

Okul Dışı Öğrenme Ortamlarında STEM Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine ve Mesleki İlgilerine Etkisi

The Effect of STEM Education in Out-Of-School Learning Environments on the Science Process Skills and Career Interests of Secondary School Students

Filiz Tarcan-Karabulut¹  Rıza Salar² 

¹ Öğretmen, Orgeneral Selahattin Demircioğlu Ortaokulu, Erzurum, Türkiye
² Doç. Dr., Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Erzurum, Türkiye

Makale Bilgileri

Geliş Tarihi (Received Date)

12.04.2025

Kabul Tarihi (Accepted Date)

09.12.2025

*Sorumlu Yazar

Rıza Salar

Atatürk Üniversitesi KKEF

Dekanlık Binası, No:204

Yakutiye/Erzurum

rizasalar@atauni.edu.tr

Öz: Bu araştırmanın amacı, STEM eğitiminin okul dışı ortamlarda uygulanmasının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve mesleki ilgileri üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışma, nitel araştırma yöntemi çerçevesinde eylem araştırması deseni kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmanın çalışma grubunu, Erzurum ilindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören ve Bilim, Fen ve Teknoloji Kulübüne katılan 6. ve 7. sınıf seviyesindeki 14 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcılar, amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabılır durum örnekleme yoluyla belirlenmiştir. Veri toplama sürecinde çalışma kâğıtları, öğrenci günlükleri, öğretmen günlüğü ve mesleki ilgi formu kullanılmıştır. STEM etkinliklerinin uygulanması sonucunda öğrencilerin gözlem yapma, hipotez kurma, tahminde bulunma, sınıflama, sonuç çıkarma, yorumlama, modelleme, uzay-sayı ilişkileri kurma ve grafikte model oluşturma becerilerinde gelişim gözlemlenmiştir. Ancak, veri yorumlama ve veri kaydetme becerilerinde anlamlı bir gelişim tespit edilmemiştir. STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin STEM ile ilgili mesleklere yönelik ilgilerinin arttığı ve bu ilginin geleceğin mesleklerine dair bilgi düzeylerini de olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Sonuç olarak, STEM eğitiminin öğrencilerin mesleki ilgilerini pozitif yönde değiştirebileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, okul dışı öğrenme, bilimsel süreç becerileri, mesleki ilgi

Abstract: The aim of this study is to examine the impact of implementing STEM education in out-of-school environments on secondary school students' science process skills and career interests. The study was conducted using an action research design within the framework of qualitative research methodology. The study group consisted of 14 sixth- and seventh-grade students enrolled in a public middle school in Erzurum, who participated in the Science, Technology, and Engineering Club. Participants were selected through convenience sampling, one of the purposive sampling methods. Data collection tools included worksheets, student diaries, teacher diaries, and a career interest information form. As a result of the implementation of STEM activities, students demonstrated improvements in skills such as observation, hypothesis formation, prediction, classification, drawing conclusions, interpretation, modelling, spatial-numerical relationships, and creating models using graphs. However, no significant development was observed in data interpretation and data recording skills. It was determined that STEM applications contributed to the development of students' science process skills. Additionally, students' interest in STEM-related careers was increased, and this increase positively influenced their knowledge of future professions. In conclusion, it can be said that STEM education have positively influenced students' career interests.

Keywords: STEM education, out-of-school learning, science process skills, career interest

Tarcan-Karabulut, F., ve Salar, R., (2025). Okul dışı öğrenme ortamlarında STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve mesleki ilgilerine etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(4), 633-647. <https://doi.org/10.17556/erziefd.1669925>

Giriş

Eğitimde teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi, öğrencilerin yeni öğrenmelerini kolaylaştırmak için fırsatlar sunmaktadır. Bu fırsatlar arasında özellikle okul dışı öğrenme uygulamaları dikkati çekmektedir. Okul dışı öğrenme ortamı; okul sınırları dışında kalan müzeler, parklar, sergiler gibi çeşitli yaşam alanlarının yanı sıra sanal öğrenme ortamlarını da kapsamaktadır (Eshach, 2007). Fen Bilimleri dersi doğası itibarıyla günlük yaşamdan beslendiği için öğrencilerin gözlem yapabilmeleri, bilimsel araştırma becerilerini kazanmaları ve doğruya ulaşabilmeleri için yaparak yaşayarak öğrenme süreçlerinden geçmeleri önemlidir. Fen bilgisi eğitimi, yaparak yaşayarak öğrenmeye dayanan bir süreç olmadığı sürece ezbercilikten öteye gidemez (Mutlu & Aydoğdu, 2003). Okul dışı öğrenme, öğrencileri etkin bir şekilde öğrenme ve uygulama yapmaları için teşvik etmesinin yanı sıra öğrencilere akademik öğrenmelerini günlük hayatla bağdaştırmaları için fırsatlar sunabilir. Yapılan çalışmalar, okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerde fen becerilerinin gelişmesine, akademik başarıların artmasına, fen bilimleri dersine karşı olumlu tutum oluşmasına, gözlem yapma, veri

toplama, yorum yapma becerilerinin gelişmesine, bilimsel merakın artarak kolay öğrenmeye katkı sağladığını göstermektedir (Bozdoğan, 2007; Chin, 2004; Cox-Petersen, 1999; Griffin, 2004; Guisasola vd., 2005).

Okul dışı öğrenme uygulamalarından biri de bilim merkezlerinde yürütülen STEM uygulamalarıdır. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birbiriyle bağlantılı olarak öğretildiği, okul öncesinden başlayarak yüksek öğretime kadar tüm kademelerde uygulanabilen bir eğitim yaklaşımıdır (Akgündüz vd., 2015). National Resarch Council (Amerika Ulusal Araştırma Konseyi) tarafından yayınlanan raporda, STEM alanında yetişmiş bireylerin sayıca azlığı nedeniyle sonraki nesillerin günümüzün ve geleceğin ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalacağı öngörülmüştür (NRC, 2011). Araştırmanın amacı, STEM eğitiminin okul dışı ortamlarda kullanılmasının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini ve mesleki ilgilerini nasıl etkilediğini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda şu araştırma sorusuna cevap aranmıştır: “Okul dışı STEM uygulamalarının ortaokul

öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini ve mesleki ilgilerini nasıl etkilemektedir?"

Bu araştırma STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini ve mesleki ilgilerini nasıl etkilediğini inceleyerek fen eğitiminde öğretim süreçlerinin zenginleştirilmesini hedeflemektedir. Böylece bu çalışmanın, okul dışı öğrenme uygulamalarının öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirebileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu uygulamaların, öğrencilerin gelecekteki STEM mesleklerine yönelmelerine de katkı sunabileceği görülmektedir.

Kuramsal Çerçeve

STEM Eğitimi ve Bilimsel Süreç Becerileri

Disiplinler arası entegrasyona dayalı STEM eğitimi, farklı disiplinler arasında ilişki kurarak anlamlı öğrenmeyi sağlamayı hedefleyen bütüncül bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Smith & Karl-Kidwell, 2000). STEM eğitim yaklaşımı, temelde Fen ve Matematik alanlarının içerisine Teknoloji ve Mühendislik bilimlerinin de entegre edilmesini içermektedir (Bybee, 2010). STEM uygulamaları sayesinde; öğrenciler, kendi ilgileri ve yeteneklerine uygun STEM mesleklerini keşfedebilir, bu mesleklerin topluma nasıl hizmet ettiğini ve neden önemli olduğunu anlama fırsatı bulabilirler. Bu da STEM disiplinlerinin arasındaki sınırların kaldırılıp entegre öğretimin yapılmasıyla mümkündür. Bu entegre öğretimin uygulanabilirliği mevcut fen ve matematik öğretim uygulamaları ile mümkün olmayıp mühendislik alanının uygun etkinlikler aracılığıyla matematik, teknoloji ve fen derslerine entegre edilmesiyle gerçekleşebilir (Bybee, 2010; NRC, 2011). STEM eğitiminin amaçlarından biri de öğrencilerin yükseköğretim öncesinde STEM alanlarına yönelmesini ve bu alanlarda meslek seçme olasılığını artırmaktır. Bu nedenle bu çalışmada, ortaokul düzeyinde uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına ve mesleklerine yönelik ilgileri üzerindeki etkisini incelenmiştir. STEM etkinlikleri, öğrencilerin mesleki ilgilerini artırmanın yanı sıra, bilimsel süreç becerilerinin gelişimini destekleyen öğrenme ortamları da sunar.

Bilimsel süreç becerileri, bilimsel araştırma sürecinde başarılı olmak için gerekli olan yetenek ve becerileri ifade eder. Bu beceriler; gözlem yapma, soru sorma, veri toplama, verileri analiz etme, ölçme, fonksiyonel tanımlar yapma, sonuç çıkarma, çıkarımda bulunma, planlama gibi beceriler olarak sıralanabilir. Etkinlikler planlanırken yalnızca bir etkinlik ile tüm bilimsel süreç becerilerinin geliştirilebileceğini düşünmek yanlış olur. Bu yaklaşımın uygulanması esnasında önce bilişsel süreç becerileri aktive edilir, çünkü bu beceriler, karmaşık düzeydeki becerilerin geliştirilmesini kolaylaştırır (Ayas, 2006, s.103). Bilimsel süreç becerileri Tablo 1'de özetlenmiştir (Tan & Temiz, 2003).

STEM eğitimi, öğrencilere disiplinler arası bir yaklaşım sunarak, onların bilimsel süreç becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Yapılan araştırmalar, STEM uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Örneğin, bir meta-analiz çalışmasında, STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine pozitif yönde ve orta düzeyde etki ettiği saptanmıştır (Karaşah-Çakıcı vd., 2023). Benzer şekilde, fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen bir başka çalışmada, STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini artırdığı belirlenmiştir (Gökbayrak & Karışan, 2017). Bu bulgular, STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel

süreç becerilerini geliştirmede etkili bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmada alanyazındaki çalışmalardan farklı olarak okul dışı öğrenme ortamlarındaki STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisi araştırılmıştır. Böylece sınıf ortamında, öğretim programını yetiştirme kaygısı ya da fiziki imkânsızlıklar nedeniyle STEM etkinliklerini uygulamakta zorluk yaşanan okullarda, okul dışı etkinliklerle STEM eğitimi kullanmanın faydaları ortaya çıkabilir.

Tablo 1. Bilimsel süreç becerileri

Bilimsel Süreç Becerileri	Kısa Tanımları
Gözlem	Duyu organlarıyla veya duyu organlarının hassasiyetini artıran araç ve gereçlerle objelerin, olayların incelenmesidir.
Sınıflama	Objeleri, olayları veya onları temsil eden bilgileri bazı metotlar ve sistem kullanarak, benzer ve farklı özelliklerine göre gruplara ayırmaktır.
Ölçme	Yapılan nicel gözlemlerin geleneksel veya geleneksel olmayan standartlarla karşılaştırılmasıdır.
Sayı-Uzay İlişkileri Kurma	Matematiksel kuralları ve formülleri, nicelikleri hesaplamada veya temel ölçülerle ilişki kurmada uygulamayı, Nesnelere düzlem, simetri eksenleri ve üç boyutlu şekillerine göre anlamayı ve anlatmayı içerir.
Önceden Kestirme (Tahmin Etme)	Verilere dayanarak gelecekteki olaylar veya var olması beklenen şartlar hakkında tahmin yapmaktır.
Verileri Kaydetme	Olaylar ve nesnelere hakkında toplanan verileri, bilimsel literatürde kullanılan çeşitli düzenleyici formlarda kaydetmeyi içerir
Verileri Kullanma ve Model Oluşturma	Bir deney veya gözlem sonucu elde edilmiş verileri grafik, resim, vb. gibi birçok duyu organına hitap edecek şekilde göstermeyi içerir
Verileri yorumlama	Deneylerde elde edilen veriler arasındaki ilişkileri ve eğilimleri görme becerisidir
Sonuç Çıkarma (Yordama)	Bir gözlemin ya da deneyin sonuçlarını yorumlayıp bir yargıda bulunmaktır
Değişkenleri Belirleme	Yapılacak deneyin gidişatını etkileyebilecek tüm etkenlerin ifade edilmesidir.
Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme	Bir değişkeni (bağımsız değişkeni) değiştirmek ve diğer değişkeni (bağımlı değişkeni) buna bağlı değişimleri incelemektir. (Bu yapılırken diğer tüm değişken sabit tutulmalıdır).
Hipotez Kurma ve Test Etme	Doğruluğu bir deneyle test edilebilecek bir problem sorusu geliştirmektir.
Deney Yapma	Bu süreç diğer tüm süreçlerle birleşir. Gerekli araç gereci beceriyle kullanarak uygun bir düzenek kurmayı, değişkenleri değiştirip kontrol ederek veriler elde etmeyi, bu verileri kaydedip değerlendirerek model oluşturmayı, verileri yorumlamayı, sonuca varmayı ve yapılanları raporlaştırmayı içerir.

