

Cep Telefonu Sensörlerinin STEM Yaklaşımına Dahil Edilmesi: Phyphox Uygulaması ile Salıncak Etkinliği

Integration of Mobile Phone Sensors into STEM Approach: Swing Activity with Phyphox Application

Handan ÜREK¹ ve Mustafa ÇORAMIK²

¹ Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, ORCID No: 0000-0002-3593-8547

² Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, ORCID No: 0000-0002-3225-633X

Kaynak Gösterimi İçin (For cited in):

Ürek, H. & Çoramık, M. (2023). Cep Telefonu Sensörlerinin STEM Yaklaşımına Dahil Edilmesi: Phyphox Uygulaması ile Salıncak Etkinliği. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 11 (2), 508-533. DOI: <https://doi.org/10.56423/fbod.1292666>

Cep Telefonu Sensörlerinin STEM Yaklaşımına Dahil Edilmesi: Phyphox Uygulaması ile Salıncak Etkinliği

Handan ÜREK ^{1,*} ve Mustafa ÇORAMIK ²

¹ Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, ORCID No: 0000-0002-3593-8547

² Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, ORCID No: 0000-0002-3225-633X

Makale Bilgisi	Öz
Gönderilme Tarihi: 04, Mayıs, 2023 Revizyon Tarihi: 20, Kasım, 2023 Kabul Tarihi: 24, Kasım, 2023	<i>Bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adayları için Phyphox uygulaması kullanılarak geliştirilen bir STEM etkinliğinin uygulanıp değerlendirilmesidir. Bu kapsamda 21 öğretmen adayı ile karma desende bir araştırma yürütülmüştür. Araştırmanın verileri; Baydas ve Goktas (2016) tarafından geliştirilen “Öğretmen Adaylarının Gelecekteki Derslerinde Bilişim Teknolojilerini Kullanma Eğilimleri Ölçeği” ile araştırmacılar tarafından geliştirilen “Çalışma Yapağı” ve “Etkinlik Değerlendirme Formu” yardımıyla toplanmıştır. Araştırma sonucunda, etkinliğin öğretmen adaylarının gelecekteki derslerinde teknoloji kullanma eğilimleri üzerinde pozitif yönde anlamlı bir etki yarattığı ve öğretmen adaylarının Phyphox yardımıyla üç farklı cep telefonu sensöründen yararlanarak salıncak tasarımları yaptıkları belirlenmiştir. Bunun yanında, öğretmen adaylarının etkinlik ile ilgili olumlu görüşleri sürmekle birlikte bu süreçte bazı güçlükler de yaşadıkları saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında bu tür güncel teknolojik uygulamaların fen bilgisi öğretmen eğitiminde sıklıkla kullanılması önerilmektedir.</i>
Anahtar Kelimeler: Fen bilgisi öğretmen adayları, STEM etkinliği, Phyphox.	

Integration of Mobile Phone Sensors into STEM Approach: Swing Activity with Phyphox Application

Article Information	Abstract
Received: 04, May, 2023 Revised: 20, November, 2023 Accepted: 24, November, 2023	<i>The aim of this research is to implement and evaluate a STEM activity developed using the Phyphox application for pre-service science teachers. For this purpose, a mixed design research was conducted with 21 pre-service teachers. The data were collected with the help of "Pre-service Teachers' Intentions to Use Information and Communications Technology in Future Lessons Scale" developed by Baydas and Goktas (2016) in addition to the "Worksheet" and "Activity Evaluation Form" developed by the researchers. The results indicated that the activity showed a significant positive effect on the tendency of pre-service teachers to use technology in their future courses and three different mobile phone sensors were utilized to make swing designs with the help of Phyphox. Also, the participants generally held positive views towards the activity whereas several of them stated difficulties. Thus, it can be suggested that such recent technological applications should be used more frequently in science teacher education.</i>
Keywords: Pre-service science teachers, STEM activity, Phyphox.	

*Sorumlu Yazar: E-mail: handanurek@balikesir.edu.tr

Giriş

Günümüzde farklı teknolojik imkanlar, fen eğitiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Bunların bir bölümünü, mobil teknolojiler oluşturmaktadır. Mobil cihazlar ve uygulamaları, hem okul içi hem de okul dışı ortamlarda öğrencilere zengin dijital içerikler sunarak öğrencilerin sorunsuz bir şekilde öğrenmelerini sağlamak için kullanılmaktadır (Bernacki, Greene & Crompton, 2020). Böylece sözel, görsel ya da yazılı şekilde bulunan büyük miktarlardaki içerik tek bir araçta depo edilebildiği gibi eğitsel kaynakların yönetilmesi de kolaylaşmaktadır (Zhai, Zhang, Li & Zhang, 2019). Cep telefonları ile tabletler, mobil teknolojiler kapsamında kullanılan başlıca cihazlar arasında sayılabilir. COVID-19 Pandemisi sürecinde bu tür teknolojilerin önemi daha belirgin bir şekilde hissedilmiştir.

Mobil cihazların genel olarak öğrenciler tarafından bilgi tüketmek için kullanıldıkları belirtilmektedir (Oliveira, Behnagh, Ni, Mohsinah, Burgess & Guo, 2019). Ancak günümüzde bu cihazların sahip oldukları kameralar, internete bağlanma özellikleri ve içerdikleri çeşitli sensörler, fen eğitimine farklı şekillerde adapte edilebilmelerinin önünü açmıştır. Dolayısıyla bu araçlar, iletişim kurmanın ve internete erişim sağlamanın yanında içerdikleri sensörler ile bir cep laboratuvarı gibi işlev görür hale gelmişlerdir (Hochberg, Kuhn & Müller, 2018). Örneğin cep telefonunu kulağımıza götürdüğümüzde dokunmatik ekranın kapanması yakınlık sensörü sayesinde gerçekleşirken, navigasyon ve harita gibi uygulamalar ise GPS sensörü yardımı ile kullanılmaktadır. Bununla birlikte ekranın otomatik parlaklık özelliği de ışık sensörü sayesinde çalışmaktadır. Ayrıca, cep telefonlarında; ses, manyetik alan, yakınlık, ışık gibi farklı özelliklerin algılanmasını sağlayan çeşitli sensörler bulunmaktadır. Bu sensörler, farklı uygulamalar yardımıyla bu özelliklere ait ölçümler almak için kolay ve etkili bir şekilde kullanılabilir. Phyphox, bu kapsamda geliştirilen güncel uygulamalardan biridir.

“Physical Phone Experiments” (Fiziksel Telefon Deneyleri) kelimesinin kısaltmasından oluşan Phyphox, hem Android hem de IOS işletim sistemleri için internet üzerinden ücretsiz bir şekilde indirilerek cep telefonu ve tabletlere kurulabilen bir uygulamadır (Stampfer, Heinke & Staacks, 2020). Bu uygulama, genel olarak fizik konuları kapsamında gerçekleştirilebilecek ölçümler ve deneyler yapmaya imkan tanımaktadır. Phyphox uygulaması, deneyler için gerekli araç-gereç yetersizliği durumunda hem öğrencilere hem de öğretmenlere avantajlar sağlamaktadır (Staacks vd., 2022). Ayrıca, bu uygulamanın uzaktan kontrol fonksiyonu ile alınan deneysel veriler eş zamanlı olarak ikinci bir cihaza da aktarılabilir; bu da veri toplama işlemini kolaylaştırmaktadır (Staacks, Hütz, Heinke & Stampfer, 2018). Phyphox uygulaması, okul ortamında yapılan deneylerde kullanılabilirliği gibi öğrencilerin uzaktan eğitim kapsamında evlerinde gerçekleştirebilecekleri çeşitli deneylerde de kullanılabilir (Tzamalıs, Kateris, Lazos, Tsoukos & Velentzas, 2021).

Alanyazın, Phyphox uygulaması ile gerçekleştirilen eğitim araştırmaları açısından incelendiğinde son birkaç yıl içinde gerçekleştirilmiş bazı çalışmalar ile karşılaşmaktadır. Bu bağlamda, Pierratos ve Polatoglou (2020) Phyphox’un cep telefonlarının ışık sensörünü kullanan optik kronometre uygulamasından yararlanarak lise seviyesindeki öğrencilere kinematik öğretiminde kullanmak üzere Atwood Makinesi ile Galileo’nun eğik düzlemini temel alan bir düzenek tasarlamıştır. Başka bir çalışmada, Çoramık ve Ürek (2021) Phyphox uygulamasının eğik düzlemde hareket etmekte olan bir cisim ile eğik düzlem arasındaki kinetik sürtünme katsayısının hesaplanmasında nasıl kullanılacağını ele almaktadırlar. Pusch, Ubben,

Laumann, Heinicke ve Heusler (2021) ise güneş panellerinden Arduino ile alınan verileri Bluetooth ile Phyphox uygulamasına göndererek bu güneş panelinin farklı ışık şiddetlerindeki gücünün ölçülmesi için gerekli deney basamaklarını açıklamaktadırlar. Ayrıca; Nanto, Agustina, Ramadhanti, Putra & Mulhayatiah (2022) basit sarkaç konusunda yapılan sanal laboratuvar deneylerinden elde edilen verileri, Phyphox uygulaması kullanılarak gerçekleştirilen gerçek deneylerden elde edilen veriler ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar iki uygulamada alınan veriler arasında büyük bir farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalarda, Phyphox'un genellikle bir konu ile ilgili deney düzeneği kurulmasında nasıl kullanılacağına odaklanıldığı görülmektedir. Bunların yanında, Phyphox uygulamasının fen eğitiminde güncel yaklaşımlardan biri olan STEM (fen-teknoloji-mühendislik-matematik) yaklaşımı çerçevesinde öğrenciler ile yapılan uygulamalarda da etkili bir şekilde kullanılabilceği düşünülmektedir.

