ve üyesi ile paylaşmışlardır. Adayların çalışma kağıtları her tasarım görevi sonrasında öğretim elemanı ve üyesi tarafından incelenmiştir ve geri bildirimlerde bulunulmuştur. Zoom üzerinden gerçekleştirilen eşzamanlı derste ise adaylar ile problem durumu ve birinci mini tasarım göreviyle ilgili tartışmalar yürütülmüştür. Ders esnasında adaylara "Nevşehir Hacı Bektaş Veli

Üniversitesi Çevre Mühendisliği sizden ne talep etmektedir?” “Su filtresi tasarlarlarken hangi bilimsel kavramları bilmeniz gerekiyor?” gibi farklı sorular yönelterek öğretmen adaylarının büyük tasarım problemini çözmek için bilmeleri gereken kavramlar üzerine düşüncelerini sağlamıştır. Ayrıca adaylara “Akarsu havzası nedir?” “Su kaynaklarını hangi amaçlarla kullanıyoruz?” “Akarsu havzalarında suyun kalitesini ne belirler?” “Akarsu havzalarının suyu neden kirlenir?” “Atık su nedir?” “Atık sular içme ve kullanıma uygun su haline getirilebilir mi?” “Akarsuların su kalitesi farklı faaliyetler (örneğin, tarım ve hayvancılık, sanayi, rekreasyonel faaliyetler gibi) nasıl etkiler?” gibi sorular yöneltilerek suyun pH, sıcaklık gibi farklı karakteristik özelliklerinin değişimiyle ilgili tartışmaları sağlanmıştır. Onuncu haftada adaylar “Kızılırmak Deltasının Su Ayak İzini Belirliyoruz” mini tasarım görevini ve Büyük Tasarım Görevi 2’yi (Kızılırmak Suyu İçin Su Filtresi Tasarlıyorum) ders öncesinde tamamlamışlardır. Ders esnasında Kızılırmak deltasının coğrafi faaliyetleri, içinde barındırdığı farklı türler, toprak yapısı ve jeolojik özelliklerinin deltadaki su miktarına etkisi, su kaynaklarının mevsimsel değişimi, su kaynaklarının kullanım alanları, farklı tarım ürünü yetiştiriciliğinin su kalitesine etkisi, hayvan besiciliğinin su kaynaklarına etkisi gibi farklı konularla ilgili tartışmalar Zoom ara odalarda (breakout rooms) küçük gruplar halinde, sonrasında ise tüm adaylarla birlikte yürütülmüştür. Adaylar Kızılırmak deltasının korunmasına yönelik hazırladıkları eylem planlarını da sunmuşlardır. Ayrıca adaylar büyük tasarım problemine yönelik çözümlerini, prototiplerinin yapım aşamalarını, deneme ve yeniden tasarım aşamalarını da videoya kaydetmişlerdir ve fotoğraflamışlardır. Adaylar ile ders esnasında öncelikle problem çözümüyle ilgili tartışmalar yürütülmüştür. Sonrasında adayların tasarladıkları farklı prototiplere ait video ve resimler gösterilerek, adaylardan çözüm önerilerini sunmaları istenmiştir. Adaylara onuncu haftada Dış Macunu Tasarlıyorum modülünün büyük tasarım problemi (Dış Macunu Üretme) ve birinci mini tasarım görevi (Dişlerin Yapısı ve Dış Sağlığı) de verilmiştir. Adaylar ile on birinci haftada Zoom üzerinden gerçekleştirilen eş zamanlı derste problem durumu ve çözümüne yönelik kullanılacak bilimsel kavramlarla ilgili tartışmalar yapılmıştır. Ayrıca “Dişin yapısı nasıldır? Dişler neden çürür? Diş çürükleri neden oluşur? Dişin kısımları nelerdir? Tükettiğimiz protein, yağ ve karbonhidratlar diş çürümesine etki eder mi? Ederse nasıl? Ağız ve diş sağlığı nasıl korunabilir? Diş macunlarını neden kullanıyoruz? Diş macunlarının içeriğinde neler vardır? Diş macunlarında bulunan maddeler hangi amaçlarla kullanılır? Diş macunlarının içeriğinde bulunan etken maddeler hangi oranlarda kullanılır?” gibi sorular yöneltilerek önce Zoom ara odalarda (breakout rooms) küçük gruplar halinde, sonrasında ise tüm adaylar ile birlikte konuşulmuştur. Adaylar dişin yapısını ve kısımlarını, beslenmenin ağız, diş sağlığı ve ağız kimyasına etkisini, diş çürümelerini kimya ve biyolojiyle ilgili derslerde öğrendikleri bilgilerini kullanarak açıklamışlardır. On ikinci haftada ders öncesinde adaylar ikinci mini tasarım görevini (Asitli İçeceklerin Diş Sağlığına Etkisini Keşfediyoruz) tamamlamışlardır. Bu görev kapsamında adaylar farklı içeceklerin diş sağlığına etkisini gösteren bir deney tasarlamışlardır. Bu kapsamda 10 adet içeceğin (örneğin portakal suyu, limonata, su, ayran, gazoz, kola gibi) önce pH’ları belirlenmiştir ve şeker miktarı hesaplanmıştır. Daha sonra adaylar yumurta kabuklarını içeceklerin içine birkaç gün bırakarak, gözlemlenmişlerdir ve gözlemlerini not almışlardır. Bu süreç adaylar tarafından video ve resimler ile de kaydedilmiştir, Classroom’da paylaşılmıştır. Çevrimiçi ders sırasında adaylar ile tasarladıkları deneyler hakkında konuşulmuş ve adayların tasarladıkları deneylerden örnekler gösterilmiştir. Adaylar ile tartışmalar yürütülerek beslenmenin diş sağlığına ve ağız kimyasına etkilerini kavramaları sağlanmıştır. On üçüncü haftada adaylar ders öncesinde kahve ve çay tüketimi fazla olan tüketicilere yönelik, organik içeriği olan, uygun fiyatlı, tadı güzel olan bir organik diş macunu geliştirme görevini tamamlamışlardır. Diş macununun geliştirilmesine ve deneme sürecine ait olan resim, video ve çalışma kağıtlarını ise Classroom’da ilgili ödev başlığın altında araştırmacılarla paylaşmışlardır. Ders esnasında adaylar ile diş macunu