Öğrencilerin öğrenmede aktif rol aldıkları, yaparak yaşayarak öğrendikleri, öğrendiği konuları çevresiyle ilişkilendirdikleri ve sosyal yaşamları ile bağdaştırdıkları eğitim anlayışının, en etkili öğretim stratejilerinden olduğu düşünülmektedir. Bu anlayışın en belirgin yansımaları özellikle son yıllarda "Okul Dışı Eğitim, Sınıf Dışı Eğitim, Nonformal Eğitim, İnfomal Eğitim" gibi kavramlarla anılan ve bilginin dış dünyayla temas kurularak edinilmesi gerektiğini savunan okul dışı öğrenme yöntemlerinde görülmektedir (Eshach, 2007).

Eshach'ın (2007) non-formal ve informal öğrenme olmak üzere iki kategoride sınıflandırdığı okul dışı öğrenme ortamları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Okul dışı öğrenme ortamları

Okul Dışı Öğrenme Ortamları	Non-formal öğrenme	Hayvanat Bahçesi
		Botanik Bahçesi
		Müzeler/Bilim Merkezleri
		Planetaryumlar
		Geziler/Doğa etkinlikleri
	İnformal öğrenme	Sanayi Kuruluşları
		Milli Parklar
		İnteraktif Sergiler
		Akvaryumlar
		Sokaklar/Oyun Alanları
		Mobil Cihazlar
		Ev Ortamı
		Okullarda ücretsiz faaliyetler
		Web.2 uygulamaları e-öğrenme

Mahony (2010) ise öğrenme ortamlarını öğrenme süreçleri ve ortam özelliklerini dikkate alarak okul öğrenmeleriyle dört farklı şekilde ilişkilendirir:

- I. Okul dışı öğrenme ortamlarında yer verilen etkinlikler eğitim programlarından bağımsızdır ve uygulama bakımından bireysel ya da grup etkinlikleri olarak gerçekleştirilir. Öğrenci başarısı öğrencilerin öz düzenleme becerileriyle yakından ilgilidir.
- II. Okul ortamında gerçekleştirilen okul dışı öğrenme etkinlikleri, eğitim programından bağımsız bir şekilde okul ortamında gerçekleştirilen etkinlikleri içermektedir. Okulda hazırlanan müze etkinlikleri, geçici sergiler, bilim etkinlikleri örnek olarak gösterilebilir.
- III. Okul dışı ortamda gerçekleşen okul öğrenme deneyimleri ise öğrencinin okul dışında olduğu, fakat okul ortamındaymış gibi çalıştığı, çalışma kâğıtları vb. öğretim materyallerinin kullanıldığı programlı etkinlikleri kapsar.
- IV. Okul ortamında gerçekleşen okul öğrenme deneyimleri ise geleneksel öğretim yöntemlerini işaret etmektedir. Öğrenciler sınıf ortamında iken öğrenme süreçlerine katılırlar. Öğretim faaliyetleri okul ortamında ve programa bağlı olarak gerçekleşir.

Bu çalışmada ikinci maddede yer eğitim programından bağımsız bir şekilde okul ortamında gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve mesleki ilgilerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada, ikinci maddeye yer verilmesinin nedeni, çalışmanın okuldan sonra fakat eğitim programından bağımsız biçimde yürütülen okul içi etkinlikleri kapsamıdır. Araştırma, Erzurum ilindeki bir devlet ortaokulunda okul dışı etkinlik olarak gerçekleştirilen Bilim, Fen ve Teknoloji Kulübüne devam eden gönüllü öğrencilerle yürütülmüştür.

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada, okul dışı öğrenme ortamlarında yürütülen STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve mesleki ilgileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla eylem araştırması kullanılmıştır. Eylem araştırması, uygulayıcının kendi öğretim sürecinde karşılaşılan bir durumu geliştirmek amacıyla planlı biçimde veri toplayıp analiz ettiği bir araştırma modelidir (Yıldırım & Şimşek, 2016, s. 307). Bu araştırma yaklaşımı, öğretim sürecinde doğrudan yer alan araştırmacının uygulamaları gözlemlemesini, müdahalelerde bulunmasını ve sonuçları değerlendirmesini sağlar (Glesne, 2015).

Alanyazında, okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, motivasyonları ve STEM kariyer ilgilerini artırma potansiyeline sahip olduğu vurgulanmakla birlikte (Bybee, 2010; NRC, 2011), bu ortamların etkilerini sınıf temelli ve uygulamalı biçimde inceleyen araştırmaların sınırlı olduğu belirtilmektedir (Ucar & Trundle, 2021). Bu nedenle, çalışmada eylem araştırması modeli tercih edilmiş; araştırmacı uygulayıcı rolünü üstlenerek okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve mesleki ilgileri üzerindeki etkisini doğrudan gözlemlemiştir.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu ortaokul 6 ve 7. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 14 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubundaki öğrencilerin sekizi erkek, altısı kız öğrenci olup öğrenciler daha önce STEM ya da robotik eğitimlerine katılmamışlardır. Araştırmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmıştır. Araştırma, Erzurum ilinde bir devlet ortaokulunda okul dışı etkinlik olarak gerçekleştirilen Bilim, Fen ve Teknoloji Kulübüne devam eden ve çalışmaya gönüllü olan öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler, cevaplarını verirken rahat olmaları açısından, uygulama süresince takma isim kullanmışlardır. Katılımcıların isimleri belirtilirken Ö1, Ö2, ..., Ö14 şeklinde tanımlanmıştır. Araştırma için etik kurul izni, MEB izni ve veli onay belgesi alınmış olup, yasal ve etik ilkeler gözetilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırma sürecinde veriler; çalışma kâğıtları, öğrenci günlükleri, öğretmen günlükleri ve mesleki ilgi bilgi formuyla toplanmıştır. Veri toplama araçları şu şekilde açıklanmıştır:

Çalışma Kâğıtları: Öğrencilerin uygulama sürecindeki çalışmalarından alınan örnekler araştırmada veri kaynağı olarak kullanılabilir (Johnson, 2019, s. 97). Dolayısıyla bu çalışmada hazırlanan ders planları çerçevesinde olmak üzere her derste öğrenciler tarafından yapılan etkinlikler (çalışma kâğıtlarında yapmış oldukları etkinlikler) dosyalanmıştır. Bu etkinlikler, araştırmacı tarafından hazırlanan bilimsel süreç becerileri rubriği ile değerlendirilmiştir. Rubrikler (derecelenmiş puanlama anahtarı), öğrencinin bir ürün veya performansının değerlendirilmesinde söz konusu ürünün her bir özelliği için çeşitli düzeylerini ortaya koyar (Johnson, 2019, s. 89). Bu çalışmada dörtlü rubrik kullanılmıştır. Öğrencilerin etkinliklere verdikleri yanıtlar tamamen doğru (4), çok az yanlışlık var (3), doğrular var ama yeterli değil (2), çok az doğru var (1), tamamen yanlış (0) olacak şekilde puanlanmıştır.

Öğrenci Günlükleri: Katılımcılardan her ders sonunda doldurmaları için bir günlük tutmaları istenilmiştir. Bu günlükler uygulama sonunda toplanarak katılımcıların uygulama sürecinde ne öğrendikleri, zorlandıkları konular, keyif aldıkları konular ve katılımcıların uygulamaya ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

Öğretmen Günlükleri: Araştırmanın baştan sona tüm süreçleri ile ilgili gözlem ve düşünceleri kaydetmede kullanılan bir defterdir (Johnson, 2019, s. 81). Araştırmacı kullandığı günlükleri araştırma amacına göre farklı şekillerde oluşturabilir. Bu çalışmada araştırmacı günlüğü ders sırasında ve sonrasında kullanılmıştır. Yapılandırılmamış bir araştırmacı günlüğü kullanılmıştır. Araştırmacı öğretmen süreci içerisinde karşılaştığı güçlükleri ve sürecin olumlu

yönlerini günlüğe kaydetmiştir. Araştırmacı her ders sonunda yapılan ders ile ilgili görüşlerini öğretmen günlüğüne kaydetmiştir. Uygulama sonunda veriler değerlendirilerek öğrenci ilgileri, bilimsel süreç becerilerine katkıları, karşılaşılan güçlükler ve öğrenci kazanımları açısından değerlendirilerek STEM uygulamalarının öğrencilere katkısı gözlemlenmiştir.

Mesleki İlgi Bilgi Formu: Öğrencilerin mesleki yönelimlerini tespit etmek amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan mesleki ilgi bilgi formu kullanılmıştır. Form, biri açık uçlu olmak üzere altı maddeden oluşmaktadır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen formun geçerliğini sağlamak amacıyla bir ölçme-değerlendirme uzmanı ve bir STEM eğitimi alan uzmanından görüş alınmış, öneriler doğrultusunda maddelerin kapsam ve ifade biçimleri düzenlenmiştir. Mesleki İlgi Bilgi Formu kullanılarak uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilerle yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde katılımcıların hedef meslekleri, kendilerini başarılı buldukları alanlar, teknoloji alanında ilgilerini çeken meslekler ve geleceğin meslekleri ile ilgili düşüncelerini içeren bilgiler toplanmıştır. Bu toplanan veriler ışığında STEM alanlarına olan ilgilerini ve gelecekteki kariyer hedefleri değerlendirilmiştir.

Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirlik, nicel çalışmalardan farklı biçimde “inanırlık” ve “aktarılabirlik” kavramlarıyla ele alınmaktadır (Creswell& Miller, 2000). Bu çalışmada inanırlığı artırmak amacıyla uzun süreli katılım ve sürekli gözlem, veri çeşitlemesi (üçgenleme) ve uzman görüşü stratejileri kullanılmıştır. Araştırmacı, uygulama sürecinin başından sonuna kadar katılımcılarla etkileşimde bulunmuş, tüm derslerde gözlemler yaparak öğretmenin ve öğrenci günlüklerini tutmuştur (Yıldırım & Şimşek, 2016). Üçgenleme kapsamında, öğretmen günlükleri, öğrenci günlükleri, çalışma kağıtları ve mesleki ilgi bilgi formu gibi farklı veri kaynaklarından elde edilen veriler karşılaştırılmıştır (Merriam, 2015).

Araştırma süreci, nitel araştırma yöntemlerinde uzman iki akademisyen tarafından gözden geçirilmiş; veri toplama araçlarının kapsamı, analiz süreci ve raporlamaya ilişkin geri bildirimler doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır (Creswell& Miller, 2000). Aktarılabirliği sağlamak için araştırma süreci ayrıntılı biçimde betimlenmiş, veri toplama araçları ve uygulama süreci detaylı olarak açıklanmıştır. Tutarlılığı sağlamak amacıyla veri toplama araçlarının tüm katılımcılara aynı koşullarda uygulanmasına ve rubrik kullanımında aynı ölçütlere bağlı kalınmasına özen gösterilmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2016).

Teyit edilebilirliği sağlamak üzere öğretmen ve öğrenci günlükleri üç araştırmacı tarafından bağımsız biçimde kodlanmış, kodlamalar karşılaştırılarak ortak temalar belirlenmiştir. Kodlayıcılar arası güvenilirlik, Miles ve Huberman’ın (1994) benzerlik formülü $\Delta = C \div (C+D) \times 100$ ile hesaplanmış ve %80’in üzerinde tutarlılık sağlanmıştır. Bu stratejiler aracılığıyla araştırmanın inanırlığı, aktarılabirliği, tutarlılığı ve teyit edilebilirliği güvence altına alındığı söylenebilir.