STEM yaklaşımı; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre bir şekilde günlük yaşam ile ilişkilendirilerek öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesini sağlayan bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlanabilir (Yıldırım, 2020). STEM yaklaşımı; disiplinlerarası öğrenme ve günlük yaşam bağlamı içermenin yanında öğrencilere mühendislik tasarım süreci, kanıta dayalı karar verme süreci ve tekrarlı bir tasarım süreci sunmakta; öğrenmenin adım adım yapılandırılmasını, hatalardan öğrenmeyi ve çözümde çeşitliliği içermekte; ürün değil süreç odaklı eğitim yaklaşımını izlemektedir (Akarsu, Okur Akçay & Elmas, 2020). Bu yaklaşım, öğrencilere arkadaşları ile çalıştıkları küçük gruplar halinde uygulanmaktadır (Beier vd., 2019; Lou, Shih, Diez & Tseng, 2011; Ürek & Çoramık, 2022).

STEM'in okullarda uygulanmasında bazı zorluklar ile karşılaşılabilceği belirtilmekte olup bunlardan biri de öğretim programlarında teknolojiye aktif bir şekilde yer verilmemesidir (Bybee, 2010). Ancak STEM yaklaşımında yer alan başlıca dört disiplinden biri, teknolojidir. Bu süreçte çeşitli teknolojik araç-gereçler ile programlar ve uygulamalar da kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşımda öğrencilerin teknoloji kullanımına yönelik becerilerini geliştirmeleri gerekmektedir.

STEM yaklaşımında aktif öğrenmede kullanılan öğrenci odaklı yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de mühendislik tasarım temelli öğrenmedir. Mühendislik tasarım temelli öğrenme yaklaşımının merkezinde, bir problemin çözümü için birden fazla çözüm yolu bulunabileceği fikri bulunmakta olup bu yaklaşım ile sistemsel düşünme ve yaratıcılık teşvik edilmektedir (Guzey, Moore & Morse, 2016). Dolayısıyla bu yaklaşımda, öğretim süreci boyunca öğrencilerin küçük birer mühendis gibi çalışarak kendilerine sunulan problem durumunun çözümüne yönelik tasarım yapmaları ve bunu geliştirmeleri beklenmektedir. Mühendislik tasarım temelli yaklaşımın alanyazında değişik basamaklar içeren farklı modeller yardımıyla gerçekleştirildiği görülmektedir (English, King & Smeed, 2017; Fan & Yu, 2017; Parker, Smith, McKinney & Laurier, 2016). Bu modeller her ne kadar farklı şekillerde tanımlansa da hepsi mühendislerin yaptıkları tasarımları test ve analiz edip tekrar tasarlayarak geliştirebilecekleri, döngüsel bir şekilde birbirini takip eden basamaklardan oluşmaktadır (Parker vd., 2016). Bu çalışmada Brunsell (2012) ve Wendell vd. (2010) tarafından ileri sürülüp Ercan (2014) tarafından düzenlenen model kullanılmıştır. Bu modelde bulunan tasarım süreci basamakları; problem ya da ihtiyacın belirlenmesi, olası çözüm yollarının geliştirilmesi, en uygun çözümün belirlenmesi, prototipin yapılması ve test edilmesi

ve iletişim şeklindedir (Sungur Gül, 2020). Bu döngüde bulunan her bir aşamada öğretmenler, öğrencilerine uygun sorular yönelterek öğretim sürecine rehberlik etmektedirler (Capobianco & Radloff, 2022).

Alanyazın, ilkokul (Parker vd., 2016), ortaokul (Aydoğan & Çakıroğlu, 2022; English vd., 2017) ve lise seviyesinde (Fan & Yu, 2017) öğrenim görmekte olan öğrenciler ile öğretmen adaylarına (Capobianco & Radloff, 2022; Irmak & Öztürk, 2022; Kuvac & Koc, 2022) uygulanan mühendislik tasarım temelli STEM yaklaşımının etkililiğini göstermektedir. Ayrıca, öğretmenlere verilen eğitimler ile onların mühendislik tasarım temelli STEM yaklaşımı hakkında daha donanımlı olmaları sağlanmıştır (Shume, Bowen, Altimus & Kallmeyer, 2022). Bu araştırmanın odağını, fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Alanyazın, gerçekleştirilen öğretimler sonucunda öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik ile ilgili görüşlerinin gelişmekle birlikte bu konuda bazı yetersiz görüşlerin devam ettiğini (Irmak & Öztürk, 2022; Kuvac & Koc, 2022); dolayısıyla öğretmen adaylarının gelişimini sağlayacak daha fazla araştırmaya gereksinim olduğunu göstermektedir. Ayrıca, daha önce Ürek ve Çoramık (2022) tarafından öğretmen adayları ile gerçekleştirilen bir STEM etkinlik uygulaması sonucunda katılımcılar bu tür uygulamaların kendilerinin gelecekte yapacakları fen öğretimi için de yararlı olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla, fen bilgisi öğretmen adaylarının kendileri için geliştirilmiş STEM etkinliklerine katılımı ile hem konu alan bilgileri hem de STEM öğretimine yönelik pedagojik alan bilgileri geliştirilebilir. Bu kapsamda ele alınabilecek konulardan biri de Genel Fizik dersi konularından basit sarkaçtır.

Zor olarak algılanmasına rağmen fizik dersi konuları günlük yaşam ile yakından ilişkilidir (Tuada, Kuswanto, Saputra & Aji, 2020). Basit harmonik hareket ve basit sarkaç konusu da üniversite öğrencilerine Genel Fizik dersi kapsamında verilen temel mekanik konularından birini oluşturmaktadır. Basit sarkacın yaptığı basit harmonik hareket günlük yaşamda sallanan sandalyelerde, metronomlarda ve sarkaçlı duvar saatlerinde gözlenmektedir. Ancak yapılan araştırmalar, farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerin bu konuya yönelik kavramsal anlamalarının yetersiz olduğunu göstermektedir (Gülçiçek & Yağbasan, 2004; Ringo, Samsudin & Ramalis, 2019; Somroob & Wattanakasiwich, 2017). Öğrencilerin basit harmonik hareket ile ilgili kavramsal anlamalarını geliştirmek için problem çözmeye dayalı laboratuvar etkinliklerinin (Iradat & Alatas, 2017), bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin (Karamustafaoğlu, Aydın & Özmen, 2005), bağlam temelli yaklaşıma dayalı laboratuvar etkinliklerinin (Uzun, 2013) ve PhET simülasyonlarının kullanıldığı sanal laboratuvar etkinliklerinin uygulandığı görülmektedir (Wijaya, Widodo & Muslim, 2020). Ayrıca, bu konunun fizik öğretmenlerinin hizmet içi eğitim programları kapsamında çeşitli laboratuvar etkinlikleri ile desteklenerek ele alındığı fark edilmektedir (Kaya, Çepni & Küçük, 2004).

Yukarıda bahsedilen yöntemlerin yanında, basit sarkaç ve basit harmonik hareket konularının öğretiminde cep telefonu sensörlerinden de yararlanılmaktadır. Bu kapsamda, Purba ve Hwang (2018) cep telefonu ve tabletlerde yer alan ivme sensörünü kullanan Ubiquitous-Physics (U- Physics) isimli bir uygulama geliştirmiş ve lise öğrencilerinin basit sarkaç konusundaki başarılarını artırmak amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda uygulanan yöntemin geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Başka bir araştırmada, Pili ve Violanda (2018) basit sarkaç kullanılarak yapılan bir deneyde yer çekimi ivmesi, g 'nin belirlenmesi için cep telefonlarının ışık sensörünü kullanarak bir düzenek

tasarlamışlardır. Bunun yanında, Pili ve Violanda (2019) aynı deney düzeneğini ultrasonik sensör ve Arduino Uno kullanarak da tasarlamışlardır. Buachoom, Thedsakhulwong ve Wuttiptom (2019) ise bir yay ucuna takılı kütleli yapıtığı basit harmonik hareketin gözlenmesi için kurdukları düzenekte ultrasonik uzaklık sensörü ile Arduino Uno'yu kullanmışlardır. Ayrıca, Nuryantini, Fajriah, Zakwandi ve Nuryadin (2020) lise öğrencilerinin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla cep telefonlarının ivme sensörünün kullanıldığı bir basit harmonik hareket etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin problem çözme becerilerinde anlamlı derecede olmasa da bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalara karşılık bu konuda öğretmen adayları ile gerçekleştirilen uygulamaya dayalı araştırmalar açısından bir boşluk olduğu görülmektedir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adayları ile Phyphox kullanılarak gerçekleştirilecek bir STEM etkinliği uygulanması ve bu uygulamanın değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda ilk olarak gerçekleştirilen STEM etkinliğinin öğretmen adaylarının gelecekte verecekleri derslerde bilişim teknolojilerini kullanma eğilimlerinde etki yaratıp yaratmadığının belirlenmesi amaçlanmaktadır. İkinci olarak ise öğretmen adaylarının gerçekleştirilen STEM etkinliğinde yaptıkları tasarımlar ile etkinliğe yönelik görüşlerinin incelenmesi hedeflenmektedir.