yapımında kullanılan maddeler ve işlevleri, diş beyazlatma kimyası konularıyla ilgili önce Zoom ara odalarda, sonrasında ise tüm adaylar ile tartışmalar yürütülmüştür. Sonrasında adayların dış macunu formülasyonlarına ait video ve resimler gösterilerek adayların dış macunu ve diş beyazlatma konularında geçen pH, redoks tepkimeleri konularını ilişkilendirmeleri sağlanmıştır. Ayrıca adayların ürettikleri diş macunlarının pazarlanmasına yönelik hazırladıkları posterlerde ders esnasında gösterilmiştir. Dersin son haftasında ise son test uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler The Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 20.0 yazılımı (IBM Corp.; Armonk, NY, ABD), sosyal bilimleri için istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. Araştırmada verilerin analizinde kullanılacak yöntemle karar vermeden önce, verilerin normal dağılımı gösterip göstermediği incelenmiştir. Bu amaçla her bir ölçümün Shapiro–Wilk analizi yapılmıştır ve histogram grafiklerine, çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılmıştır. Basıklık değerleri ön test için -1.035, son test için -0.355 iken çarpıklık değerleri ön test için -0.071 ve son test için -0.355 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler -1.5 ile +1.5 arasında yer aldığından normal dağıldığını göstermektedir (Pituch & Stevens, 2016). Bunun yanında ön test ve son test verilerinin normal dağılıma sahip olup olmadığıyla ilgili daha fazla veri elde etmek Shapiro–Wilk testi sonuçları da incelenmiştir. Shapiro–Wilk testi sonuçları ön test için .445 ve son test için .687 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler .05’ten büyük olduğundan normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2015). Buradan hareketle ön test ve son test değerleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla parametrik testlerden ilişkili ölçümler için t-testi kullanılmıştır.