Uygulama

Çalışma kapsamında okul dışı öğrenme ortamlarında uygulanan robotik kodlama temelli STEM eğitimine göre ilgili ilk 3 hafta ders planları altışar ders saati, 4. hafta ders planı 4

ders saati olmak üzere toplamda 22 ders saati şeklinde hazırlanmış ve ortaokul öğrencilerine 4 hafta uygulama yapılmıştır. Birinci haftada öğrenciler iletken-yalıtkan maddeleri ayırt ederek basit elektrik devresi kurmuş, devre elemanlarını ve devre şeması gösterimini tanımış, blok tabanlı programlama aracının arayüzünü keşfetmiş ve LED devresi için ilk prototiplerini üretmiştir. İkinci haftada direnç kavramı ve renk kodları üzerinde çalışılmış; algoritma geliştirme, hata ayıklama ve döngü/koşul yapılarıyla trafik lambası senaryosu gibi devre-kod bütünleştirmeleri yapılmıştır. Üçüncü haftada önceki çıktılar geliştirilerek tasarımlar modüler hale getirilmiş, test sonuçları kayda alınmış ve iyileştirmeler yapılmıştır. Dördüncü haftada öğrenciler, tasarımlarını işlevsel gereksinimlere göre nihai ürüne dönüştürmüş ve kısa sunumlarla süreçlerini paylaşmıştır. Tüm haftalarda mühendislik tasarım döngüsü (problemi tanımlama → çözüm üretme → prototipleme → test → iyileştirme) izlenmiştir. Uygulamaların öğrencilerdeki bilimsel süreç becerilerinin gelişimine yönelik katkısına ilişkin veriler, uygulama sürecinde öğrencilerden alınan çalışma kağıtları ile toplanmıştır. Her ders sonunda katılımcılardan günlük tutmaları istenmiş olup bu günlükler derslerin bitiminde toplanmıştır. Bununla birlikte uygulayıcı-araştırmacı tarafından da her ders sonunda öğretmen günlükleri tutulmuştur. Ayrıca dersler başlamadan önce ve en son ders bitiminden sonra mesleki ilgi bilgi formu ile öğrencilerin STEM mesleklerine karşı ilgilerinde değişim olup olmadığı araştırılmıştır. STEM uygulamaları dersi için hazırlanan 4 haftalık ders planlarında bulunan kazanımlar Tablo 3’te verilmiştir. Tablo 3’teki kazanım kodları Millî Eğitim Bakanlığı 2018 öğretim programlarından alınmıştır. F ile başlayan kazanımlar Fen Bilimleri, BT ile başlayan kazanımlar Bilişim Teknolojileri ve Yazılım, TT ile başlayan kazanımlar Robotik ve Kodlama (seçmeli) derslerine aittir. Kodlar “ders.sınıf düzeyi.ünite.kazanım(.alt-kazanım)” biçimindedir.

Uygulamada mikro-denetleyiciler blok tabanlı kodlama uygulaması ile kodlanmıştır. STEM etkinliğinin içeriğine göre mikro-denetleyicilere LED’ler, dirençler, RGB LED’ler entegre edilmiştir. Öğrencilerle yapılan etkinliklere dair görseller Şekil 1’de sunulmuştur.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde önceden belirlenmiş temalar doğrultusunda araştırmadan elde edilen veriler özetlenir ve yorumlanır. Betimsel analiz yapılırken görüşmelerden elde edilen veriler, dört aşamada analiz edilir (Yıldırım & Şimşek, 2016, s. 240):

- Çerçeve oluşturma
- Tematik çerçeveye göre verilen işlenmesi
- Bulguların tanımlanması
- Bulguların yorumlanması

Mesleki ilgi belirlemek için kullanılan görüşmelerden ve öğrencilere dağıtılan çalışma kağıtlarından elde edilen veriler, betimsel analiz yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrenci günlükleri ve öğretmen günlüklerinin analizinde MAXQDA 24 programı kullanılarak ilgili veri kaynaklarına ilişkin kod ve kategoriler oluşturulmuştur. Uygulanan çalışma kağıtları ve mesleki ilgi bilgi formlarından elde edilen veriler ise grafikler kullanılarak görselleştirilmiştir.

Tablo 3. STEM Uygulamaları Planı

Haftalar	Ders Saati	Kazanımlar
1. hafta	6	F.6.7.1.1 Maddeleri elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır. BT.5.5.1.1.Günlük hayatta yaşayabileceği bir probleme çözümler üretebilir. TT.7.D.1.4.Sunduğu çözümleri uygun malzemeler kullanarak ilk örnek yapabilir. F.4.7.1.2.Basit elektrik devresi kurarak elektrik enerjisini ışık enerjisine çevirebilir. RK.1.4.1.1.Robotik kodlamada kullanılan devre elemanlarını tanıtır. F.5.7.1.2.Kurduğu devrenin devre şemasını çizerek gösterebilir. BT.5.5.2.2., BT.6.5.2.1. Blok tabanlı programlama aracının ara yüzünü ve özelliklerini tanıtır. RK.1.5.2.1., RK.1.5.2.3., RK.1.5.2.5. LED uygulama devresi tasarlar ve blok tabanlı ortam üzerinde yerleştirip, test eder. M.5.2.4.1 Zaman ölçme birimlerini tanıtır, birbirine dönüştürür.
2.hafta	6	F.7.7.1.4.Direnç kavramını bilir. Direncin renk kodları kullanarak direncin değeri hesaplayabilir. M.6.1.1.1. Bir doğal sayının kendisi ile tekrarlı çarpımı üslü ifade olarak yazar ve değerini belirler. TT.A.1.4. Teknoloji tasarım ürünlerine günlük hayattan örnekler verir. RK.1.5.2.1., RK.1.5.2.5. LED'ler kullanılarak Trafik lambası devresi kurularak çalıştırabilir. BT.5.5.1.16. Bir algoritmayı test ederek hataları ayıklar. BT.6.5.1.8 Hatalı bir algoritmayı doğru çalışacak biçimde düzenler. BT.5.5.2.3. Blok tabanlı programlama ile doğru algoritmayı oluşturur. M.5.1.2.12., M.6.1.1.4 Dört işlem içeren problemleri çözer.
3.hafta	6	Işıklı reklam panolarının tasarımı yapılırken Arduino ile kodlanarak yapıldığını fark eder. BT.6.5.1.5., BT.6.5.1.6. Bir problem çözümü için algoritma oluşturur ve test eder. M.6.1.7.2. Her bir parçanın bütüne oranını belirler. Problem durumlarında oranlardan biri verildiğinde diğerini bulur. TT.A.1.4. Teknoloji tasarım ürünlerine günlük hayattan örnekler verir. BT.6.5.1.8 Hatalı bir algoritmayı doğru çalışacak biçimde düzenler. M.6.1.2.5. iki doğal sayının ortak bölenleri ve ortak katlarını belirler ve ilgili problemleri çözer. F.6.3.2.2. Yol zaman ve hız arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir
4.hafta	4	RGB LED ne olduğunu keşfeder. TT.A.1.4. Teknoloji tasarım ürünlerine günlük hayattan örnekler verir. F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğunu sonucunu çıkarır. M5.1.1.3 Kuralı verilen sayı ve şekil örüntülerinin istenen adımlarını oluşturur.

**Şekil 1.STEM etkinliklerine ait fotoğraflar****Bulgular****Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Elde Edilen Bulgular**

Tablo 4'te, öğrencilerin dört hafta boyunca on farklı bilimsel süreç becerisine ilişkin rubrik puanları gösterilmektedir. Her hücrede yer alan sayılar, öğrencinin ilgili beceriye ait sırasıyla

birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü haftalardaki rubrik puanını göstermektedir.

Tablo 4 incelendiğinde, gözlem becerilerinde Ö9, Ö3, Ö14, Ö13 ve Ö10 kodlu öğrencilerde süreç başlangıcına göre bir değişiklik olmamıştır. Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11 ve Ö12 kodlu öğrencilerde süreç içerisinde gözlem becerisine ait artışlar görülmektedir. Tablo 4'teki veri kaydetme sütunu incelendiğinde Ö1, Ö10, Ö7 ve Ö13 kodlu öğrencilerde süreç içerisinde veri kaydetme becerisi düzeyinde azalma olduğu görülmektedir. Ö2, Ö9, Ö5, Ö14, Ö8 ve Ö6 kodlu öğrencilerde veri kaydetme becerisine ilişkin başlangıçtaki düzeylerine göre değişim gözlenmemiştir. Bu öğrencilerden Ö2, Ö5, Ö6, Ö8 ve Ö14 kodlu öğrencilerin zaten en yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Ö3, Ö4, Ö11 ve Ö12 kodlu öğrencilerde ise gelişim gözlendiği görülmektedir. Ö9 kodlu öğrenci üçüncü haftada ve Ö10 kodlu öğrenci dördüncü haftadaki etkinliği boş bırakmıştır.

Tablo 4'teki veri yorumlama sütunu incelendiğinde Ö1, Ö3 ve Ö14 kodlu öğrenciler 4. hafta bu becerinin gözlemlendiği derse katılmamışlardır. Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö13 ve Ö14 kodlu öğrencilerde veri yorumlama beceri düzeylerinin başlangıca göre azaldığı görülmektedir. Ö10, Ö11, Ö7 ve Ö8 kodlu öğrencilerde bu beceri düzeyinde süreç içinde değişiklikler olmasına rağmen ilk haftaya göre bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Bu öğrencilerden Ö7 ve Ö11 kodlu öğrencilerin zaten en yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Ö12, Ö6 ve Ö9 kodlu öğrencilerin veri yorumlama becerilerinin süreç içerisinde arttığı görülmektedir.

Tablo 4. Bilimsel süreç becerileri rubrik puanları

Gözlem	Veri kaydetme	Veri Yorumlama	Grafik Model Oluşturma	Hipotez Kurma	Önceden Kestirme	Modelleme	Sınıflama	Sonuç Çıkarma ve Yorumlama	Uzay Sayı İlişkileri	
Ö1	1-2-2-3	4-0-2-3	3-2-2-	1-1-3-0	1-1-1-	4-2-2-3	0-0-4-	3-3-3-	0-0-4-	0-4-4-4
Ö2	0-1-2-1	4-4-3-4	4-4-4-0	1-2-3-1	4-4-4-4	4-2-3-4	0-2-2-3	4-3-3-4	4-2-3-4	3-4-4-4
Ö3	1-1-2-1	1-2-4-4	3-1-1-	3-4-4-4	4-1-2-	4-4-0-	0-1-4-	4-2-3-	0-1-4-	3-4-4-4
Ö4	0-2-3-2	2-2-4-4	3-1-2-0	2-2-3-4	4-3-3-4	4-0-3-4	1-2-3-4	3-2-2-4	0-0-4-4	2-4-4-4
Ö5	0-3-3-2	4-4-3-4	2-4-4-0	4-3-4-4	4-2-4-4	4-0-4-4	1-3-4-4	4-2-4-4	3-4-4-4	3-4-4-4
Ö6	0-1-2-1	4-4-3-4	2-4-1-4	3-3-3-4	0-0-2-2	4-2-2-4	1-1-4-3	2-2-3-3	1-2-3-4	0-4-3-4
Ö7	1-1-2-2	4-3-3-3	4-4-3-4	3-4-3-4	3-4-3-4	4-4-4-4	0-1-2-3	3-3-3-4	4-4-4-4	1-2-3-4
Ö8	1-1-2-3	4-3-4-4	2-4-4-2	3-3-3-3	4-2-3-3	4-4-4-4	1-0-2-2	1-1-3-4	1-4-3-4	0-4-4-4
Ö9	1-1-1-1	2-3-0-2	2-3-1-4	1-4-4-4	1-4-2-4	4-3-2-0	0-0-2-2	3-2-3-3	3-0-3-4	1-3-3-3
Ö10	1-1-1-1	4-4-4-0	2-2-4-2	1-1-3-0	1-1-0-3	4-0-0-4	0-0-2-3	3-2-2-4	0-2-3-3	2-4-3-4
Ö11	1-2-2-2	3-4-4-4	4-3-4-4	2-2-4-4	1-2-4-4	4-4-4-4	0-1-3-3	2-2-2-4	3-3-4-4	3-4-4-4
Ö12	0-1-2-2	1-3-4-4	0-1-3-3	1-2-3-3	0-0-1-3	1-0-0-1	0-0-1-1	3-3-1-1	1-3-4-4	2-4-3-4
Ö13	1-1-3-1	4-3-4-3	4-3-4-0	3-3-4-4	2-1-3-4	4-0-3-4	2-4-2-4	3-3-3-4	1-2-4-4	2-4-4-4
Ö14	1-2-2-1	4-3-4-4	4-4-3-	2-2-2-0	2-4-4-	4-4-4-	2-4-4-	4-3-2-	1-3-4-	2-4-4-4

Tablo 4 incelendiğinde Ö1, Ö14 ve Ö10 koduna sahip olan öğrencilerin grafik ile modelleme becerisinde düşüş olduğu, Ö2 kodlu öğrencinin süreç içerisinde bu beceride yükselme gösterse bile süreç sonunda başlangıçtaki seviyesine döndüğü görülmüştür. Ö5 ve Ö8 kodlu öğrencilerde de değişim gözlenmemiştir. Ö5 kodlu öğrenci en yüksek düzeyde sabit kalmıştır. Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerde süreç içerisinde bu beceride artış olduğu görülmektedir. Öğrencilerin geneline bakıldığında, uygulama sürecinde grafik model oluşturma becerisi bakımından yükselme gösterdikleri söylenebilir.