Yapılan araştırmanın fen bilgisi öğretmen eğitiminde kullanılabilecek bir STEM etkinliği ileri sürmesi ve bu etkinliğin uygulamasına bağlı olarak ulaşılan sonuçları alana sunması açısından önem taşıdığı düşünülmektedir. Yukarıda bahsedildiği gibi, basit harmonik hareketin farklı sensörler yardımıyla deneysel etkinlikler ile öğretimine yönelik çalışmalara karşılık (Buachoom vd., 2019; Nuryantini vd., 2020; Pili & Violanda, 2018; 2019; Purba & Hwang, 2018) alanyazında bu konuyu Phyphox uygulamasından yararlanarak bir STEM etkinliği şeklinde ele alan bir araştırma ile karşılaşmamıştır. Ayrıca, alan eğitiminde Phyphox kullanılarak öğrenciler ile yapılan araştırma uygulamalarının da çok sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu nedenlerle, yapılan araştırmanın orijinal olduğu ve alan eğitimine örnek bir uygulama sunarak gelecekte bu kapsamda yapılacak araştırmalara örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

Bu araştırmada cevap aranan araştırma soruları şöyledir:

- 1) Uygulanan STEM etkinliğinin öğretmen adaylarının gelecekte verecekleri derslerde bilişim teknolojilerini kullanma eğilimleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2) Öğretmen adaylarının uygulanan STEM etkinliğinde yaptıkları salıncak tasarımları ve ölçümler nasıldır?
- 3) Öğretmen adaylarının uygulanan STEM etkinliği ile ilgili görüşleri nelerdir?

Yöntem

Araştırma Deseni

Araştırma, karma araştırma desenine göre yürütülmüştür. Araştırmada çeşitleme deseni uygulanarak nitel ve nicel yöntemler birlikte kullanılmış ve eşit miktarda yansıtılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Araştırmanın nicel kısmı, zayıf deneysel desenlerden tek grup ön-test-son-test desenine göre yürütülmüştür. Buna göre tek grup üzerinde yapılan uygulamanın

etkililiği, nicel veri toplama aracı kullanılarak test edilmiştir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2010). Araştırmanın nitel kısmı ise durum çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda bütüncül tek durum deseni uygulanmış olup analiz birimini bir grup öğrenci oluşturmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2018).

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubu, Türkiye'nin batısında bulunan bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi Öğretmenliği programında, dördüncü sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan 21 öğretmen adayından oluşmaktadır. Çalışma grubunun yaş ortalaması 21 olup 1'i erkek 20'si kadın öğretmen adayından oluşmaktadır.

Çalışma grubu, amaçsal örnekleme yaklaşımına göre belirlenmiştir. (Büyüköztürk vd., 2010). Çalışma grubunun tamamı Fen Bilgisi Öğretmenliği programında, yedinci yarıyılta verilen "Disiplinlerarası Fen Öğretimi" dersini almaktadır ve araştırmanın bütün aşamalarına tam katılım gösteren öğrencilerden oluşmaktadır. Bu araştırma, bir STEM etkinlik uygulamasına dayalı olduğu için çalışma grubu da STEM yaklaşımının ayrıntılı bir şekilde ele alındığı "Disiplinlerarası Fen Öğretimi" dersini alan öğretmen adaylarından seçilmiştir. Ayrıca, araştırma sonuçlarının geçerliğini sağlamak için çalışma grubunun araştırmanın bütün aşamalarına katılmış olmasına dikkat edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel verileri, Baydas ve Goktas (2016) tarafından geliştirilen "Öğretmen Adaylarının Gelecekteki Derslerinde Bilişim Teknolojilerini Kullanma Eğilimleri Ölçeği" yardımıyla toplanmıştır. Bu ölçek, 5'li Likert tarzda olup 30 madde içermektedir. Maddelerin 25'i olumlu, 5'i ise olumsuzdur. Ölçekte yer alan ifadeler; "kesinlikle katılıyorum=5", "katılıyorum=4", "kararsızım=3", "katılmıyorum=2" ve "kesinlikle katılmıyorum=1" puan olacak şekilde puanlanmıştır. Olumsuz maddelerde bu puanlamanın tersi yapılmıştır. Orijinal çalışmada ölçeğin yapı geçerliği ve güvenilirliğine ait çalışmalar, araştırmacılar tarafından gerçekleştirmiş olup Cronbach alfa katsayısı .88 olarak rapor edilmiştir (Baydas & Goktas, 2016).

Mevcut araştırmada, "Öğretmen Adaylarının Gelecekteki Derslerinde Bilişim Teknolojilerini Kullanma Eğilimleri Ölçeği"nin ön-test uygulamasında Cronbach alfa katsayısı .856 iken son-test uygulamasında ise bu katsayı .925 olarak belirlenmiştir. Bu değerler, .70'in üzerinde olduğundan elde edilen verilerin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın nitel verileri ise etkinlik için araştırmacılar tarafından geliştirilen "Çalışma Yaprağı" ile "Etkinlik Değerlendirme Formu" yardımıyla toplanmıştır. Çalışma yaprağı ile öğretmen adaylarının etkinliği takip etmelerini kolaylaştırmak amaçlanmakta olup Ek 1'de sunulmaktadır. Etkinlik Değerlendirme Formu ise üç adet açık uçlu soru içermektedir. Bu sorular; etkinliğin olumlu yönleri, etkinlikte karşılaşılan güçlükler ve öğretmen adaylarının daha önce bu tür bir uygulama kullanıp kullanmadıkları ile ilgilidir. Nitel veri toplama araçları, iki Fizik Eğitimi ve bir Fen Bilgisi Eğitimi alan uzmanının görüşüne sunulmuş olarak bu araçların içerik geçerliğine yönelik görüş alınmıştır. Ayrıca, etkinlik sürecinde çekilen fotoğraflar ile veriler desteklenmiştir.

Uygulama Süreci

Uygulama süreci, aşağıda yer alan Tablo 1’de özetlenmektedir.

Tablo 1. Uygulama sürecinde haftalara göre yapılanlar ve açıklamaları

Haftalar	Yapılan Uygulamalar	Açıklamalar
Hafta 1	Ön-test uygulaması	Nicel veri toplama aracı olan “Öğretmen Adaylarının Gelecekteki Derslerinde Bilişim Teknolojilerini Kullanma Eğilimleri Ölçeği” ön-test olarak uygulanmıştır.
Hafta 2	Cep telefonu sensörleri ve Phyphox uygulamasına yönelik öğretim	Araştırmacılar tarafından iki ders saati boyunca bahsedilen konularda öğretim yapılmıştır. Öğretmen adaylarının çeşitli cep telefonu sensörlerini kullanarak ölçümler yapmaları sağlanmıştır.
Hafta 3-4	Salıncak etkinliği uygulaması	Salıncak etkinliği, çalışma yaprakları dağıtılarak gruplar halinde çalışan öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Etkinlik, toplam dört ders saatinde (iki haftada) uygulanmıştır.
Hafta 5	Son-test uygulaması	Nicel veri toplama aracı olan “Öğretmen Adaylarının Gelecekteki Derslerinde Bilişim Teknolojilerini Kullanma Eğilimleri Ölçeği” son-test olarak uygulanmıştır. Etkinlik Değerlendirme Formları uygulanmıştır.

Tablo 1’den anlaşılacağı üzere araştırma ön-test uygulaması ile başlamıştır (Hafta 1). Ardından öğretim süreci gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, ilk olarak öğretmen adaylarına cep telefonu sensörlerinin fen eğitiminde kullanımı ve Phyphox uygulaması ile ilgili bir öğretim yapılmıştır (Hafta 2). Bu kapsamda, öğretmen adaylarının manyetometre, ışık, ses gibi farklı cep telefonu sensörlerini kullanarak Phyphox uygulaması üzerinden ölçümler alması, bu ölçümlerde elde ettikleri verileri grafiğe dönüştürmeleri ve bunları nasıl yorumlamaları gerektiği üzerinde durulmuştur. Bunu izleyen iki hafta boyunca ise daha önce fen eğitiminde STEM yaklaşımı hakkında bilgileri olan öğretmen adayları ile gruplar halinde bir STEM etkinliği gerçekleştirilmiştir (Hafta 3-4). Bu süreç, beş grup halinde yürütülmüş olup birinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci gruplar 4, ikinci grup ise 5 öğretmen adayından oluşmaktadır. Uygulanan etkinlik, tasarım temelli STEM yaklaşımına göre araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ve bir çalışma yaprağı yardımıyla katılımcılara uygulanmıştır.

Etkinliğin giriş kısmında ön bilgileri yoklayıp merak uyandırmak amacıyla çalışma yaprağındaki şu sorular öğretmen adaylarına yöneltilmiştir:

- Daha önce hiç sallanan sandalye kullandınız mı? Bu tür bir eşya kullanmak hoşunuza gider mi?
- Sallanan sandalye, ne tür bir hareket yapar?
- Bu tür bir sandalyede arkanıza dayanıp bir tur sallanmanız için geçen süreye ne denir?
- Peki bu sandalye Dünya’da değil de Ay’da bulunsaydı, hareketiniz aynı mı olurdu?

Bu sorular, gruplar tarafından tek tek yanıtladıktan sonra verilen cevaplar sınıf içerisinde tartışılmıştır. Bu aşamadan sonra öğretmen adaylarının konuya dikkatini çekmek için aşağıdaki soru yöneltilip cevaplar alınmıştır:

- Etrafımızda sallanan sandalyenin yaptığı harekete benzer şekilde hareket eden canlı/cansız varlıklara örnekler verir misiniz?

Yukarıdaki soruya verilen cevaplar arasından “salıncak” örneği ele alınarak salıncığın yaptığı hareket, bu çalışmanın araştırmacılarından birisi tarafından öğretmen adaylarına teorik olarak kısaca açıklanmıştır.

Bu aşamanın ardından çalışma yaprağında yer alan Şekil 1’deki problem durumuna geçilmiştir.

Mert, salıncakta sallanmaktan çok hoşlanıyor. Sık sık ablası ile parka gidip salıncakta sallanıyor. Ancak kendi başına sallanamadığı için salıncığa oturduktan sonra ablası onu geri çekip serbest bırakarak sallanmasına yardımcı oluyor. Onları seyreden meraklı bir arkadaşı ise Mert’in bulunduğu noktadan hareket edip tekrar aynı noktaya gelinceye kadar geçen süreyi merak ediyor. Küçük çocuk, bu soruyu üniversitede öğrenim gören bir yakınına soruyor. Bu soru size sorulsaydı, bu meraklı çocuğun sorusunu yanıtlamak için cep telefonu sensörlerinden yararlanarak nasıl bir düzenek kurardınız?