Bulgular

Çalışma kapsamında, fen bilimleri öğretmen adaylarının çevrimiçi kimya odaklı bütünlük STEM öğretmen eğitiminin adayların STEM farkındalıklarına etkisini incelemek amacıyla bağımlı ilişkili ölçümler için t-testi sonuçlarına dair bulgular aşağıda sunulmuştur:

Tablo 2 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına yönelik ön test ve son test toplam puan ortalamaları arasında, son test lehine anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($t_{(16)} = -4.85$, $p < .05$). Çalışmanın bu bulgusu, çevrimiçi kimya odaklı bütünlük STEM öğretmen eğitiminin öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının artmasına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Hesaplanan Cohen d etki büyüklüğü büyüklüğü ($d = 1.17$) değerinde adayların STEM farkındalıklarının gelişimine etkisini göstermektedir.

Tartışma

Bu araştırmada çevrimiçi kimya odaklı tasarım temelli bütünlük STEM öğretmen eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu durum alan yazındaki ulusal ve uluslararası çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Akgün & Türel, 2021; Arslanhan & İnaltekin, 2020; Christian ve ark., 2021; Gökbayrak & Karışan, 2017; Kewalramani ve ark., 2022; Kim & Bolger, 2017; Şahin & Hacıömeroğlu, 2021; Şahiner & Ünlü, 2022). Gökbayrak ve Karışan (2017) fen bilimleri öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdikleri STEM uygulamaları sonrasında STEM

Tablo 2.
SFÖ ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin ilişkili t-testi sonuçları

Ölçek	Ölçüm	n	X	S	SD	t	p
SFÖ	Ön test	17	60.12	4.71	16	-4.85	.000
	Son test	17	64.94	4.20			

farkındalıklarının arttığını belirlemişlerdir. Şahiner ve Ünlü (2022) ise sınıf öğretmeni adaylarıyla mühendislik tasarımı sürecini temel alan etkinlikler yapmışlardır ve öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının olumlu yönde değiştiğini belirlemişlerdir. Arslanhan ve İnaltekin (2020) ise Tasarım Temelli STEM uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını, STEM ile ilgili yetkinlik algılarını arttırdığını belirtmişlerdir. Alan yazında öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etki eden farklı faktörlerden bahsedilmektedir (Watson ve ark., 2022). Bu faktörler şunlardır: (1) STEM eğitimlerine katılma-katılmama durumu (Aydın-Gunbatar ve ark., 2018; Watson ve ark., 2022), (2) STEM’i temel alarak geliştirilen STEM müfredatları ve etkinlikleri (Watson ve ark., 2022), (3) STEM’e dayanan ders planı hazırlama deneyimi (Kim & Bolger, 2017).

Öğretmen ve öğretmen adaylarına hizmet öncesi ve hizmetçi eğitimler sırasında verilen STEM eğitiminin önemini, STEM disiplinlerinin entegrasyonunu konu alan, gündelik problemlerin çözümüne vurgu yapan eğitimler STEM farkındalığının artmasına olumlu katkıda bulunmaktadır (Watson ve ark., 2022). Bu sebeple bu araştırma kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarına önce STEM eğitimi ve önemi, mühendislik, mühendislik tasarımı süreci, tasarımı temelli STEM gibi konularla ilgili teorik bir eğitim verilmiştir. Sonrasında ise adaylar gündelik problemlere çözüm bulmuşlardır. Adaylara çevrimiçi kimya odaklı tasarımı temelli bütünleşik STEM öğretmen eğitimi sırasında verilen teorik ve uygulamalı STEM eğitimlerinin farkındalıklarının artmasına katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca bu ders kapsamında adaylar eğitimden önce, teorik eğitim bitiminde ve STEM uygulamalarından sonra kimya temalı ders planları hazırlamışlardır. Adaylara kimya kavramlarını mühendislik, teknoloji ve matematik disiplinleri ile etkili ve doğru şekilde ilişkilendirmelerine yönelik, zengin bir öğrenme içeriği sağlamaları amacıyla geri bildirimlerde bulunulmuştur (Kim & Bolger, 2017). Geri bildirimler öğretmen adaylarının STEM disiplinleri ilişkilendirmelerini kolaylaştırırken, gündelik hayat ile ilişkilendirmelerini kolaylaştırmış, sınıf düzeyine uygun ders planı hazırlamalarına da katkıda bulunmuştur. Kim ve Bolger (2017) ‘de STEAM ders planı hazırlayan öğretmen adaylarının STEM ile ilgili farkındalıklarının arttığını, STEAM disiplinlerini doğru ve etkili bir şekilde ders planlarında ilişkilendirdiklerini tespit etmiştir.