Tablo 4'teki hipotez kurma becerisi incelendiğinde Ö1, Ö3 ve Ö14 kodlu öğrenciler bu becerinin gözlemlendiği derslerin son haftasında derse katılamamışlardır. Ö3 ve Ö8 kodlu öğrencilerde hipotez kurma beceri düzeylerinin başlangıça göre azaldığı görülmektedir. Ö1, Ö2, Ö4 ve Ö5 kodlu öğrencilerde bu beceri düzeyinde bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Bu öğrencilerden Ö2, Ö4 ve Ö5 kodlu öğrencilerin zaten en yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13 ve Ö14 kodlu öğrencilerin hipotez kurma becerilerinin süreç içerisinde arttığı görülmektedir. Öğrencilerin genelinde uygulama sürecinde hipotez kurma becerisi yönünden artış olduğu söylenebilir.

Tablo 4'teki önceden kestirme becerisi incelendiğinde; Ö1, Ö3 ve Ö14 kodlu öğrenciler bu becerinin gözlemlendiği derslerin son haftasında derse katılamamışlardır. Ö1, Ö9 ve Ö3 koduna sahip olan öğrencilerin önceden kestirme becerisinde düşüş olduğu görülmektedir. Ö7, Ö8 ve Ö11 kodlu öğrencilerin zaten en üst seviyede oldukları ve süreç içerisinde de değişim göstermedikleri görülmektedir. Ö2, Ö4, Ö10, Ö5, Ö6, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerde bu beceride süreç içerisinde düşüşler gözlemlense de yine başlangıç düzeyine döndüğü görülmektedir. Verileri önceden kestirme becerisinde süreç içerisinde artış olan öğrenci bulunmamaktadır. Modelleme becerisi incelendiğinde Ö1, Ö3 ve Ö14 kodlu öğrencilerin dördüncü hafta derslerinden modelleme becerisinin olduğu derse katılamamışlardır. Bu sebeple veri kaybı görülmektedir Öte yandan modelleme becerisinde uygulamaya katılan öğrencilerin tümünde ilk haftaya göre artış görülmektedir.

Tablo 4 incelendiğinde Ö1, Ö3 ve Ö14 kodlu öğrencilerin dördüncü hafta derslerinden sınıflama becerisinin olduğu derse katılamamışlardır. Ö3, Ö12 ve Ö14 kodlu öğrencilerde düşüşler görülmektedir. Ö1, Ö2, Ö5 ve Ö9 kodlu öğrencilerde sınıflama becerisinde süreç içinde değişimler olsa da ilk hafta gözlemin yapıldığı düzeye döndükleri görülmektedir. Bu öğrencilerden Ö2 ve Ö5 kodlu öğrencilerin zaten en yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11 ve Ö13 kodlu öğrencilerde sınıflama becerisinde süreç içerisinde artış görülmektedir.

Tablo 4'teki sonuç çıkarma ve yorumlama becerisi incelendiğinde Ö1, Ö3 ve Ö14 kodlu öğrencilerin dördüncü hafta derslerinden bu becerinin olduğu derse katılamamışlardır. Ö2 ve Ö7 kodlu öğrencilerde sonuç çıkarma ve yorumlama becerisinde değişim görülmemektedir ama zaten bu öğrencilerin bulunduğu düzeyinde en yüksek olduğu görülmektedir. Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13 ve Ö14 kodlu öğrencilerde bu beceride süreç içerisinde artış görülmektedir. Tablo 4 incelendiğinde, uzay ve sayı ilişkileri becerilerinde uygulamaya katılan öğrencilerin tümünde süreç içerisinde ilk haftaya göre artış görülmektedir.

Öğretmen Günlüklerinden Elde Edilen Veriler

Öğretmen günlüklerinden elde edilen bulgular; bilimsel süreç becerilerine katkı, öğrenci ilgisi, öğrenci kazanımları ve karşılaşılan güçlükler olmak üzere 4 kategoride incelenmiştir. Öğretmen günlüklerinden elde edilen bulgulara ilişkin hiyerarşik kod alt modeli Şekil 2'de verilmiştir.

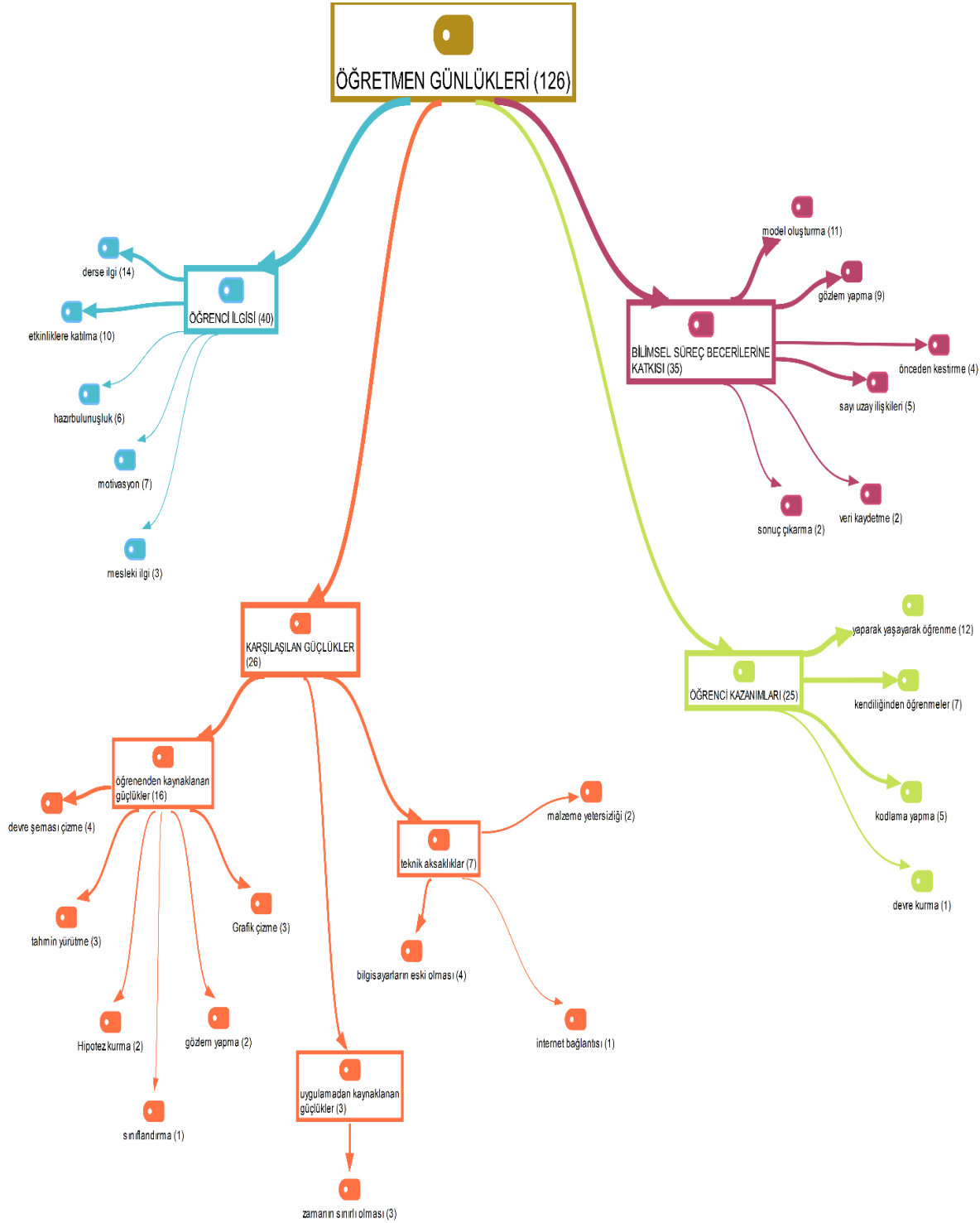
Şekil 2 incelendiğinde, öğretmen günlüklerinden elde edilen bulguların öğrenci ilgisi, uygulamanın bilimsel süreç becerilerine katkısı, öğrenci kazanımları ve karşılaşılan güçlükler olmak üzere 4 kategoriye ayrıldığı görülmektedir. Uygulamanın bilimsel süreç becerilerine katkısı incelendiğinde; öğrencilerde özellikle model oluşturma, gözlem yapma, sayı uzay ilişkileri kurma, veri kaydetme, sonuç çıkarma ve önceden kestirme becerilerinin geliştiği görülmektedir. Öğrencilerin ilgisi kategorisi incelendiğinde; öğrencilerin derse karşı ilgili oldukları, etkinliklere katıldıkları, hazır-bulunurluk seviyelerinin ve motivasyon düzeylerinin yüksek olduğu, mesleki bilgilerinin olduğu görülmektedir. Öğrenci kazanımları kategorisi incelendiğinde;

öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrendikleri, kendiliğinden öğrenmelerin gerçekleştiği, kodlama yapma ve devre kurma becerilerini kazandıkları görülmektedir. Karşılaşılan güçlükler kategorisi ise üç alt boyutta incelenmiştir. Bunlardan en fazla vurgulanan, öğrenciden kaynaklanan güçlükler olmuştur. Öğrenciler devre şeması kurmada, tahmin yürütmede, hipotez kurmada, sınıflandırmada, gözlem yapmada ve grafik çizmede zorlanmışlardır. Öte yandan zamanın sınırlı olması, uygulamadan kaynaklı güçlük olarak değerlendirilmiştir. Süreç içerisinde malzeme yetersizliği, internet bağlantısının

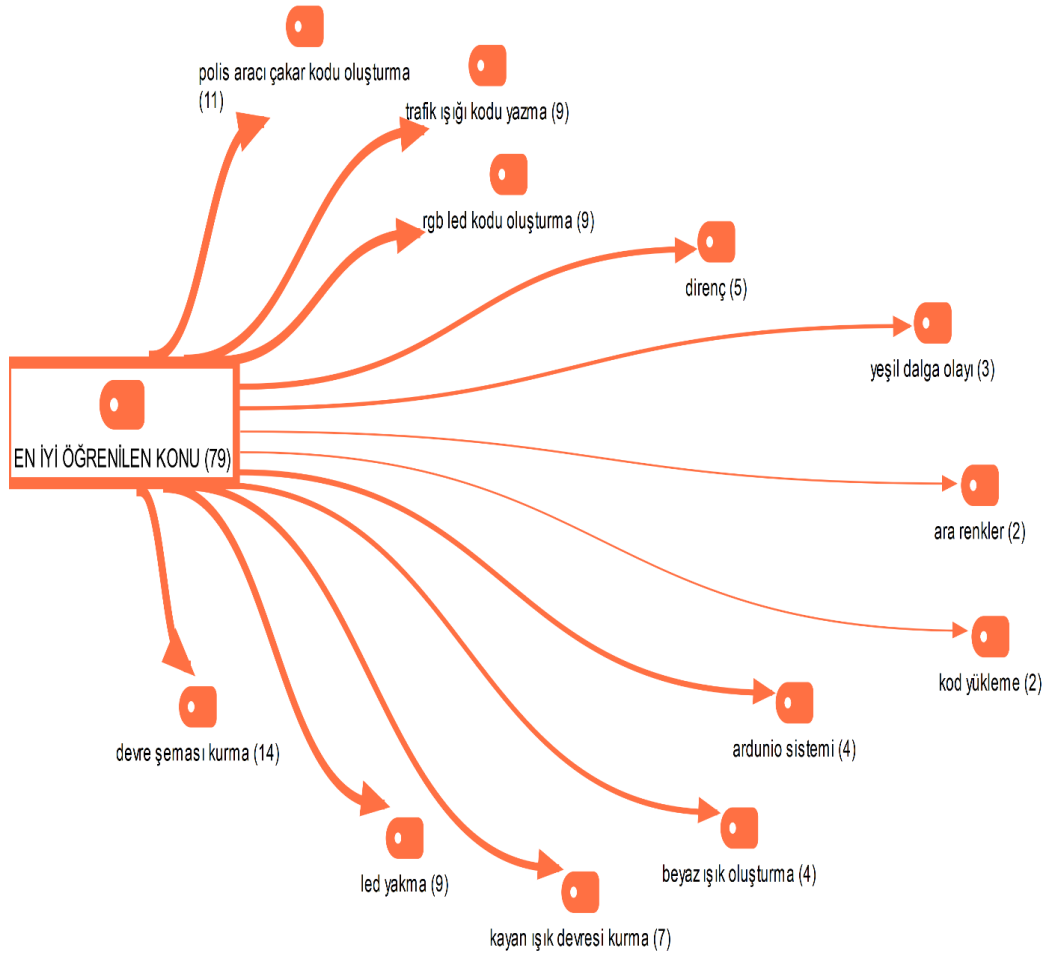
zayıf olması ve bilgisayarların eski olması gibi teknik aksaklıkların yaşandığı da görülmektedir.