Şekil 1. Etkinlikte verilen problem durumu

Şekil 1’de verilen problem durumu okunduktan sonra öğretmen adayları ile Brunzell (2012) ile Wendell vd. (2010) tarafından ifade edilip Ercan (2014) tarafından düzenlenen mühendislik tasarım süreci basamakları izlenmiştir. Bu modele göre öğretmen adaylarından ilk olarak problem durumunu çalışma yapraklarına yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir. Ardından olası çözüm yolları üzerinde grup arkadaşları ile beyin fırtınası yapmaları ve fikirlerini listelemeleri belirtilmiştir. Bu süreçten sonra her bir grup ileri sürdükleri çözüm yollarından en uygun olanına araştırmacıların verdikleri dönütler sonucunda karar vermişlerdir. Bu bağlamda öğretmen adaylarına verilen problemin çözümü için gerçekleştirecekleri tasarımda kullanabilecekleri araç-gereçler, araştırmacılar tarafından Şekil 2’de gösterildiği şekilde sunulmuştur. Bu araç gereçler arasında destek takımları ve bağlantı parçaları, kütle takımı, karton ve strafor, makas ve maket bıçakları, yapıştırıcılar, zımba ve delgeç, ip ve misina gibi farklı bağlantı elemanları, hassas terazi, farklı ebatlarda ve türlerde (ferrite, neodyum) mıknatıslar, hesap makineleri bulunmaktadır. Böylece, öğretmen adaylarının kullanacağı araç-gereçlere sınırlama getirilmiştir.



Şekil 2. Etkinlikte kullanılan araç-gereçler

En uygun çözüm yoluna karar verildikten sonra prototip geliştirme ve test etme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada öncelikle öğretmen adaylarının prototiplerini çalışma yapraklarına çizmeleri istenmiştir. Öğretmen adayları çizimlerini yaptıktan sonra bu çizimler tekrar iki araştırmacı tarafından tek tek incelenerek katılımcılara gerekli geri dönütler verilmiştir. Her bir grup, bu geri dönütlere göre tasarımları üzerinde tekrar çalışarak tasarımlarına son halini vermişler ve çizimlerini tamamlamışlardır. Ardından bu çizimlere yönelik tasarımlarını Şekil 2’de sunulan araç-gereçleri kullanarak yapmaları beklenmiştir. Çizimlerini tamamlayan gruplar gerekli araç-gereçleri kullanarak tasarımlarını test etmiş ve çalışır hale getirmişlerdir. Yaptıkları tasarımda salıncakta kullandıkları ip uzunluğu (l) ile salıncığın periyodunu (T) çalışma yapraklarına kaydetmişlerdir. Şekil 3’te yer alan fotoğraflar etkinlik sürecinde grupların çalışmalarından bazı kesitler sunmaktadır.



Şekil 3. Etkinlik sürecinde grup çalışmalarını gösteren fotoğraflar

Prototip geliştirme ve test etme aşamasında katılımcılara çalışma yapraklarında yer alan şu soru da yöneltilmiştir:

- Tasarladığınız salıncığın periyodunu değiştirmek için neler yapabilirsiniz?

Her bir grup tasarladıkları salıncığın periyodunu değiştirmek bazı öneriler ileri sürmüş ve bu önerileri tasarladıkları salıncak üzerinde test ederek çalışma yapraklarını doldurmuşlardır. Böylece salıncak tasarımları tamamlanmıştır.

Etkinliğin son aşamasını oluşturan iletişim kısmında ise öğretmen adaylarına şu sorular yöneltilmiştir:

- Yukarıdaki tasarımınızın son halinden elde ettiğiniz verileri kullanarak yer çekimi ivmesini (g) hesaplayınız.
- Bulduğunuz g değeri, teorik değer ile aynı mı? Eğer değilse bunun sebebi ne olabilir?

Öğretmen adayları çalışma yapraklarında yukarıda verilen soruları cevapladıktan sonra tasarladıkları salıncakları sınıf arkadaşlarına sunarak tanıtmışlardır. Böylece etkinliğin uygulama aşaması tamamlanmıştır. Araştırmanın son haftasında ise son-testler uygulanarak araştırma süreci tamamlanmıştır (Hafta 5).

Veri Analizi

Veri analizinde hem nicel hem de nitel yöntemlerden yararlanılmıştır. Nicel veri toplama aracı olan “Öğretmen Adaylarının Gelecekteki Derslerinde Bilişim Teknolojilerini Kullanma Eğilimleri Ölçeği”nden elde edilen veriler, SPSS 21.0 kullanılarak analiz edilmiştir. Bu süreçte ilk olarak ön-test ve son-test veri setlerinin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Katılımcı sayısı 50 kişinin altında olduğundan Shapiro Wilk testi kullanılmış ve yapılan analizler sonucunda hem ön-test hem de son-test veri setinde p istatistik değeri, $p > .05$ olarak bulunmuştur. Bu nedenle, veri setlerinin normal dağılım koşulunu sağladığı belirlenerek katılımcıların ölçekten aldıkları puanların karşılaştırılmasında parametrik testlerden ilişkili örneklem için t testi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2010).

Çalışmanın nitel veri toplama araçları olan “Çalışma Yaprakları” ile “Etkinlik Değerlendirme Formlarının” analizinde betimsel analiz ve içerik analizinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda, çalışma yaprakları araştırmaya katılan gruplardan salıncak tasarımları, yer çekimi ivmesi değerleri ve salıncak periyotlarına yönelik veriler sağlamıştır. Bu verilerin analiz sonuçları, betimsel olarak tablolar yardımıyla sunulmuştur. Diğer nitel veri toplama aracı olan etkinlik değerlendirme formundan elde edilen veriler ise katılımcılardan elde edilen bireysel verileri sunmaktadır. Bu veriler her iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı içerik analizi ile çözümlenerek anlamlı temalar ile açıklanmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Daha sonra, araştırmacılar bir araya gelerek ileri sürdükleri temaları karşılaştırmış ve analiz sonucunda bulunması gereken temalara karar vermişlerdir. Bu süreçte araştırmacılar arası tutarlık katsayısı .96 olarak bulunmuştur. Bu değer .70’in üzerinde bulunduğu için araştırmada yapılan veri analizinin güvenilirliğinin sağlandığı tespit edilmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2018).

Bulgular

Yapılan araştırma sonucunda hem nicel hem de nitel bulgular elde edilmiş olup bunlar sırayla sunulmaktadır.

Nicel Bulgular

Bu kısımda, öğretmen adaylarının gerçekleştirilen STEM etkinliğine katılımları sonucunda gelecekte verecekleri dersler kapsamında bilişim teknolojilerini kullanma eğilimlerindeki değişim sunulmakta olup yapılan analiz sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Öğretmen adaylarının gelecekteki derslerinde bilişim teknolojilerini kullanma eğilimlerinin ilişkili örneklem için t testi ile analizinden elde edilen bulgular

Ölçüm	N	\bar{X}	ss	sd	t	p	Cohen-d
Ön-test	21	108.67	8.37	20	4.00	.001	.77
Son-test	21	116.24	11.08				

Tablo 2’ye göre araştırmanın başlangıcında öğretmen adaylarının gelecekteki derslerinde bilişim teknolojilerini kullanma eğilimlerine yönelik ön-test puan ortalaması, $\bar{X} = 108.67$ olarak bulunmuştur. Öğretmen adaylarına verilen eğitim ve gerçekleştirilen salıncak etkinliği sonrasında yapılan son-test sonucunda ortalama puanın $\bar{X} = 116.24$ ’e yükseldiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının puan ortalamaları ilişkili örneklem için t testi ile karşılaştırıldığında bilişim teknolojilerini kullanma eğilimlerindeki değişimin istatistiksel açıdan anlamlı ve son-

test lehine olduğu tespit edilmiştir ($t(20)=4.00$, $p<.05$). Başka bir ifade ile yapılan uygulama, öğretmen adaylarının gelecekteki derslerinde teknoloji kullanma eğilimleri üzerinde anlamlı bir etki göstermiştir. Bunun yanında, Cohen-d etki büyüklüğü, .77 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, yapılan uygulamanın etki değerinin yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Nitel Bulgular

Bu kısımda öğretmen adaylarının katıldıkları etkinlikte tasarladıkları salıncak modelleri ile gerçekleştirilen uygulamaya yönelik görüşlerinden elde edilen bulgular sunulmaktadır.

Öğretmen adaylarının tasarladıkları salıncak modelleri ile ilgili bulgular

Beş grup ile gerçekleştirilen etkinlikte öğretmen adaylarının tasarladıkları salıncaklarda yararlandıkları Phyphox uygulamaları, Tablo 3'teki gibi belirlenmiştir.

Tablo 3. Öğretmen adaylarının tasarladıkları salıncaklarda yararlandıkları Phyphox uygulamaları

Grup No	Yararlanılan Phyphox Uygulaması
1	Yakınlık kronometresi
2	Manyetometre
3	Işık
4	Işık
5	Manyetometre

Tablo 3'ten anlaşılacağı üzere öğretmen adayları Phyphox'un üç farklı uygulamasından yararlanarak salıncaklar tasarlamışlardır. Bu uygulamalardan manyetometre, cep telefonunun manyetik sensörü tarafından alınan verilerin program üzerinde işlenmesini sağlamaktadır. Bu amaçla, katılımcılar kendilerine verilen mıknatısları salıncakların altına yerleştirerek tasarımlarını ve deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Kullanılan bir diğer Phyphox uygulaması ise ışık uygulamasıdır. Telefonda yer alan ışık sensörü, ortamdaki aydınlık seviyesini belirlemektedir. Phyphox ışık uygulaması ile katılımcılar, salıncığın sensör üzerinden geçtiği durumda ortaya çıkan düşük aydınlık seviyesini, periyotları belirlemede kullanmışlardır. Katılımcıların kullandığı başka bir uygulama ise yakınlık kronometresidir. Bu uygulamada, telefonun yakınlık sensöründen alınan veriler kullanılmaktadır. Katılımcılar burada salıncığın telefona en yakın olduğu durumlar arasındaki zaman farkını kullanarak veriler toplamış ve hesaplamaları gerçekleştirmişlerdir. Manyetometre kullanılarak ölçüm alınan salıncak tasarımlarına ait fotoğraflar, Şekil 4'te verilmiştir.