STEM farkındalık düzeyini etkileyen bir diğer unsurda öğretmen ve öğretmen adaylarının ulaşabildiği STEM ile ilgili müfredat ve etkinliklerdir (Watson ve ark., 2022). Öğretmen ve öğretmen adayları STEM temelli bir ders planı hazırlarken mevcut STEM etkinliklerini ve müfredatlarından faydalanmaktadırlar (Watson ve ark., 2022). Bu sebeple mevcut STEM etkinlik ve müfredatlarının iyi örnekler olması önem arz etmektedir (Watson ve ark., 2022).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada çevrimiçi kimya odaklı tasarımı temelli bütünleşik STEM öğretmen eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisi araştırılmıştır. Alan yazında adayların STEM farkındalıklarını etkileyen unsurlardan biri STEM ders planı hazırlama deneyimleridir. Bu çalışma kapsamında öğretmen adayları ders planları hazırlamalarına rağmen STEM farkındalık düzeyleri ve STEM ders planı hazırlama becerileri arasındaki ilişki incelenmemiştir ve araştırılması önerilmektedir.

Fen bilimleri öğretmen adayları STEM konusunda kendilerini yetersiz hissetmektedirler (Banilower ve ark., 2018). Bu sebeple adaylara STEM disiplinlerinin ilişkilendirmesini, mühendislik, mühendislik tasarımı sürecini deneyimleyebilecekleri çevrimiçi ve yüz yüze öğrenme ortamları hazırlanmalıdır. Bu çalışma kapsamında Tasarım Temelli Öğrenme esas alınarak bütünleşik öğretmen eğitimi tasarlanmıştır. Araştırmacılara farklı yaklaşım, yöntem ve tekniklere dayanan çevrimiçi öğrenme modülleri geliştirmeleri ve adayların STEM

farkındalıklarıyla beraber STEM meslek farkındalıklarına etkisinin araştırılması önerilmektedir. Ayrıca alan yazında çevrimiçi eğitimlerin her adayın erişimine açık olduğu, zaman ve bütçe gibi kısıtlayıcılarının olmadığı; ancak teknoloji aksaklıkları, yetersiz teknoloji okur yazarlığı, motivasyon yetersizliği gibi olumsuz etkilerinin olduğu vurgulanmıştır (Şahin-Topalcengiz & Yıldırım, 2020). Araştırmacılara çevrimiçi eğitimlerin olumlu ve olumsuz boyutlarının STEM farkındalığına etkisini araştırılan çalışmalar tasarlamaları önerilmektedir.

Bu çalışmada araştırmanın tek gruplu zayıf deneysel yöntem kullanılarak sadece bir grup fen bilimleri öğretmen adayları ile gerçekleştirilmesi çalışmanın sınırlılığı sayılabilir. Çalışma kapsamında çevrimiçi kimya temalı bütünleşik STEM öğretmen eğitiminin adayların STEM farkındalığına etkisi araştırıldığından bu desen seçilmiştir. Çalışma kapsamında Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi’nin farklı düzeylerde, branşlarda öğrenim görmekte olan adaylar ile gerçekleştirilebilir. Ayrıca bu çevrimiçi eğitimin farklı ülkelerde, aynı branşlarda öğrenim görmekte olan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisi de incelenebilir. Son olarak bu çalışmada erkek katılımcı sayısı az olduğundan cinsiyetler arasında STEM farkındalık düzeyleri incelenmemiştir. Gelecek çalışmalarda incelenmesi önerilmektedir.

Veri ve Materyallerin Kullanılabilirliği: Bu çalışmanın bulgularını destekleyen veriler, talep üzerine sorumlu yazardan temin edilebilir.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik komite onayı İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’dan (Onay no: E-74555795-050.01.04-29654, Tarih: 11.02.2021) alınmıştır.

Katılım Onamı: Araştırmaya dahil edilen tüm katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – E.Ş.T., B.A.Ş.; Tasarım – E.Ş.T., B.A.Ş.; Denetleme – B.A.Ş.; Kaynaklar – E.Ş.T., B.A.Ş.; Malzemeler – E.Ş.T., B.A.Ş.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – E.Ş.T.; Analiz ve/veya Yorum – E.Ş.T., B.A.Ş.; Literatür Taraması – E.Ş.T.; Yazıyı Yazan – E.Ş.T., B.A.Ş.; Eleştirel İnceleme – E.Ş.T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Availability of Data and Materials: The data that support the findings of this study are available on request from the corresponding author.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was received for this study from the Ethics Committee of İstanbul University-Cerrahpaşa (Approval no: E-74 55579 5-050 .01.0 4-296 54, Date: 11.02.2021).