STEM Uygulamaları ile İlgili Öğrencilerin Görüşleri

STEM uygulamaları ile ilgili öğrenci görüşleri, öğrenci günlükleri vasıtasıyla elde edilmiştir. Öğrenci günlüklerinden elde edilen bulgular; en iyi öğrenilen konular, öğrenmede zorlanılan konular, öğrencilerin keyif aldıkları etkinlikler ve öğrencilerin uygulamaya ilişkin görüşleri olmak üzere 4 kategoride incelenmiştir.



Şekil 2. Öğretmen günlükleri temasına ilişkin hiyerarşik kod alt modeli



Şekil 3. En iyi öğrenilen konu temasına ilişkin hiyerarşik kod alt modeli

Şekil 3'te görüldüğü gibi, öğrencilerin en iyi öğrendikleri konular kategorisinde en fazla tekrarlayan kodlar devre şeması kurma, polis aracı çakar kodu oluşturma, trafik ışığı kodu yazma, LED yakma, RGB LED kodu oluşturmadır. Bununla birlikte öğrenciler direnç, kayan ışık devresi kurma, yeşil dalga olayı, beyaz ışık oluşturma, Arduino sistemi, ara renkler ve kod yükleme konularını da iyi öğrendiklerini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin en iyi öğrendikleri konuya ilişkin günlüklerinde belirttikleri doğrudan alıntılardan örnekler şu şekildedir:

“LED’in parlaklığının hangi dirençlerde daha az, hangilerinde çok olduğunu en iyi öğrendim” (Ö6).

“Işıkların devre şemasını nasıl hazırlandığını çünkü başarılı olduğunu düşünüyorum.” (Ö8).

“Polis lambasının devresini kurmayı en iyi öğrendim. Çok sevdim kurarken.” (Ö11).

“Trafik ışığının kırmızı ile sarının aynı anda yanması ve kodlamayı” (Ö3).

“Yeşil dalga devre yaparken başarıyla devreyi yaptığım için” (Ö8).

“RGB LED’i kodlamayı çok iyi öğrendim” (Ö13).

“Kayan ışık yapmayı” (Ö12).

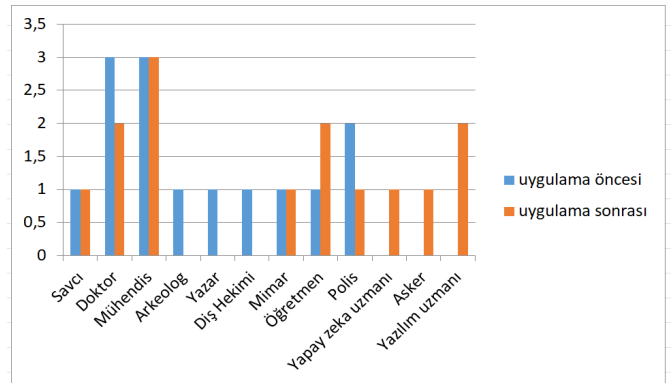
“RGB ve Arduino ikisinin de anladım ve kâğıtlar çok öğreticiydi” (Ö4).

Mesleki İlgiye Yönelik Bulgular

Mesleki ilgi bilgi formlarından elde edilen bulgular; seçmek istedikleri hedef meslek, kendilerini başarılı buldukları alanlar, teknoloji alanında ilgisini çeken meslekler, yapay zekâ ve otomasyon ile ilgili gelişmelerin takibi ve gelişmelere dair fikirleri, geleceğin meslekleriyle ilgili bilgileri, geleceğin

mesleklerinden birini seçip seçmeyeceği ve geleceğin mesleklerinden hangisini seçeceği ile ilgili altı bölümde ele alınmıştır.

Şekil 4 incelendiğinde uygulama öncesinde öğrencilerin doktorluk, mühendislik, polislik, mimarlık gibi meslekleri seçtikleri görülmektedir. Uygulama sonrasında ise öğrencilerden yazılım uzmanı ve yapay zekâ uzmanı gibi bilgisayar ve teknoloji ile ilgili mesleklerle yönelenlerin olduğu görülmektedir.

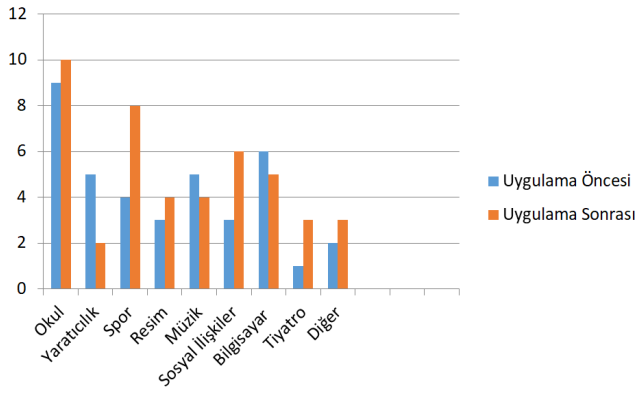
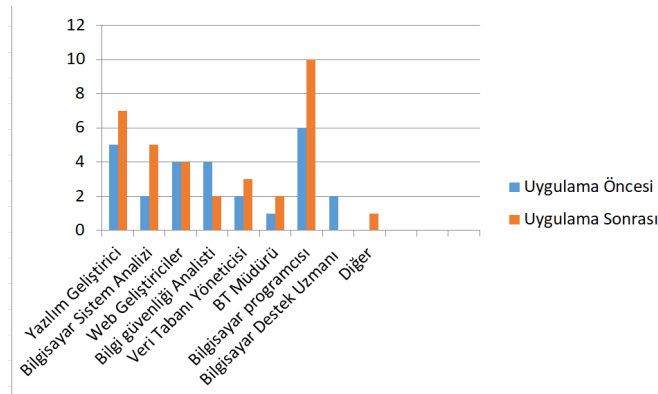


Şekil 4. Seçmek istedikleri hedef mesleklere ilişkin bulgular

Şekil 5'te öğrencilerin kendilerini başarılı buldukları alanlara ilişkin elde edilen veriler grafik olarak sunulmuştur. Şekil 5 incelendiğinde kendilerini başarılı buldukları alanların uygulama öncesinden uygulama sonrasına değişim gösterdiği ve okul, spor, resim, sosyal ilişkiler, tiyatro ve diğer alanlarda artış olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Geleceğin olası mesleklerinden hangilerini biliyorsunuz ve bunlardan hangilerinin ne iş yaptığını biliyorsunuz? sorusuna verilen öğrenci cevaplarının frekansları tablosu

	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
	Duydum	Ne Biliyorum	Duydum	Ne Biliyorum
Yapay Zekâ Mühendisi	9	3	0	5
Robotik Mühendisliği	10	1	0	4
Veri Bilimcisi	6	2	0	3
Büyük Veri Analisti	7	2	0	2
Siber Güvenlik Uzmanı	7	5	8	6
Medya ve İletişim Uzmanı	7	4	9	4
Marka Yöneticisi	6	3	6	8
Sosyal Medya Uzmanı	8	6	4	7
E Ticaret Yöneticisi	9	2	8	6
Oyun Tasarım Uzmanı	3	9	5	8
3D Üretim Mühendisi	6	4	6	7
Dijital Veri Dedektifiği	5	2	8	3
Aktüerlik	5	1	1	0
Blockchain Uzmanlığı	6	0	8	1
Epidemiyoloji Uzmanlığı	4	0	4	3
Meta verse Uzmanlığı	5	1	8	3
Nanoteknoloji Mühendisliği	6	2	7	6
E-Spor Oyuncululuğu	5	4	2	8
Dron Pilotluğu	8	3	7	7

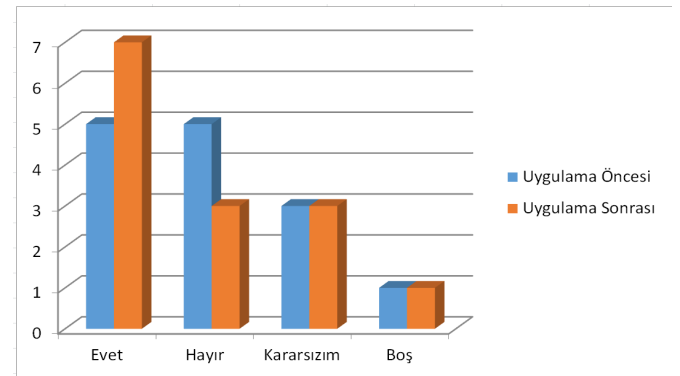
**Şekil 5.** Kendilerini başarılı buldukları alanlara ilişkin bulgular**Şekil 6.** Teknoloji alanında ilgisini çeken mesleklere ilişkin bulgular

Şekil 6 incelendiğinde teknoloji alanında ilgisini seçen meslekler bölümünde uygulama öncesinden uygulama sonrasına öğrenci seçimlerinde yazılım geliştirici, sistem analizi, veri tabanı yöneticisi, BT müdürü, bilgisayar programcısı mesleklerinde artış olduğu görülmektedir. Web geliştirici mesleğinde değişim olmadığı görülmektedir. Bilgi

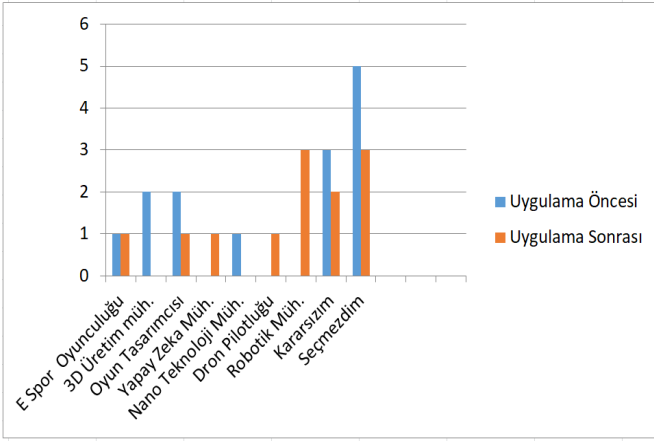
güvenliği analisti ve bilgisayar destek uzmanı mesleklerinde öğrenci seçimlerinde azalma olduğu görülmektedir.

Tablo 5 incelendiğinde, yapılan uygulamanın öğrencilerin geleceğin mesleklerinin neler olduğuna ilişkin bilgilerinde artışa yol açtığı görülmektedir.

Şekil 7 incelendiğinde “Geleceğin mesleklerinden birini seçmek ister miydiniz?” sorusunun olduğu bölümde uygulama öncesinden uygulama sonrasına verilen cevaplarda “evet” cevabı artarken “hayır” cevabı azalmış, kararsız olan ve boş bırakanların cevaplarının değişmediği görülmektedir.