(a)

(b)

(c)

Şekil 4. Etkinlikte tasarlanan farklı uzunluktaki salıncaklara ilişkin fotoğraflar

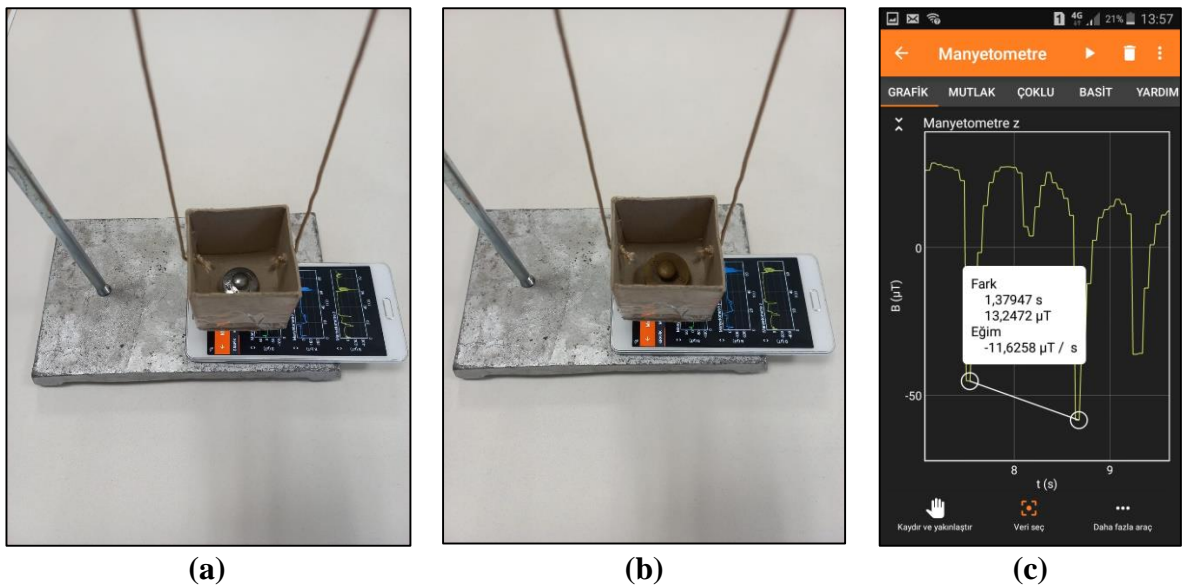
Etkinliğin çalışma yapraklarında, öğretmen adaylarından yaptıkları salıncak tasarımlarında kullandıkları ip uzunlukları (l) ile periyot değerlerini (T) belirlemeleri ve salıncakların periyodunu değiştirecek önerilerde bulunup bunların etkisini test etmeleri istenmiştir. Bu doğrultuda elde edilen bulgular, Tablo 4’te sunulmaktadır.

Tablo 4. Öğretmen adaylarının tasarladıkları salıncaklardan aldıkları ölçümlere yönelik bulgular

Grup No	l (cm)	T (s)	Periyodu Değiştirmek için Yapılan Öneriler	Önerilerin Periyot Üzerindeki Etkisi
1	54.00	1.50	Salıncığın kütleini değiştirmek	Kütlenin periyot üzerine etkisi yoktur.
2	38.00	1.23	İpin uzunluğunu değiştirmek	İp uzunluğunun artması ile periyot artar.
3	53.50	1.49	İpin uzunluğunu değiştirmek.	İp uzunluğunun artması ile periyot artar.
4	45.00	1.37	İpin uzunluğunu ve türünü değiştirmek	İp uzunluğunun artması ile periyot artar. Farklı ipler kullanıldığında bağlantı noktasındaki sürtünme değiştiği için periyot değişir.
5	46.50	1.38	İpin uzunluğunu ve salıncığın kütleini değiştirmek	İp uzunluğunun artması ile periyot artar. Kütlenin periyot üzerine etkisi yoktur.

Tablo 4’e göre öğretmen adayları genel olarak ip uzunluğu (Grup 2, Grup 3, Grup 4 ve Grup 5) ve salıncak kütlesi (Grup 1 ve Grup 5) değişkenlerinin periyot üzerinde etkili olabileceğini düşünmüşlerdir. Bununla birlikte ip türünün de (Grup 4) periyot üzerinde etkili olacağı belirtilmiştir. Ancak gruplar, öne sürdükleri fikirleri salıncak düzeneklerinde test ederek salıncak kütleinin periyot üzerinde etkisinin olmadığını; buna karşılık ip uzunluğu ve ip türünün periyodu etkilediğini belirlemişlerdir.

Tablo 4 dikkate alındığında, Grup 5 tarafından yapılan salıncak tasarımında hem uzunluk (l) hem de kütle (m) değişkeninin periyot üzerindeki etkisi sınamıştır. Bu tasarımda salıncığa farklı kütleler eklenerek salıncığın altına yerleştirilen neodyum mıknatıs ve manyetometre uygulaması yardımıyla salıncığın periyodu belirlenmiştir. Bu tasarıma ilişkin detaylı fotoğraflar ve elde edilen Phyphox uygulaması ekran görüntüsü Şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 5. a-b) Farklı kütlelerin yerleştirildiği salıncaklar c) Phyphox ile elde edilen verilerin analizi (Grup 5)

Uygulanan etkinliğin değerlendirme aşamasında, grupların tasarladıkları salıncaklar üzerinden deneysel olarak elde ettikleri periyot değerlerinden hareketle hesapladıkları yer çekimi ivmeleri (g) ve bu değerlerin % hata oranları, Tablo 5’te yer almaktadır.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının periyot değerlerini kullanarak elde ettikleri yer çekimi ivmesi değerleri ve hata payları

Grup No	Hesaplanan g Değeri (m/s ²)	% Hata
1	9.46	3.47
2	9.91	1.12
3	9.50	3.06
4	9.46	3.47
5	9.63	1.73

Tablo 5’te verilen yer çekimi ivmesi değerleri incelendiğinde, öğretmen adaylarının 9.80 m/s²’ye oldukça yakın değerler elde ettikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının salıncak etkinliği hakkındaki görüşlerine yönelik bulgular

Etkinlik sonrasında uygulanan görüş formlarının analizi sonucunda elde edilen bulgular, aşağıda yer almaktadır.

Etkinliğin olumlu yönleri ile ilgili bulgular

Etkinliğin olumlu yönlerine yönelik olarak katılımcılardan elde edilen bulgular, Tablo 6’da sunulmaktadır.

Tablo 6. Etkinliğin olumlu yönleri ile ilgili görüşler

Kategoriler	f
Basit harmonik hareket ile ilgili bilgiler öğrendik.	9
Fizik ile ilgili teorik bilgilerimizi günlük yaşam ile ilişkilendirdik.	9
Teknoloji (sensör, Phyphox, cep telefonu) kullandık.	9
Birçok deney/araştırma yapabileceğimizi fark ettik.	5
Eğlenceliydi.	5
Tasarım yaptık.	4
Meslek yaşamımızda kullanabileceğimiz bir deneyim oldu.	3
Kolayca veri topladık.	2
Gözlem yeteneğimizi geliştirdik.	2
Öğrendiklerimizin kalıcılığı arttı.	2
Yaratıcılığımızı kullandık.	1
Verimliydi.	1
Toplam	52

Tablo 6’ya göre öğretmen adaylarının etkinliğin olumlu yönleri ile ilgili en fazla ileri sürdüğü görüşler; etkinliğin basit harmonik hareket ile ilgili kavramsal bilgileri pekiştirmesi, teorik bilgilerin günlük yaşam ile ilişkilendirilmesine ve farklı teknolojiler kullanılmasına imkan vermesidir. Ayrıca, öğretmen adaylarının etkinliğin olumlu yönleri ile ilgili görüşlerinin STEM alanlarına vurgu yaptığı fark edilmektedir. Bu kapsamda, “basit harmonik hareket ile ilgili bilgiler öğrendik” kategorisi fen; “teknoloji (sensör, Phyphox, cep telefonu) kullandık” kategorisi teknoloji; “tasarım yaptık” kategorisi mühendislik; “veri topladık” kategorisi ise matematik disiplini ile ilişkilendirilebilir. Bu uygulamanın öğretmen adaylarının gelecekteki meslek yaşamları için iyi bir örnek oluşturması ise araştırmanın bir diğer önemli bulgusudur. Bunun yanında etkinliğin eğlenceli, verimli gibi ifadeler ile nitelendirildiği görülmektedir.