Informed Consent: Written informed consent was obtained from participants who participated in this study.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – E.Ş.T., B.A.Ş.; Design – E.Ş.T., B.A.Ş.; Supervision – B.A.Ş.; Resource – E.Ş.T., B.A.Ş.; Materials – E.Ş.T., B.A.Ş.; Data Collection and/or Processing – E.Ş.T.; Analysis and/or Interpretation – E.Ş.T., B.A.Ş.; Literature Search – E.Ş.T.; Writing – E.Ş.T., B.A.Ş.; Critical Review – E.Ş.T.

Declaration of Interests: The authors have no conflict of interest to declare.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Akaygun, S., & Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of preservice chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56–71. [CrossRef]
- Akgün, K., & Türel, Y. (2021). Bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi bölümü öğrencilerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıklarının belirlenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 11(1), 116–128.
- Arslanhan, H., & İnaltekin, T. (2020). Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmeye etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 231–265. [CrossRef]
- Aschbacher, P. R., Li, E., & Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564–582. [CrossRef]
- Aydın Gunbatar, S., Oztay, E. S., & Ekiz Kiran, B. (2022). Supporting preservice teachers' integration of engineering into STEM lessons throughout engineering-infused training. *Research in Science and Technological Education*, 1–21. [CrossRef]
- Aydın-Gunbatar, S., Ekiz-Kiran, B., & Oztay, E. S. (2020). Preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge for integrated STEM development with LESMeR model. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(4), 1063–1082. [CrossRef]
- Aydın-Gunbatar, S., Tarkin-Celikirhan, A., Kutucu, E. S., & Ekiz-Kiran, B. (2018). The influence of a design-based elective STEM course on pre-service chemistry teachers' content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 954-972. [CrossRef].
- Banilower, E. R., Smith, P. S., Malzahn, K. A., Plumley, C. L., Gordon, E. M., & Hayes, M. L. (2018). *Report of the 2018 national survey of science and mathematics education*. Horizon Research, Inc. <http://www.horizon-research.com/report-of-the-2018-nssme>
- Barril, L. (2018). Assessment for culturally inclusive collaborative inquiry-based learning. In *Handbook of distance education* (pp. 311–320). Routledge.
- Baydere, F. K., Hacıoğlu, Y., & Kocaman, K. (2020). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi etkinlik örneği: Pıhtı Önleyici İlaç. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(5), 1935–1946.
- Brunsell, E. (2012). *Integrating engineering and science in your classroom*. NSTA Press.
- Büyükoztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi.
- Büyükoztürk, Ş. (2015). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (21. Baskı). Pegem Akademi.
- Büyükoztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (18. baskı). Pegem Akademi.
- Capobianco, B. M., Radloff, J., & Clingerman, J. (2022). Facilitating preservice elementary science teachers' shift from learner to teacher of engineering design-based science teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(4), 747–767. [CrossRef]
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. (Eds.) (2013). *Project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (2nd ed). Sense Publishers.
- Cavlazoglu, B., & Stuessy, C. (2017). Changes in science teachers' conceptions and connections of STEM concepts and earthquake engineering. *Journal of Educational Research*, 110(3), 239–254. [CrossRef].
- Chandrasekaran, S., Littlefair, G., & Stojcevski, A. (2015). Project-oriented design-based learning in engineering education. *Reflections on Problem-Based Learning*, 16, 16–21.
- Chen, B., Bastedo, K., & Howard, W. (2018). Exploring design elements for online STEM courses: Active learning, engagement & assessment design. *Online Learning*, 22(2), 59–76. [CrossRef]
- Christian, K. B., Kelly, A. M., & Bugallo, M. F. (2021). NGSS-based teacher professional development to implement engineering practices in STEM instruction. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 21. [CrossRef]
- Coskun Karabulut, H., Elcan Kaynak, N., & Kariper, I. A. (2023). Pre service teachers' engagement with stem-based hands-on activities in online chemistry laboratory courses. *Research in Science and Technological Education*, 1–21. [CrossRef]