**Şekil 7.** Geleceğin mesleklerinden birini seçmek ister mi? Sorusuna ilişkin bulgular

Şekil 8 incelendiğinde “Geleceğin mesleklerinden hangisini seçmek isterdiniz?” sorusunun olduğu bölümde uygulama öncesinden uygulama sonrasına verilen cevaplarda oyun tasarımcılığı, 3D üretim mühendisliği, nanoteknoloji mühendisliği meslekleri, “kararsızım” ve “seçmezdim” cevabını veren öğrencilerde azalma olduğu görülmektedir. E-spor oyuncululuğu mesleğini cevaplayanların sayısının değişmediği görülmektedir. Yapay zekâ mühendisliği, dron-pilotluğu, robotik mühendisliği mesleklerini seçen öğrenci sayısının arttığı görülmektedir.



Şekil 8. Geleceğin mesleklerinden birini seçmek istersen hangisini seçerdin? Sorusuna ilişkin bulgular

Tartışma ve Sonuç

Araştırmada, ortaokul öğrencilerine okul dışı öğrenme ortamında uygulanan STEM etkinlikleri aracılığıyla öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde ortaya çıkan değişimler incelenmiştir. Etkinlik sürecinde öğrencilere çalışma kâğıtları yaptırılmış ve öğrencilerin bu çalışma kâğıtlarına verdikleri cevaplar, bilimsel süreç becerileri bağlamında incelenmiştir. Ayrıca öğrencilerden uygulama sürecinde günlük tutmaları istenmiş ve uygulayıcı da süreç ile ilgili günlük tutmuştur. Bu günlüklerden elde edilen veriler, betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir.

Uygulama sürecinde öğrenci çalışma kâğıtları bilimsel süreç becerileri bağlamında incelendiğinde öğrencilerin gözlem yapma, grafiklerle hipotez kurma, önceden kestirme, sınıflama, sonuç çıkarma ve yorumlama, modelleme, uzay ve sayı ilişkileri ve grafiklerle model oluşturma becerilerinde süreç içerisinde gelişim gözlemlenirken veri yorumlama ve veri kaydetme becerilerinde süreç içerisinde gelişim gözlenmemiştir. Bu bulgulara göre, STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği sonucu çıkarılabilir. Alan yazında STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği sonucu ile paralel olan bazı sonuçlara ulaşılmıştır. Gökbayrak ve Karışan (2017) tarafından yapılan çalışmada kontrol grubu öğrencileri ile karşılaştırıldığında deney grubu öğrencilerinin gözlem yapma, ölçme, sınıflandırma, sayıları kullanma, veri toplama, veri analizi, hipotez kurma, tahminde bulunma, deney yapma ve yorumlama gibi bilimsel süreç beceri düzeylerinde olumlu yönde değişim gözlemlenmiştir. Keteci (2021) tarafından yapılan çalışma, 5. sınıf öğrencilerine STEM etkinlikleri entegre edilerek hazırlanmış bir ders planıyla işlenen derslerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde artırdığı sonucu ile araştırmanın sonucunu desteklemektedir. Bu çalışmalara ek olarak Güven (2022), Köngül ve Yıldırım (2021), Özkul ve Özden (2020), Ünal ve Aksüt (2021) tarafından yapılan çalışmalarda da bu araştırmanın sonuçları ile paralel bir biçimde STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

STEM uygulamaları ile öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinin nedenlerinden biri bu uygulamaların; öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmesini, günlük hayatla bağlantılı etkinlikler ve farklı materyaller kullanılması destekleyen uygulamalar olması ve bu durumun da öğrencilerin dikkatlerini cezbetmesi ve öğrenmeye olan isteklerini arttırması olabilir. Bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinin bir başka nedeni ise STEM uygulamaları ile

öğrenilenlerin matematik, fen, teknoloji ve mühendislik bilimleri ile sentezlenen bir yapıda olması sayılabilir. Nitekim Çiftçi (2018) tarafından yapılan çalışmada mühendislik tasarım süreci uygulamalarının yaparak yaşayarak öğrenme ortamı sunduğu, öğrenmenin kalıcı hâle getirilmesini sağladığı ve derse karşı öğrencinin motivasyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinden veri kaydetme becerisinde bir gelişmenin olmaması uygulamaya katılan öğrencilerden birçoğunun sözü edilen bu beceriye hali hazırda sahip olmasından kaynaklanabilir. Veri yorumlama becerisine ise bazı öğrencilerde düşüş olduğu tespit edilmiştir. Bu düşüşün sebebi konunun ilerleyişi nedeniyle ilerleyen haftalarda daha karmaşık hale gelmesi ve öğrencilerin verileri yorumlama konusunda güçlük yaşamaları olabilir.

Uygulama sürecini daha iyi açıklayabilmek için öğretmen günlüklerine de başvurulmuştur. Öğretmen günlüklerinin analizi sonucunda öğrenci ilgisi, uygulamanın bilimsel süreç becerilerine katkısı, öğrenci kazanımları ve karşılaşılan güçlükler olmak üzere 4 kategoriye ulaşılmıştır. Uygulamanın bilimsel süreç becerilerine katkısı kategorisinin öğrencilerde özellikle model oluşturma, gözlem yapma, sayı uzay ilişkileri kurma, veri kaydetme, sonuç çıkarma ve önceden kestirme kodlarından oluştuğu tespit edilmiştir. Öğretmen günlükleri ve çalışma kâğıtlarının değerlendirilmesinden elde edilen bulgular bir arada incelendiğinde; STEM uygulamalarının içerisinde gözlem yapma, grafiklerle hipotez kurma, önceden kestirme, sınıflama, sonuç çıkarma ve yorumlama, modelleme ve uzay, sayı ilişkileri becerilerini geliştirecek etkinlikler bulundurulması, bu uygulamaların öğrencilerin ilgisini, merakını cezbetmesi ve süreçten zevk almasını sağlaması sayesinde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı sonucuna varılabilir.

Ayrıca öğretmen günlüklerinden elde edilen bulgulara göre öğrencilerin ilgisi kategorisinin öğrencilerin derse karşı ilgili oldukları, etkinliklere katıldıkları, hazır-bulunmuşluk seviyelerinin ve motivasyon düzeylerinin yüksek olduğu, mesleki ilgilerinin oluştuğu kodlarından oluştuğu tespit edilmiştir. Öğrenci kazanımları kategorisi öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrendikleri, kendiliğinden öğrenmelerin gerçekleştiği, kodlama yapma ve devre kurma becerilerini kazandıkları kodlarından oluşmaktadır. Karşılaşılan güçlükler kategorisi ise 3 alt boyutta incelenmiştir. Bunlardan en fazla vurgulanan öğrenciden kaynaklanan güçlükler olmuştur. Öğrenciler devre şeması kurmada, tahmin yürütmede, hipotez kurmada, sınıflandırmada, gözlem yapmada ve grafik çizmede zorlanmışlardır. Zamanın sınırlı olması, uygulamadan kaynaklı güçlük olarak değerlendirilmiştir. Süreç içerisinde malzeme yetersizliği, internet bağlantısının zayıf olması ve bilgisayarların eski olması gibi teknik aksaklıkların yaşandığı tespit edilmiştir.

Çalışmada STEM uygulamaları sürecinde öğrencilerin STEM uygulamaları ile ilgili görüşlerini belirleyebilmek için öğrenci günlüklerine başvurulmuştur. Öğrenci günlüklerinden elde edilen bulgular; en iyi öğrenilen konular, öğrenmede zorlanılan konular, öğrencilerin keyif aldıkları etkinlikler ve öğrencilerin uygulamaya ilişkin görüşleri olmak üzere 4 kategoride incelenmiştir. En iyi öğrenilen konular kategorisinde en fazla tekrarlayan kodların devre şeması kurma, polis aracı çakar kodu oluşturma, trafik ışığı kodu yazma, LED yakma, RGB LED kodu oluşturma olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak direnç, kayan ışık devresi kurma, yeşil dalga olayı, beyaz ışık oluşturma, Arduino sistemi, ara renkler ve kod yükleme konularının da öğrenciler tarafından iyi öğrenildiğini belirttiği tespit edilmiştir. Bu tespitten yola

çıkarak okul dışı öğrenme ortamlarında STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimleri dersindeki elektrik devresi oluşturma, direnç, ana ve ara renkleri, sürat hesaplama gibi konuları daha iyi öğrenmelerini teşvik edebilir. Çetin (2019), ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada Fen Bilimleri dersinde STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını ve öğrenilenlerin kalıcı olmasına katkı sağladığını bulmuştur.

Çalışmada öğrencilerin en iyi öğrendikleri konularda devre şeması kurma ve devre şeması çizme ilk sırada gelmektedir. Ayrıca öğrenciler en zorlandıkları konu kategorisinde de ilk haftalarda devre şeması kurma ve devre şeması çizmeyi belirtmişlerdir. Aynı zamanda bilimsel süreç becerilerinden en fazla gelişen becerilerden biri de öğrencilerin hem ilk haftalarda zorlandıkları konu olduğunu hem de sonrasında en iyi öğrendikleri konu olduğunu belirttikleri devre şeması kurma ve devre şeması çizme ile ilişkilendirilmiş olan modelleme becerisi olmuştur. Bu becerinin gelişmesindeki ana unsur teorik bilgiyi pratikte nasıl temsil edebileceklerini deneyimlemiş olmalarından olabilir. Çalışmada öğrenciler tarafından iyi öğrenilen konuların bulunmasının tersine öğrencilerin zorlandığı bazı konuların da bulunduğu tespit edilmiştir. Öğrenmede zorlanılan konular kategorisinde en sık tekrarlayan kodların polis aracı çakar kodu, trafik ışığı kodu, kod oluşturma, ara renk kodu oluşturma, devre şeması kurma, LED yakma, kod oluşturma ve direnç hesaplama kodları olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler Arduino'ya kod yükleme, RGB devre şeması, RGB LED kodu oluşturma, kayan ışık devre şeması, devre şeması çizme, kayan ışık kodu oluşturma ve kodu anlamada zorlandıklarını belirtmişlerdir. Çalışmada elde edilen bu sonuca benzer bir biçimde Dönmez (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler sonucunda öğretmen adaylarının Arduino eğitim setiyle uygulamaya gerçekleştiren özellikle bilgisayar üzerinden probleme dair kod yazma ve devre elemanları ile bağlantı yapma aşamasında zorlandıkları tespit edilmiştir. Benzer biçimde Varol (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerde süreç başında problemi bireysel çözmeye çalışma, çizimleri oluştururken kendilerini ifade etmelerindeki yetersizlik, kafalarında oluşturdukları şemaları çizime dökememeleri, ürün ortaya çıktıktan sonra sunum aşamasında heyecanlanarak ürünün özelliklerini sunma ve tanıtmada yetersizlik olduğu gözlemlenmiştir. Fakat zaman içerisinde öğrencilerin problemi anlama, STEM ile ilişkilendirme, etkili sunum yapma, dayanıklı ve sağlam ürünler ortaya koyma, etkili iletişim becerileri, öz değerlendirme, grupla hareket etme gibi becerilerin geliştiği gözlemlenmiştir.

Elde edilen bu bulgulara göre, öğrencilerin öğrenmekte ve yapmakta zorlandıkları konuların bulunduğunu ancak yine bunları iyi bir biçimde öğrendiklerini belirttikleri söylenebilir. Dolayısıyla öğrenciler kod yazma, devre kurma, devre şeması kurma gibi konularda zorlansalar bile STEM uygulamalarının öğrencilerin bu konuları öğrenmelerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılabilir.

Öğrencilerin keyif aldıkları etkinlikler kategorisinde polis aracı çakar yapımı, kod yazıp yükleme, deney yapma, RGB devresi kurma, kayan ışık devresi yapma, deney yapma ve ara renk oluşturma kodlarının sıklıkla tekrar ettiği ayrıca öğrencilerin trafik lambası devresi, LED devresi oluşturma, ışıkların çalışmasını izleme, beyaz ışık oluşturma ve yeşil dalga etkinliklerinin de en çok keyif aldıkları etkinlikler olarak ifade ettikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin uygulamaya ilişkin görüşleri kategorisinde en sık tekrar eden kodların

kolay, eğlenceli ve keyifli kodları olduğu görülmektedir. Öğrenciler uygulamayı kolay bulmalarına ve keyif almalarına rağmen sıklıkla kod yazımının da kafa karıştırıcı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler çok iyi öğrendiklerini, öğretmenin iyi anlattığını, çalışma kâğıtlarını öğretici bulduklarını, konuyu sevdiklerini, öğrenme isteklerinin arttığını, uygulamanın rahatlatıcı olduğunu, hoşlarına gittiğini ve uygulamanın devam etmesini istediklerini söylemişlerdir. Öte yandan şemaları uzun olduğu için sığdıramadıklarını ve yaparken zorlandıklarını ifade eden öğrenciler de olmuştur.