Etkinlikte yaşanan güçlükler ile ilgili bulgular

Öğretmen adaylarının katıldıkları etkinlikte yaşadığı güçlükler ile ilgili bulgular, Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7. Etkinlikte yaşanan güçlükler ile ilgili görüşler

Kategori ve Kodlar	f
Materyaller ile ilgili güçlükler	
Telefonu sabitleme	4
Malzeme seçimi	3
Sensör kullanımı	3
Salıncak ipinin uzunluğunu ayarlama	2
Maket bıçağı kullanma	1
Matematik ile ilgili güçlükler	
Hesaplama	4
Deneyel güçlükler	
Ölçüm hatası	3
Ortam koşulları ile ilgili güçlükler	
Ortamda farklı ışık kaynakları olması	2
Tasarım yapma ile ilgili güçlükler	
Tasarımı hayal etme	2
Toplam	24

Tablo 7’ye göre öğretmen adaylarının etkinlikte yaşadığı güçlüklerin başında materyal kullanımı gelmektedir. Bunu, matematiksel hesaplamalar ve deneylerde ölçüm hatası nedeniyle yaşanan güçlükler takip etmektedir. Bunların yanında, daha az sayıdaki öğretmen adayının ise ortam koşullarında farklı ışık kaynakları bulunması ve tasarımı hayal edememe nedeniyle bazı güçlükler yaşadığı belirlenmiştir.

Daha önce bu tür bir uygulama kullanımına yönelik bulgular

Öğretmen adaylarına daha önce bu tür bir uygulama kullanıp kullanmadıkları sorulduğunda katılımcıların hiçbirinin böyle bir uygulama kullanmadığı saptanmıştır. Öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlardan bazı örnekler şöyledir:

ÖA7: *Daha önce bu tür bir uygulama kullanmadım. Telefona yüklenen bir uygulamanın etkinliğe katkısı beni şaşırttı açıkçası. Farklı bir etkinlik oldu.*

ÖA9: *Hayır, kullanmadım. Phyphox ile değişik etkinlikler yapabiliriz. Işık sensörü ile bu şekilde ilk defa bir etkinlik içinde oldum.*

ÖA16: *Kullanmadım. Phyphox bana çok verimli geldi. Böyle bir uygulama olduğunu bilmiyordum. Oldukça fayda sağlayıcı bir uygulama olduğunu fark ettim.*

ÖA19: *Hayır, daha önce kullanmadım. Phyphox uygulamasının bu kadar hayatın içinden bir probleme çözüm olmasını çok beğendim. Ayrıca, bu uygulama ile problemin çözümüne farklı yollardan ulaşabiliyoruz.*

Yukarıdaki ifadelerle göre öğretmen adaylarının bu STEM etkinliği ile yeni ve faydalı bir uygulama öğrendikleri belirtilebilir.

Tartışma ve Sonuç

Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; uygulanan STEM etkinliğinin dördüncü sınıfta öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmen adaylarının gelecekteki derslerinde teknoloji kullanma eğilimleri üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir artış sağladığı ve bu etkinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç, yapılan uygulamanın bu anlamda verimli olduğuna işaret etmekte olup bu durum öğretmen adaylarının kendi ifadeleri ile de desteklenmektedir. Buna karşılık, alanyazında farklı branşlarda görev yapmakta olan öğretmenlerin en az kullandıkları öğreten becerilerinden birinin tekno-pedagojik beceriler olduğu belirtilmektedir (Nuhoğlu & Güvercin Seçkin, 2021). Ayrıca, fen bilgisi öğretmen adaylarının derste teknoloji kullanımına yönelik eğilimlerinin iyi düzeyde olmasına rağmen bunu tam olarak davranış haline getiremedikleri ifade edilmektedir (Çelik, Çelik & Alpaslan, 2021). Ancak bu çalışmadaki STEM etkinlik uygulamasının öğretmen adaylarına derslerde teknoloji kullanımı konusunda katkılar sağladığı belirtilebilir. Öğretmen adaylarının etkinlik ile ilgili belirttikleri “teknoloji kullandık”, “birçok deney/araştırma yapabileceğimizi fark ettik” gibi görüşler de bu sonucu desteklemektedir. Benzer şekilde olumlu görüşler, Ürek ve Çoramık (2022) tarafından Algadoo kullanılarak uygulanan bir STEM etkinliği sonucunda da elde edilmiş ve öğretmen adaylarının bu tür çalışmaların daha fazla yapılmasını istedikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla mevcut araştırmadaki STEM etkinliğinin öğretmen adaylarının teknolojiyi kullanma isteklerini davranış haline getirmelerine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda “eğlenceliydi” ve “meslek yaşamımızda kullanabileceğimiz bir deneyim oldu” şeklindeki görüşler de bu sonuç ile ilişkilendirilebilir.

Öğretmen adaylarının Phyphox’u kullandıkları bu STEM etkinliğinin olumlu yönleri ile ilgili görüşlerinin başında, STEM alanlarından fen disiplini ile ilişkilendirilebilecek görüşlerin geldiği fark edilmektedir. Bu kapsamda öğretmen adaylarının basit harmonik hareket ile ilgili bilgilerin öğrenilmesine ve teorik bilgilerin günlük yaşam ile ilişkilendirilmesine değindikleri görülmektedir. Cin ve Yanpar Yelken (2019) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada da ortaokul öğretmenlerinin derslerinde bilişim teknolojilerini etkin kullanma gerekçelerinin başında bu tür teknolojilerin öğrenme üzerindeki olumlu etkisine değinmesi, bu sonucu destekler niteliktedir. Ayrıca, öğretmen adayları ile gerçekleştirilen başka araştırmalarda da teknolojinin konuyla ilgili kavramsal öğrenme üzerindeki etkisine ve öğrenmelerin kalıcılığını sağlamasına vurgu yapılmaktadır (Som, 2017; Ürek & Çoramık, 2022). Nitekim, mühendislik tasarım yaklaşımına dayalı STEM eğitiminin lise öğrencilerinin fizik ile ilgili kavramsal bilgilerini iyileştirmede etkili olduğu belirlenmiştir (Fan & Yu, 2017).

Bu çalışmada etkinliğin olumlu yanları kapsamında belirlenen eğlenceli ve verimli olma (Borrachero vd., 2019; Büyükdede & Tanel, 2019; Ürek & Çoramık, 2022), veri toplama (Anagün, Karahan & Kılıç, 2020), deney/araştırma yapma (Anagün vd., 2020; Büyükdede & Tanel, 2019), tasarım yapma (Ürek & Çoramık, 2022), gelecekteki meslek yaşantısında kullanılacak bir deneyim elde etme (Büyükdede & Tanel, 2019; Ürek & Çoramık, 2022) gibi görüşlerin öğretmen adayları ile farklı STEM etkinliklerinin gerçekleştirildiği başka araştırmalarda da saptandığı görülmektedir. Ayrıca, mevcut çalışmada bir öğretmen adayı, uygulanan etkinliğin yaratıcılığını kullanmasını sağladığını ifade etmiştir. Başka çalışmalarda da öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri ile yaratıcılık arasında olumlu bir ilişki kurdukları görülmektedir (Anagün vd., 2020; Büyükdede & Tanel, 2019). Ayrıca, STEM etkinliklerinin

öğrencilerin yaratıcılıklarında anlamlı bir artış sağladığı gösterilmiştir (Eroğlu & Bektaş, 2022; Hanif, Wijaya & Winarno, 2019).

Bu çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç, öğretmen adaylarının etkinlikte yaptıkları salıncak tasarımları ve bu tasarımlar üzerinden aldıkları ölçümler ile ilgilidir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının kendilerine verilen kısa bir eğitimin ardından Phyphox uygulaması yardımıyla manyetometre, yakınlık kronometresi ve ışık sensörü gibi farklı cep telefonu sensörlerini basit harmonik hareket yapan bir salıncak tasarımına aktarabildikleri görülmektedir. Alanyazında basit harmonik hareket kapsamında gerçekleştirilen etkinliklerde ultrasonik uzaklık sensörü ile Arduino Uno (Buachoom vd., 2019; Pili & Violanda, 2018), ivmeölçer sensörü (Nuryantini vd., 2020; Purba & Hwang, 2018) gibi farklı sensörlerden yararlanıldığı dikkat çekmektedir. Ayrıca, alanyazında basit harmonik hareket ile ilgili etkinliklerde bu çalışmadaki öğretmen adayları tarafından kullanıldığı gibi ışık sensöründen de yararlanıldığı görülmektedir (Pili & Violanda, 2018). Bu sensörlerin mevcut araştırmada olduğu gibi Phyphox uygulaması ile birlikte kullanımı, öğrencilerin sadece sensörlerden gelen ham veriyi okumakla kalmayıp etkinliğin fizik ve matematik ile ilişkisinin de açıkça kurulmasına katkı sağlamaktadır (Staacks vd., 2018). Bu sonuç, öğretmen adayları tarafından ileri sürülen “kolayca veri topladık”, “gözlem yeteneğimizi geliştirdik” gibi ifadelerle desteklenmektedir.

Bu çalışmada öğretmen adayları tasarladıkları salıncakların periyot değerini değiştirmek için salıncığın kütlesini değiştirme, kullanılan ipin uzunluğunu ve türünü değiştirme gibi öneriler ileri sürmüşlerdir. Alanyazında da öğrencilerin salıncak kütlesi ile kullanılan ipin uzunluğunu değiştirerek bir basit sarkacın periyot değerinin artıp azalabileceğini ileri sürdükleri görülmektedir (Borrachero vd., 2019; Purba & Hwang, 2018). Bu araştırmada, öğretmen adayları önerilerini geliştirdikleri salıncaklarda kendilerine verilen malzemeler ile test ettiklerinde önerilerinin periyot üzerinde etki yaratıp yaratmadığını doğru bir şekilde belirleyebilmişlerdir. Ancak alanyazın, öğrencilerde bu konuda çeşitli kavram yanılgıları bulunduğunu göstermektedir (Somroob & Wattanakasiwich, 2017; Wijaya vd., 2020). Endonezya’da gerçekleştirilen bir sanal laboratuvar uygulamasına karşılık basit sarkacın kütlesinin periyodu etkileyebileceği kavram yanılgısı ile karşılaşılırken (Wijaya vd., 2020) mevcut etkinlik uygulaması ile öğretmen adaylarının bu kavram yanılgısını giderdikleri görülmektedir. Benzer şekilde, Tayvan’da U-Physics isimli uygulama ve tablet sensörlerinin kullanıldığı bir etkinliğin de bu kavramların anlaşılmasına katkı sağladığı tespit edilmiştir (Purba & Hwang, 2018).