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed). Pearson.
- Cunningham, C. M., & Carlsen, W. S. (2014). Teaching engineering practices. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 197–210. [CrossRef]
- Çevik, M. (2017). A study of STEM Awareness Scale development for high school teachers Ortaöğretim öğretmenlerine yönelik FeTeMM farkındalık Ölçeği (FFÖ) geliştirme çalışması. *Journal of Human Sciences*, 14(3), 2436–2452. [CrossRef]
- Dare, E. A., Ring-Whalen, E. A., & Roehrig, G. H. (2019). Creating a continuum of STEM models: Exploring how K-12 science teachers conceptualize STEM education. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1701–1720. [CrossRef]
- Dare, E. A., Ellis, J. A., & Roehrig, G. H. (2018). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study. *International Journal of STEM Education*, 5, 1-19. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0101-z>.
- De Jong, O., & Taber, K. S. (2014). Teaching and learning the many faces of chemistry. In N. Lederman (Ed.), *Handbook of research in science education*, 2. Routledge.
- Delen, A. (2021). *Türkiye'de e-öğrenme ortamlarına ilişkin yapılan araştırmalardaki eğilimler: 2004–2020 dönemi tezlerin incelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Dipietro, M., Ferdig, R. E., Black, E. W., & Preston, M. (2008). Best practices in teaching K-12 online: Lessons learned from Michigan Virtual School teachers. *Journal of Interactive Online Learning*, 7(1), 10–35.
- Eilks, I., & Hofstein, A. (2015). *Relevant chemistry education: From theory to practice*. Sense Publishers.
- El-Deghaidy, H., Mansour, N., Alzaghibi, M., & Alhammad, K. (2017). Context of STEM integration in schools: Views from in-service science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2459–2484. [CrossRef]
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi* [Doktora Tezi]. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43–67.
- Fischer, C., Fishman, B., Dede, C., Eisenkraft, A., Frumin, K., Foster, B., Lawrence, F., Levy, A. J., & McCoy, A. (2018). Investigating relationships between school context, teacher professional development, teaching practices, and student achievement in response to a nationwide science reform. *Teaching and Teacher Education*, 72, 107–121. [CrossRef]
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Designbased science and real-world problem solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855–879. [CrossRef]
- Frey, D. D., & Powers, B. (2012). Designing design squad: Developing and assessing a children's television program about engineering. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 1–20. [CrossRef]
- Gökbayrak, S., & Karişan, D. (2017). Investigating the effect of STEM based laboratory activities on preservice science teacher's STEM awareness<p>STEM temelli laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisinin incelenmesi [Investigating the effect of STEM based laboratory activities on preservice science teacher's STEM awareness<p>STEM temelli laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisinin incelenmesi]. *Journal of Human Sciences*, 14(4), 4275–4288. [CrossRef]
- Gómez Puente, S. M., van Eijck, M., & Jochems, W. (2011). Towards characterising design-based learning in engineering education: A review of the literature. *European Journal of Engineering Education*, 36(2), 137–149. [CrossRef]
- Hardy, J. G., Sdepanian, S., Stowell, A. F., Aljohani, A. D., Allen, M. J., Anwar, A., Barton, D., Baum, J. V., Bird, D., Blaney, A., Brewster, L., Cheneler, D., Efremova, O., Entwistle, M., Esfahani, R. N., Firlak, M., Foito, A., Forciniti, L., Geissler, S. A., Guo, F., et al. (2021). Potential for chemistry in multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary teaching activities in higher education. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1124–1145. [CrossRef]
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1165&context=ncete_publication
- Karpudewan, M., & Daman Huri, N. H. (2023). Interdisciplinary electrochemistry STEM-lab activities replacing the single disciplinary electrochemistry curriculum for secondary schools. *Journal of Chemical Education*, 100(2), 998–1010. [CrossRef]