Öğrencilerin keyif aldığı etkinliklere ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşleri kategorisine ait kodlar analiz edildiğinde, öğrencilerin aslında STEM uygulamalarından keyif aldıkları, bazı etkinliklerde zorlanan ve kafaları karışan öğrenciler bulunmasına rağmen öğrencilerin bu uygulamaları çok sevdikleri ve uygulamalara devam edilmesini istedikleri sonucuna ulaşılmaktadır. Gazibeyoğlu ve Aydın (2022) yapmış oldukları çalışmada, derslerde STEM uygulamalarının kullanılmasının işlenen dersleri daha eğlenceli ve aktif kıldığı, öğrenilen konuların ise daha iyi anlaşıldığı sonucuna ulaşmışlardır. Öğretmen günlüklerinden elde edilen veriler analiz edildiğinde, elde edilen sonuçların öğrenci günlüklerinden elde edilen sonuçları destekler nitelikte olduğu görülmektedir. Öğretmen günlüklerinde de öğrenci günlükleri ile benzer şekilde öğrencilerin süreçten keyif aldıkları, derse karşı ilgi ve motivasyonlarının yüksek olduğu, öğrencilerin kodlama ve devre becerilerini kazandıkları sonuçlarına ulaşılmıştır. Öğrenci günlüklerine ek olarak öğretmen günlüklerinde öğrencilerin devre şeması kurma, tahmin yürütme, hipotez kurma, sınıflandırma, gözlem yapma ve grafik çizmede zorlandıkları ve zamanın sınırlı olması gibi uygulamadan kaynaklı güçlük yaşandığı, süreç içerisinde malzeme yetersizliği, internet bağlantısının zayıf olması ve bilgisayarların eski olması gibi teknik aksaklıkların yaşandığı tespit edilmiştir. Yumbul ve Bayraktar (2022) yaptıkları araştırmada, STEM uygulamalarının bir parçası olan robotik uygulamalar sırasında en sık karşılaşılan güçlüklerin teknolojik alt yapı ve donanım eksikliği sorunu olduğunu vurgulamışlardır.

Araştırmada, ortaokul öğrencilerine 4 haftalık bir sürede STEM uygulamalarından biri olan Arduino etkinlikleri uygulanmıştır. Bu etkinlikler öncesinde ve sonrasında öğrencilerle yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin mesleki ilgi alanlarında nasıl bir değişiklik olduğu araştırılmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler analiz edilerek çeşitli sonuçlara ulaşılmıştır. Yapılandırılmış görüşmeler analiz edildiğinde uygulama öncesinde öğrencilerin doktor, mühendis, polis, mimar gibi meslekleri seçtikleri görülmektedir. Uygulama sonrasında ise öğrencilerden yazılım uzmanı ve yapay zekâ uzmanı gibi bilgisayar ve teknoloji ile ilgili mesleklerle yönelenlerin olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin kendilerini başarılı buldukları alanlarda uygulama sonrasında okul, spor, resim, sosyal ilişkiler, tiyatro ve diğer alanlarda artış olduğu tespit edilmiştir. Teknoloji alanında öğrencilerin ilgisini çeken mesleklerden uygulama öncesinden uygulama sonrasında yazılım geliştirici, sistem analizi, veri tabanı yöneticisi, BT müdürü, bilgisayar programcısı mesleklerinde artış olduğu, web geliştirici mesleğinde değişim olmadığı ve bilgi güvenliği analisti, bilgisayar destek uzmanı mesleklerinde öğrenci seçimlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada öğrencilerin geleceğin meslekleri bilme ile ilgili frekansların uygulama öncesinde uygulama sonrasında göre daha düşük olduğu, "Geleceğin mesleklerini seçer misiniz?" sorusuna

öğrencilerin cevaplarında uygulama sonrası cevaplarda uygulama öncesi cevaplara göre “hayır” cevabından “evet” cevabına doğru bir değişim olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevaplar analiz edildiğinde öğrencilerin STEM uygulamaları sonrasında bilgisayar ve teknoloji ile ilgili mesleklere yönelimlerinin olduğu, teknoloji alanındaki öğrencilerin ilgisini çeken mesleklerin yazılım geliştirici, sistem analizi, veri tabanı yöneticisi, BT müdürü, bilgisayar programcısı meslekleri olduğu, geleceğin mesleklerini daha iyi tanıdıkları ve bu meslekleri seçmek isteyen öğrencilerin sayısında artış olduğu sonucu çıkarılabilir. Dolayısıyla STEM uygulamaları sürecinde öğrencilerin mesleki alanlarında STEM ile alakalı mesleklere ilgilerinde pozitif yönde bir değişim olduğu söylenebilir. Bu değişim öğrencilerin STEM uygulamaları süresinde bu uygulamalardan keyif almaları ve kodlar yazarak, devreler kurarak kendilerine bu alanda güven kazanıp bu mesleklere yönelme ve bu meslekleri merak etmeleri nedeniyle gerçekleşmiş olabilir.

Araştırmada öğrencilerin STEM ile alakalı mesleklere ilgilerinin arttığı sonucu ile benzer nitelikte sonuçlara ulaşan çalışmalardan biri Çiftçi (2018) tarafından yapılmış olup bu çalışmada STEM uygulamalarına dayalı etkinliklerin öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Gündüz-Bahadır ve Özay-Köse (2021) tarafından yapılan çalışma da bu çalışmanın sonuçlarıyla paralel olup çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgilerinde önemli bir değişikliğe sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu değişikliğin uygulama süresince yapılan etkinliklerde STEM entegrasyonunun sağlanması, her etkinlik sonunda öğrencilerden, yapılan etkinliklerin hangi mesleklerle ilişkili olabileceğini belirlemelerinin istenmesinden kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir. Çiftçi (2018) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin STEM mesleklerini yapma noktasında çok istekli olması, STEM alan ve meslekleri hakkında bilgi edinmesi, STEM alanlarına karşı ilgi ve istek içerisinde olması biçimindeki öğretmen görüşleri araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Bununla birlikte Doğan (2019), Özkul ve Özden (2020) ve Varol (2020) tarafından yapılan çalışmalarda da araştırmanın sonucu ile benzer nitelikte STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM mesleklerine ilgilerini arttırdığı yönündedir.

Araştırma ile ilgili yapılan tüm yorumlar ve veri toplama araçlarından elde edilen tüm sonuçlar bir arada incelendiğinde; STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin zaman içerisinde gelişmesini sağladığı görülmüştür. STEM uygulamaları vasıtasıyla öğrencilerin STEM ile ilgili mesleklere karşı ilgisinin arttığı ve bu ilgi artışının bir sonucu olarak öğrencilerin geleceğin meslekleri ile ilgili bilgilerinin de arttığı söylenebilir. STEM uygulamaları sonucunda öğrencilerin STEM ile alakalı mesleklere ilgilerinde pozitif yönde bir değişim olduğu söylenebilir.

Uygulama sürecinde tespit edilen bilişsel süreç becerilerinin ve mesleki ilgilerinin gelişmesi; öğrencilerin bu uygulamalardan keyif alması, uygulama yaparken eğlenmesi bir yandan da öğrenmesi, kodlar yazıp şemalar kurarken edindikleri beceriler, süreçte aktif biçimde yer almaları, ayrıca öğretmen günlüğünde belirtilen öğrencilerin mesleki ilgilerindeki artış ve kendiliğinden öğrenmelerin gerçekleşmesi gibi nedenlere bağlanabilir.

Öneriler

Bu araştırmanın bulguları, okul dışı robotik temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Bu nedenle fen bilimleri öğretmenleri, özellikle elektrik ve kodlama ünitelerinde benzer bütüncül etkinlikleri planlı biçimde kullanabilirler. Öğrencilerin gözlem, modelleme, sınıflama ve uzay-sayı ilişkileri becerilerinde görülen artış, etkinliklerin somut ürün odaklı olmasının ön plana çıkarmaktadır. Bu nedenle öğretmenler, her etkinliği somut bir problem ve öğrenci ürünü ile ilişkilendirmeye gayret göstermelidirler. Ayrıca öğretmenlere, her deney veya tasarım etkinliği için standart veri toplama tabloları, grafik şablonları ve örnek yorumlar sunmaları önerilebilir. Bu tür adım adım rehberlik, özellikle ortaokul öğrencilerinin soyut verileri anlamlandırma sürecini kolaylaştırabilir.

Araştırmada öğrencilerin kod yazma, devre şeması çizme ve grafik oluşturma aşamalarında zorlandıkları görülmüştür. Bu nedenle gelecekteki uygulamalarda süre daha esnek planlanabilir ve temel kavramlar için ek alıştırmalar düzenlenebilir. Uygulamaların daha verimli olması adına STEM kulüplerinde kullanılacak malzeme çeşitliliğini artırılabilir; güncel bilgisayar, internet ve mikrodenetleyici altyapısını sağlanabilir. Altyapı yetersizliklerinin giderilmesi hem uygulamaların sürdürülebilirliğini artıracak hem de öğrencilerin motivasyonunu koruyacaktır. Bulgular, STEM uygulamalarının öğrencilerin geleceğin mesleklerine yönelik bilinç ve ilgilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu nedenle rehberlik servisleri, kulüp etkinliklerine kariyer tanıtım oturumları, rol model buluşmaları ve meslek gözlemleri entegre edebilir. Özellikle yapay zekâ, robotik, yazılım geliştirme gibi alanlarla ilişkili etkinliklerde, mesleklerin toplumsal katkısı vurgulanabilir.

Yazar Katkı Oranı

Bu makalenin yazımında yazarlar eşit düzeyde katkı sağlamışlardır. Her iki yazar çalışmanın son halini okumuş ve onaylamıştır. Çalışma, ikinci yazarın danışmanlığında yürütülen birinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Etik Kurul Beyanı

Araştırma için gerekli etik kurul onayı Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu Başkanlığı tarafından 01.03.2024 tarihli ve 02 sayılı toplantısı kapsamında alınmış ve araştırmanın tüm süreçlerinde etik kurallara uyulmuştur.