Araştırmada ulaşılan başka bir sonuç ise öğretmen adaylarının tasarladıkları salıncaklarda belirledikleri periyot değerini kullanarak yer çekimi ivmesinin değerini teorik değere ($g = 9.80 \text{ m/s}^2$) yakın bir şekilde hesaplayabilmeleridir. Öğretmen adaylarının ulaştıkları yer çekimi ivmelerinin hata oranları %1.12-%3.47 arasında değişmektedir. Bu sonuçlar, katılımcıların Phyphox uygulaması ile ilk kez karşılaşan üniversite öğrencileri oldukları göz önünde bulundurulduğunda kabul edilebilir değerler şeklinde değerlendirilebilir. Nitekim öğretmen adaylarının tamamı bu tür bir uygulama ile ilk defa karşılaştıklarını ve hesaplama, ölçüm hatası gibi bazı güçlükler yaşadıklarını belirtmişlerdir. Buna karşılık alanyazında yer çekimi ivmesinin daha düşük hatalar ile tespit edilebildiği deney düzenekleri ile karşılaşmak

mümkündür (Pili & Violanda, 2018; 2019). Bu durum araştırmanın bir sınırlığını göstermektedir.

Gerçekleştirilen STEM etkinliğinde katılımcıların zorlandığı noktaların başında materyal kullanımını gelmekle birlikte benzer sıkıntıların daha önce gerçekleştirilen STEM etkinliklerinde de yaşandığı görülmektedir (Büyükdede & Tanel, 2019). Mevcut çalışmada, öğretmen adaylarının “sensör kullanımı”, “telefonu sabitleme” gibi konularda yaşadıkları güçlükler, daha önce bu tür bir deneyime sahip olmamaları ile ilişkilendirilebilir. Bu sonuç, öğretmen adaylarına daha fazla materyal kullanma deneyimi sunulması gerektiğini düşündürmektedir. Öğretmen adaylarının özellikle uzaktan eğitim sürecinde bu tür gerçek deneyimlerden uzak kalması, böyle bir olumsuz durumun ortaya çıkmasında etkili olabilir.

Etkinlikte karşılaşılan başka bir güçlük ise matematiksel hesaplamalar ile ilişkilendirilmektedir. Bu sonuç da gerek alanyazında uygulanan STEM etkinlikleri (Ürek & Çoramık, 2022), gerekse basit harmonik kapsamında yürütülen etkinlikler sonucunda belirlenen güçlükler ile örtüşmektedir (Somroob & Wattanakasiwich, 2017). Benzer şekilde, mühendis adayları ile projeye dayalı STEM öğrenme yaklaşımı ile gerçekleştirilen başka bir çalışmada da katılımcıların en düşük tutumlara sahip olduğu STEM alanının matematik olduğu belirlenmiştir (Tseng, Chang, Lou & Chen, 2013). Dolayısıyla, öğrencilerin matematiksel becerilerinin de desteklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adayları ile bir cep telefonu uygulaması olan Phyphox'tan yararlanılarak araştırmacılar tarafından geliştirilen bir STEM etkinliği uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlikte öğretmen adaylarından basit harmonik hareket yapmakta olan bir salıncak tasarımları istenmiştir. Etkinlik uygulaması sonucunda genel olarak olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada ele alınan basit harmonik hareket ya da başka bir ifade ile basit sarkaç konusunun öğrencilerin kavramsal olarak problemler yaşadığı ve öğretimi için geleneksel yöntemler yerine yeni öğretim stratejilerinin kullanımının önerildiği bir konu olduğu dikkate alındığında (Gülçiçek & Yağbasan, 2004; Somroob & Wattanakasiwich, 2017); bu STEM etkinliğinin alan eğitimine katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar dikkate alındığında;

- Fen bilgisi öğretmen adayları için Phyphox'tan yararlanılarak farklı konularda daha fazla etkinlik uygulaması gerçekleştirilmesi,
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının Phyphox uygulamasını kullanmalarını veya STEM etkinliklerine entegre etmelerini sağlayacak araştırmalar yürütülmesi,
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının materyal kullanma konusunda yaşadığı zorlukların azaltılması için laboratuvar kullanımına ve uygulamaya dayalı çalışmalara öğretim sürecinde daha fazla yer verilmesi,
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının matematiksel becerilerinin STEM çerçevesinde gerçekleştirilecek benzer etkinlikler ile desteklenerek geliştirilmesi önerilebilir.

Çıkar Beyanı

Bu çalışmanın yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Destek Beyanı

Bu çalışmayı destekleyen bir kurum veya kuruluş bulunmamaktadır.

Etik ile İlgili Hususlar

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Tablo 8. Etik kurul bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı	: Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Komisyonu
Etik değerlendirme kararının tarihi	: 15.11.2022
Etik değerlendirme belgesi sayı numarası	: E-19928322-302.08.01-204060

Literatürden alınan “Öğretmen Adaylarının Gelecekteki Derslerinde Bilişim Teknolojilerini Kullanma Eğilimleri Ölçeği” isimli ölçek için sahiplerinden e-posta ile izin alınmıştır. Araştırmanın katılımcıları, gönüllülük esasına dayalı olarak belirlenmiştir. Elde edilen verilerin gizliliğinin korunması için katılımcıların isimlerinden açıkça bahsedilmeyip ÖA1, ÖA2 şeklinde kodlamaya gidilmiştir. Ayrıca, makalede kullanılan fotoğraflar, katılımcıların yüzleri bulanıklaştırılarak sunulmuştur.

Kaynakça

Akarsu, M., Okur Akçay, N., & Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 155-175.

Anagün, Ş. S., Karahan, E., & Kılıç, Z. (2020). Sınıf öğretmeni adaylarının probleme dayalı STEM uygulamalarına yönelik deneyimleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry (TOJQI)*, 11(4), 571-598.

Aydoğan, B., & Çakıroğlu, J. (2022). The effects of engineering design-based instruction on 7th grade students' nature of engineering views. *Journal of Science Education and Technology*, 31, 68–80. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09931-2>

Baydas, O., & Goktas, Y. (2016). Influential factors on preservice teachers' intentions to use ICT in future lessons. *Computers in Human Behavior*, 56, 170-178. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.030>

Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilbert, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56, 3–23. <https://doi.org/10.1002/tea.21465>

Bernacki, M. L., Greene, J. A., & Crompton, H. (2020). Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in

education. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 1-8. 101827. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101827>

Borrachero, A. B., Brígido, M., Dávila, M. A., Costillo, E., Cañada, F., & Mellado, V. (2019). Improving the self-regulation in prospective science teachers: The case of the calculus of the period of a simple pendulum. *Heliyon*, 5(12), e02827. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02827>

Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In Brunsell, E. (Ed.), *Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA].

Buachoom, A., Thedsakhulwong, A., & Wuttiptom, S. (2019). An Arduino board with ultrasonic sensor investigation of simple harmonic motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 1380, 1-4. 012098. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1380/1/012098>

Büyükdede, M., & Tanel, R. (2019). Effect of the STEM activities related to work-energy topics on academic achievement and prospective teachers' opinions on STEM activities. *Journal of Baltic Science Education*, 18(4), 507-518. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.507>

Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal Bilimler için veri analizi el kitabı* (11. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 30-35.

Capobianco, B. M., & Radloff, J. (2022). Elementary preservice teachers' trajectories for appropriating engineering design-based science teaching. *Research in Science Education*, 52, 1623-1641. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10020-y>

Cin, A., & Yanpar Yelken, T. (2019). Ortaokul öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgileri ile bilişim teknolojisi kullanım düzeylerinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(65), 741-755.

Çelik, C., Çelik, B., & Alpaslan, M. M. (2021). Fen bilimleri öğretmen adaylarının derste teknoloji kullanımına yönelik eğilimleri. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 503- 519. <https://doi.org/10.21666/muefd.835314>

Çoramık, M., & Ürek, H. (2021). Calculation of kinetic friction coefficient with Phyphox, Tracker and Algodoo. *Physics Education*, 56(6), 1-10. <https://dx.doi.org/10.1088/1361-6552/ac1e75>

English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1264053>

Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2022). The effect of 5E-based STEM education on academic achievement, scientific creativity, and views on the nature of science. *Learning and Individual Differences*, 98, 102181.

Fan, S-C., & Yu, K-C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 107–129. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9328-x>

Guzey, S. S., Moore, T., & Morse, G. (2016). Student interest in engineering design-based science. *School Science and Mathematics*, 116(8), 411–419. <https://doi.org/10.1111/ssm.12198>

Gülçiçek, Ç., & Yağbasan, R. (2004). Basit sarkaç sisteminde mekanik enerjinin korunumu konusunda öğrencilerin kavram yanılgıları. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 23-38.

Hanif, S., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Enhancing students' creativity through STEM project-based learning. *Journal of Science Learning*, 2(2), 50-57. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13271>

Hochberg, K., Kuhn, J., & Müller, A. (2018). Using smartphones as experimental tools—Effects on interest, curiosity, and learning in physics education. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 385–403. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9731-7>

Iradat, R. D., & Alatas, F. (2017). The implementation of problem-solving based laboratory activities to teach the concept of simple harmonic motion in senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 1-8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012014>

Irmak, M., & Öztürk, N. (2022). Understanding preservice science teachers' views about engineers and engineering in an engineering-focused STEM course. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 1-18. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12603>

Karamustafaoğlu, O., Aydın, M., & Özmen, H. (2005). Bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: Basit harmonik hareket örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 4(4), 67-81.