- Kim, D., & Bolger, M. (2017). Analysis of Korean elementary preservice teachers' changing attitudes about integrated STEAM pedagogy through developing lesson plans. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*(4), 587–605. [CrossRef]
- Kolodner, J. K., Zahm, B., & Demery, R. (2014). Project-based inquiry science. In C. I. Sneider (Ed.), *The go-to guide for engineering curricula, grades 6–8: Choosing and using the best instructional materials for your students* (pp. 122–140). Corwin.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education, 39*(3), 9–40.
- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar, S., & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle school science classroom: Putting Learning by Design™ into practice. *Journal of the Learning Sciences, 12*(4), 495–547. [CrossRef]
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (2023). Learning by design from theory to practice. <https://www.cc.gatech.edu/projects/lbd/htmlpubs/lbdtheorytoprac.html>.
- Lachapelle, C. P., & Cunningham, C. M. (2014). Engineering in elementary schools. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 61–88). Purdue University Press.
- Lesseig, K., Nelson, T. H., Slavitt, D., & Seidel, R. A. (2016). Supporting middle school teachers' implementation of STEM design challenges. *School Science and Mathematics, 116*(4), 177–188. [CrossRef]
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). STEM: Country comparisons. *Report for the Australian council of learned academies*. [CrossRef]
- Martinez, B. L., Kararo, A. T., Parent, K. N., Underwood, S. M., & Matz, R. L. (2021). Creating and testing an activity with interdisciplinary connections: Entropy to osmosis. *Chemistry Education Research and Practice, 22*(3), 683–696. [CrossRef]
- McGill, T. L., Williams, L. C., Mulford, D. R., Blakey, S. B., Harris, R. J., Kindt, J. T., Lynn, D. G., Marsteller, P. A., McDonald, F. E., & Powell, N. L. (2019). Chemistry unbound: Designing a new four-year undergraduate curriculum. *Journal of Chemical Education, 96*(1), 35–46. [CrossRef]
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, 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. [CrossRef]
- Mostacedo-Marasovic, S. J., Lally, D., Petitt, D. N., White, H. W., & Forbes, C. (2022). Supporting undergraduate students' developing water literacy during a global pandemic: A longitudinal study. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 4*(1), 7. [CrossRef]
- Pituch, K. A., & Stevens, J. P. (2016). *Applied multivariate statistics for the social sciences: Analysis with SAS and IBM's SPSS*. Taylor & Francis.
- Radloff, J., & Guzey, S. (2016). Investigating preservice STEM teacher conceptions of STEM education. *Journal of Science Education and Technology, 25*(5), 759–774. [CrossRef]
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *Journal of the Learning Sciences, 9*(3), 299–327. [CrossRef]
- Simonson, M. R., Smaldino, S. E., & Zvacek, S. (2015). *Teaching and learning at a distance: Foundations of distance education* (6. Baskı). Information Age Publishing.
- Şahin, M., & Hacıömeroğlu, G. (2021). Okul öncesi ve sınıf öğretmeni adaylarının FeTeMM farkındalıkları ve FETEMM öğretim yönelimlerinin incelenmesi. *Gelecek Vizyonlar Dergisi [Future Visions Journal], 5*(2), 17–27.
- Şahiner, E., & Ünlü, Z. K. (2022). The effect of engineering design activities on preservice elementary teachers' STEM awareness and engineering perceptions. *Cumhuriyet International Journal of Education, 11*(1), 145–154.
- Şahin Topalcengiz, E. (2022). Kimya odaklı çevrimiçi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının mesleki yeterliklerine etkisi [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa.
- Şahin-Topalcengiz, E., & Yildirim, B. (2020). Teachers' opinions about distance web 2.0 tools training and teachers' in-class web 2.0 practices. *Journal of Turkish Science Education, 17*(4), 561–577.
- Vossen, T. E., Henze, I., De Vries, M. J., & Van Driel, J. H. (2020). Finding the connection between research and design: The knowledge development of STEM teachers in a professional learning community. *International Journal of Technology and Design Education, 30*(2), 295–320. [CrossRef]
- 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), 1–13. [CrossRef]
- Watson, S., Williams-Duncan, O. M., & Peters, M. L. (2022). School administrators' awareness of parental STEM knowledge, strategies to promote STEM knowledge, and student STEM preparation. *Research in Science and Technological Education, 40*(1), 1–20. [CrossRef]
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. American Society for Engineering Education Annual Conference ve Exposition, Louisville, KY. <https://ceeo.tufts.edu/documents/conferences/2010kwkccwjlcrmbim.pdf>.