Çatışma Beyanı

Yazarlar, çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu. <https://www.avdin.edu.tr/tr-akademik/fakulteler/egitim/Documents/STEM%20E%C4%9Fi%20T%C3%BCrkiye%20Raporu.pdf>
- Ayas, A. (2006). *Fen bilgisi öğretiminde laboratuvar kullanımı*. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları. <http://docplayer.biz.tr/10753393-%20Fen-bilgisi-ogretiminde-laboratuvar-kullanimi.html>
- Bozdoğan, A. E. (2007). *Bilim ve teknoloji müzelerinin fen öğretimindeki yeri ve önemi* (Tez No. 207028) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Bybee, R. W., (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Chin, R. C. (2004). Museum experience: A resource for scienceteachereducation. *International Journal of ScienceandMathematicsEducation*, 2, 63-90. <https://doi.org/10.1023/B:IJMA.0000026536.75034.34>
- Cox-Petersen, A. M. (1999). Dive into research at the aquarium. *Science Activities*, 36(3), 34-36. <https://doi.org/10.1080/00368129909601053>
- Creswell, J. W. & Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into Practice*, 39, 124-130. http://dx.doi.org/10.1207/s15430421tip3903_2
- Çetin, S. (2019). *STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi* (Tez No. 28676702 [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan University-Konya]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi* (Tez No. 505921) [Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi-Rize]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Doğan, İ. (2019). *STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi* (Tez No. 561644) [Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Dönmez, M. C. (2020). *Robotik uygulamaların aday öğretmenlerin STEM farkındalıkları, fen öğretmeye yönelik öz yeterlikleri ve STEM'e yönelik tutumları üzerine etkileri* (Tez No. 636442) [Yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi-Kırşehir]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 171-190. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9027-1>
- Gazibeyoğlu, T., & Aydın, A. (2020). STEM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 724-752.
- Glesne, C. (2015). *Nitel araştırmaya giriş* (5. Baskı) (A. Ersoy & P. Yalçınoğlu, Çev. Ed.). Anı. (Çalışmanın orijinali 2010'da yayımlanmıştır).
- Gökbayrak, S. & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Griffin, J. (2004). Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, 88(1), 59-70. <https://doi.org/10.1002/sce.20018>
- Guisasola, J., Morentin, M., & Zuza, K. (2005). School visits to science museums and learning sciences: a complex relationship. *Physics Education*, 40(6), 544-549. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/40/6/006>
- Gündüz-Bahadır, E. B., & Özyay-Köse, E. (2021). STEM eğitimlerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına ve STEM mesleklerine olan ilgilerine etkisi. *ESTÜDAM Eğitim Dergisi*, 6(1), 12-30.
- Güven H. (2022). *STEM ve STEM temelli robotik etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve üstbiliş becerilerine etkisi* (Tez No. 718068) [Yüksek lisans tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi-Erzincan]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Johnson, A. P. (2019). *Eylem araştırması el kitabı* (3. baskı) (Y. Uzuner & M. Özten-Anay, Çev. Ed.). Anı.
- Karaşah-Çakıcı, F., Kol, İ., & Yaman, S. (2023). STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(87), 235-255. <https://doi.org/10.17755/esosder.1331946>
- Keteci, H. E. (2021). *Çevrim içi STEM uygulamalarının (e-STEM) öğrencilerin kavram öğrenmeleri ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Tez No. 690021) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Köngül, Ö., & Yıldırım, M. (2021). STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve performanslarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 18(2), 159-184. <https://doi.org/10.14687/jhs.v18i2.6066>
- Mahony, T., K. (2010). *Connecting formal and informal learning experiences*. [Unpublished doctoral dissertation]. University of Washington.
- Merriam, S. B. (2015). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* [Qualitative research: A guide to design and implementation]. (S. Turan, Çev. Ed.) (3. baskı). Nobel. (Çalışmanın orijinali 2009'da yayımlanmıştır)
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage Publications.
- Mutlu, M., & Aydoğdu, M. (2003). Fen bilgisi eğitiminde Kolb'un yaşantısal öğrenme yaklaşımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 15-29.
- National Research Council (NRC). (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering and mathematics*. The National Academies Press.
- Özkul, H. & Özden, M. (2020). Investigation of the effects of engineering-oriented STEM integration activities on scientific process skills and stem career interests: A mixed methods study. *Educationand Science*, 45(204), 41-63. <https://10.15390/EB.2020.8870>
- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers*. [Unpublished master's thesis]. Texas Woman's University.
- Tan, M., & Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 89-101.
- Ucar, S., & Trundle, K. C. (2021). The effect of informal and non-formal learning environments on students' STEM career interest and 21st-century skills. *Research in Science Education*, 51(6), 1443-1465. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09875-1>
- Ünal, M., & Aksüt, P. (2021). 4-6 yaş çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi* 5(1), 109-134. <https://10.24130/ecccd-jecs.1967202151290>
- Varol, D. G. (2020). *Tasarım temelli STEM eğitimi etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, STEM'e yönelik tutumlara ve STEM meslek ilgisine olan etkisinin belirlenmesi* (Tez No. 643390) [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi-Elâzığ]. Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yumbul, E., & Bayraktar, Ş. (2022). A systematic analysis of research on robotic applications conducted at primary school level in Turkey. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(22), 378-400. <https://doi.org/10.55605/ejedus.1158660>

Extended Summary

Introduction

In an era where scientific and technological competencies are considered critical for economic growth and innovation, STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education has emerged as a key component of global education reform. STEM goes beyond teaching discrete subjects; it provides an integrated learning framework where students develop cognitive, affective, and psychomotor skills needed for real-world problem solving (Bybee, 2010). Through its emphasis on inquiry, creativity, and interdisciplinary thinking, STEM education helps prepare learners for complex challenges in modern society (Kelley & Knowles, 2016).

Research consistently shows that students who engage with STEM activities are more likely to develop science process skills and exhibit increased interest in science-related careers (Mohr-Schroeder et al., 2014). However, most of these activities are implemented in formal school settings, often constrained by curriculum demands, time limitations, and rigid assessment structures. For this reason, integrating STEM practices into out-of-school learning environments—such as science clubs, museums, and field trips—has become increasingly relevant. These settings allow for more flexible, hands-on, and student-centered exploration, enabling deeper engagement with scientific concepts (Bevan et al., 2010; Falk & Dierking, 2000).

The current study investigates the effect of STEM education implemented in out-of-school environments on middle school students' science process skills and vocational interests. By using an action research design, the study provides a practical and reflective examination of how extracurricular STEM learning experiences influence students cognitively and affectively. The research is particularly significant within the Turkish educational context, where out-of-school STEM opportunities are limited and under-researched.

Method

The study was conducted using an action research design, a qualitative methodology that allows educators to critically examine their own practices through iterative cycles of planning, action, observation, and reflection (Yıldırım & Şimşek, 2018). This approach is suitable for examining context-specific interventions in real-world educational environments, particularly when the goal is to both improve practice and generate new insights.

The research took place in a public middle school in Erzurum, Turkey, within the scope of a "Science, Knowledge, and Technology Club." A total of 14 students from 6th and 7th grades voluntarily participated in the study. They were selected through convenience sampling, a purposive technique that prioritizes accessibility and willingness to participate.

Over a four-week period, students participated in a series of robotics-based STEM activities conducted in out-of-school learning environments. The instructional design consisted of lesson plans totalling 22 class hours, with the first three weeks comprising six hours per week and the final week consisting of four hours. The activities were structured around real-world problems and implemented through an interdisciplinary framework integrating science, mathematics, engineering, and technology, with a particular focus on robotic coding. Students worked in collaborative groups to design, construct, and test solutions. To assess the contribution of these activities to the

development of students' science process skills, data were collected through student worksheets completed during the sessions. Additionally, at the end of each lesson, participants were asked to maintain reflective journals, which were collected immediately after the sessions concluded.

Data collection tools included:

- Student worksheets, which documented their responses during STEM tasks,
- Student diaries, where students reflected on their learning and emotions,
- A teacher diary, in which the researcher-teacher recorded daily observations and critical reflections,
- A Vocational Interest Information Form administered before and after the intervention to assess career awareness and aspirations.

The data were analysed using content analysis, with an emphasis on identifying themes related to science process skill development and shifts in vocational interest. Triangulation of data sources helped ensure validity and reliability, allowing for the cross-verification of emerging themes.

Findings

The findings are organized into two major themes: 1) the development of science process skills and 2) changes in vocational interest toward STEM-related careers.

Following the intervention, students exhibited noticeable improvements in nearly all dimensions of science process skills. The following subskills were examined in detail:

- a. Observation: Students became more attentive to environmental and experimental details during activities. In a task related to water filtration, students accurately described the colour, smell, and turbidity of water before and after treatment. A student wrote, "*At first, I didn't notice the small particles, but then I realized they were affecting the water quality. I learned to look more carefully.*"
- b. Hypothesis Generation: By the second week, students were able to propose testable hypotheses based on their initial observations. One group hypothesized that "adding activated carbon will remove the smell from dirty water," which they tested in subsequent trials.
- c. Prediction and Estimation: Students developed predictive skills by anticipating the outcomes of their experiments. In a wind turbine activity, they predicted which blade shape would generate the most energy. Although not all predictions were accurate, students provided logical justifications based on prior knowledge.
- d. Classification: Students learned to group materials and processes based on observed properties. For instance, in a soil erosion experiment, they classified different types of ground cover (grass, mulch, bare soil) and recorded their respective erosion levels.
- e. Drawing Conclusions: Students demonstrated increased ability to draw conclusions by analysing outcomes and comparing them with their initial hypotheses. One student wrote, "*Our idea didn't work because we didn't consider water pressure. We learned that not all materials can handle the same amount of water.*"
- f. Interpretation: The ability to explain experimental results improved noticeably. In a solar oven task, students discussed why certain materials absorbed heat

better than others. Their explanations linked back to basic principles of energy and light absorption.

- g. **Modelling:** Students constructed physical models of systems such as the water cycle and simple machines. They also created diagrams and flowcharts to represent processes. One group created a working prototype of a greenhouse using recycled materials.
- h. **Spatial and Numerical Reasoning:** Activities required students to measure, estimate, and use spatial reasoning. In bridge design tasks, students applied geometric thinking and basic arithmetic to create structures with maximum load-bearing capacity.
- i. **Graphing and Representational Modelling:** Although this was initially challenging, by the end of the program students were able to record temperature changes over time using line graphs and interpreted these representations to explain cause-effect relationships.
- j. **Data Recording and Interpretation:** Unlike other areas, skills related to systematic data collection and numerical interpretation remained underdeveloped. Teacher diary notes indicated that students often skipped steps in recording measurements or found it difficult to interpret charts and numerical tables. Additional scaffolding in future interventions could help address this gap.

The intervention led to a significant increase in students' awareness of and interest in STEM professions. Pre-study responses to the Vocational Interest Information Form showed a narrow perception of careers in science—mostly limited to doctor, nurse, or “scientist.” However, post-study reflections and form responses included a broader array of roles such as:

- Environmental engineer,
- Software developer,
- Renewable energy technician,
- Space scientist,
- Data analyst.

Students' reflective entries revealed not only a greater number of career aspirations but also deeper conceptual understanding of what these roles entail. One student commented, *“Before this club, I thought software engineers only fixed computers. Now I know they design the apps we use every day. I want to create a game one day.”*

Another student wrote, *“The activity about cleaning dirty water made me think that I want to help people in places with no clean water. Maybe I can become an engineer that works for the environment.”* These responses indicate that students began to see STEM not just as academic disciplines, but as tools for solving global problems—an outlook aligned with 21st-century competencies.

Notably, some students who initially expressed no interest in STEM careers reported a change of heart after the intervention. This suggests that hands-on, real-world, and collaborative STEM tasks in informal settings can act as transformative experiences, especially for students who might not thrive in traditional academic contexts.

Discussion and Conclusion

The results of this study affirm the educational potential of out-of-school STEM experiences in enhancing both science skills and career interest among middle school students. These findings echo the claims of prior research, which highlights the importance of informal STEM environments in promoting

curiosity, agency, and cognitive growth (Bevan et al., 2010; Falk & Dierking, 2000).

The observed gains in science process skills support the view that learning through doing—particularly in collaborative, inquiry-based environments—facilitates the development of higher-order thinking. Students moved from passive receivers of information to active constructors of knowledge, engaging in experimentation, analysis, and creative problem-solving.

The study also highlights an important caveat: data literacy skills require explicit instruction. While students enjoyed building and testing, they often struggled with numerical interpretation and documentation. This supports the findings of Sadler et al. (2010), who caution that inquiry learning must be carefully structured to ensure that cognitive load does not hinder skill development.

The substantial increase in vocational interest and career knowledge aligns with Wang and Degol (2013), who argue that early and meaningful exposure to STEM careers can shape students' long-term academic and occupational pathways. By embedding career awareness within hands-on tasks, students were able to make authentic connections between their learning and real-world applications. The implications of the study can be summarised as follows:

- Schools should integrate out-of-school STEM activities into formal curricula through clubs, field visits, and partnerships.
- Educators must design activities that explicitly develop data recording and interpretation as part of scientific practice.
- Informal STEM interventions can be a powerful equity strategy, offering alternative pathways for students disengaged from traditional classroom learning.

This study demonstrates that STEM education in informal, out-of-school environments significantly contributes to developing students' scientific thinking and broadening their vocational horizons. As the global workforce demands adaptable, skilled, and curious learners, the role of such environments will become increasingly central to educational transformation.

Author Contributions

The authors contributed equally to the writing of this article. Both authors have read and approved the final version of the manuscript. This study is derived from the master's thesis of the first author, conducted under the supervision of the second author.

Ethical Declaration

The required ethics committee approval for the study was obtained from the Atatürk University Educational Sciences Unit Ethics Committee (Date: 01.03.2024; Meeting No: 02), and ethical principles were observed in all stages of the research.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest with any institution or individual within the scope of this study.