Kaya, A., Çepni, S., & Küçük, M. (2004). Fizik öğretmenlerinin laboratuarlara yönelik hizmet içi ihtiyaçları için bir program geliştirme çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 41-56.

Kuvac, M., & Koc, I. (2022). Enhancing preservice science teachers' perceptions of engineer and engineering through STEM education: a focus on drawings as evidence. *Research in Science & Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2052038>

Lou, S-J., Shih, R-C., Diez, R. C., & Tseng, K-H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21, 195–215. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114-8>

Nanto, D., Agustina, R. D., Ramadhanti, I., Putra, R. P., & Mulhayatiah, D. (2022). The usefulness of LabXChange virtual lab and PhyPhox real lab on pendulum student practicum during pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*, 2157, 1-8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2157/1/012047>

Nuhoğlu, H., & Güvercin Seçkin, G. (2021). Öğretmenlerin 21. yüzyıl öğrenen-öğreten becerileri ile bilişim teknolojisi kullanım düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(3), 1358-1388.

Nuryantini, A. Y., Fajriah, H. N., Zakwandi, R., & Nuryadin, B. W. (2020). Simple harmonic motion experiments with the accelerometer sensor on a smartphone: Improving the

problem solving-ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572, 1-4. 012058
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1572/1/012058>

Oliveira, A., Behnagh, R. F., Ni, L., Mohsinah, A. A., Burgess, K. J., & Guo, L. (2019). Emerging technologies as pedagogical tools for teaching and learning science: A literature review. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1, 149–160.
<https://doi.org/10.1002/hbe2.141>

Parker, C., Smith, E. L., McKinney, D., & Laurier, A. (2016). The application of the engineering design process to curriculum revision: A collaborative approach to STEM curriculum refinement in an urban district. *School Science and Mathematics*, 116(7), 399-406.

Pierratos, T., & Polatoglou, H. M. (2020). Utilizing the phyphox app for measuring kinematics variables with a smartphone. *Physics Education*, 55, 1-6.

Pili, U., & Violanda, R. (2018). A simple pendulum-based measurement of g with a smartphone light sensor. *Physics Education*, 53, 1-4. 043001

Pili, U., & Violanda, R. (2019). Measurement of the gravitational acceleration using a simple pendulum apparatus, ultrasonic sensor, and Arduino. *Physics Education*, 54, 1-5. 043009

Purba, S. W. D., & Hwang, W-Y. (2018). Investigation of learning behaviors and achievement of simple pendulum for vocational high school students with ubiquitous-physics app. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 2877-2893.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/90985>

Pusch, A., Ubben, M. S., Laumann, D., Heinicke, S., & Heusler, S. (2021). Real-time data acquisition using Arduino and phyphox: measuring the electrical power of solar panels in contexts of exposure to light in physics classroom. *Physics Education*, 56, 1-13.

Ringo, S. S., Samsudin, A., & Ramalis, T. R. (2019). Utilizing Rasch model to analyze a gender gap in students' cognitive ability on simple harmonic motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467, 1-9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012054>

Shume, T., Bowen, B., Altimus, J., & Kallmeyer, A. (2022). Rural secondary STEM teachers' understanding of the engineering design process: Impacts of participation in a research experiences for teachers program. *Theory & Practice in Rural Education (TPRE)*, 12(2), 89-103. <https://doi.org/10.3776/tpre.2022.v12n2p89-103>

Som, İ. (2017). The examination of the opinions of pre-service teachers on usage of the information technologies for educational purposes. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(3), 882-898.

Somroob, S., & Wattanakasiwich, P. (2017). Investigating student understanding of simple harmonic Motion. *Journal of Physics: Conference Series*, 901, 1-4. 012123
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/901/1/012123>

Staacks, S., Dorsel, D., Hütz, S., Stallmach, F., Splith, T., Heinke, H., & Stampfer, C. (2022). Collaborative smartphone experiments for large audiences with phyphox. *European Journal of Physics*, 43, 1-10. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ac7830>

Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H., & Stampfer, C. (2018). Advanced tools for smartphone-based experiments: Phyphox. *Physics Education*, 53, 1-7.

Stampfer, C., Heinke, H., & Staacks, S. (2020). A lab in the pocket. *Nature Reviews Materials*, 5, 169-170.

Sungur Gül, K. (2020). Tasarım temelli öğrenme yaklaşımı ile STEM eğitimi. (Ed. M. Çevik). *Ders planları kurgusunda öğretme öğrenme yaklaşımlarıyla uygulamalı STEM eğitimi* içinde (ss. 319-341). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Tseng, K-H., Chang, C-C., Lou, S-J., & Chen, W-P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23, 87–102. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>

Tuada, R. N., Kuswanto, H., Saputra, A. T., & Aji, S. H. (2020). Physics mobile learning with scaffolding approach in simple harmonic motion to improve student learning independence. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440, 1-8. 012043. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012043>

Tzamalıs, P. G., Kateris, A., Lazos, P., Tsoukos, S., & Velentzas, A. (2021). An educational proposal for students' experimentation in a distance learning environment. *Physics Education*, 56, 1-8.

Uzun, F. (2013). *Bağlam temelli yaklaşıma dayalı genel fizik-I laboratuvar dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarılarına, bilimsel süreç becerilerine, motivasyonlarına ve hatırlamalarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Ürek, H., & Çoramık, M. (2022). A suggestion and evaluation of a STEM activity about friction coefficient for pre-service science teachers. *Journal of Computer and Education Research*, 10(19), 202–235. <https://doi.org/10.18009/jcer.1063301>

Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Maruclu, I. (2010, January). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, KY.

Wijaya, P. A., Widodo, A., & Muslim. (2020). Virtual experiment of simple pendulum to improve student's conceptual understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806, 1-7. 012133 <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012133>


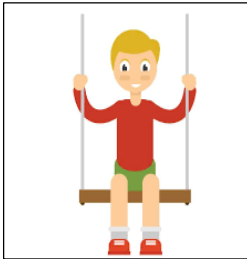
Yıldırım, B. (2020). 5E öğrenme modeliyle STEM eğitimi. (Ed. M. Çevik). *Ders planları kurgusunda öğretme öğrenme yaklaşımlarıyla uygulamalı STEM eğitimi* içinde (ss. 29-45). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Zhai, X., Zhang, M., Li, M., & Zhang, X. (2019). Understanding the relationship between levels of mobile technology use in high school physics classrooms and the learning outcome. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 750-766. <https://doi.org/10.1111/bjet.12700>

Ekler

Ek 1. Çalışma Yaprağı

Grup Adı:	
Grup Üyeleri:	
Giriş	
<ul style="list-style-type: none">✓ Daha önce hiç sallanan sandalye kullandınız mı? Bu tür bir eşya kullanmak hoşunuza gider mi?✓ Sallanan sandalye, ne tür bir hareket yapar?✓ Bu tür bir sandalyede arkanıza dayanıp bir tur sallanmanız için geçen süreye ne denir?✓ Peki bu sandalye Dünya'da değil de Ay'da bulunsaydı hareketiniz aynı mı olurdu?✓ Etrafımızda sallanan sandalyenin yaptığı harekete benzer şekilde hareket eden canlı/cansız varlıklara örnekler verir misiniz?	
Etkinlik Uygulaması	
<p>Mert, salıncakta sallanmaktan çok hoşlanıyor. Sık sık ablası ile parka gidip salıncakta sallanıyor. Ancak kendi başına sallanamadığı için salıncağa oturduktan sonra ablası onu geri çekip iterek sallanmasına yardımcı oluyor. Onları seyreden meraklı bir arkadaşı ise Mert'in bulunduğu noktadan hareket edip tekrar aynı noktaya gelinceye kadar geçen süreyi merak ediyor. Küçük çocuk, bu soruyu üniversitede öğrenim gören bir yakınına soruyor. Bu soru size sorulsaydı, bu meraklı çocuğun sorusunu yanıtlamak için cep telefonu sensörlerinden yararlanarak nasıl bir düzenek kurardınız?</p>	
Gerekli Malzemeler:	
Mukavva, ip, makas, maket bıçağı, cep telefonu, mıknatıs, spor destek, cetvel	
Problem Durumu	- Size verilen örnekteki problem durumunu ifade ediniz.
Olası Çözüm Yolları	- Belirlediğiniz problem durumunu çözmek için ne gibi çözüm yolları önerirsiniz?
En Uygun Çözüm Yolu	- Önerdiğiniz çözüm yollarından en uygun olanı belirtiniz.

Prototip Yapılması ve Test Edilmesi	<ul style="list-style-type: none">- Bu çözüm yolunu takip ederek bir prototip tasarlayınız. Öncelikle bu prototipe yönelik çizim yapınız.- Prototipinize verilen dönütler ışığında düzeltmeniz gereken noktalar var ise buna yönelik bir çizim daha yaparak tasarımınıza son halini veriniz.- Tasarımınızı size verilen malzemeler ile oluşturunuz. Bu salıncak üzerinden T ve l değerlerini ölçünüz. <u>Ölçümler:</u> T = s l = cm- Tasarladığınız salıncığın periyodunu değiştirmek için neler yapabilirsiniz? Önerilerinizi test edip elde ettiğiniz sonuçları yazınız.
İletişim/ Değerlendirme	<ul style="list-style-type: none">a) Tasarımınızın son halinden elde ettiğiniz verileri kullanarak yer çekimi ivmesini (g) hesaplayınız.b) Bulduğunuz g değeri, teorik değer ile aynı mı? Eğer değilse bunun sebebi ne olabilir?c) Tasarımınızı sınıf arkadaşlarınıza sunarak tanıtınız.

EXTENDED SUMMARY

Mobile devices are believed to be used to consume information by the students (Oliveira et al., 2019). However, the fact that they include several sensors, cameras and internet access allow them to be adapted to science education in various ways. In this respect, Phyphox is a free application which can be downloaded to tablets and mobile phones (Stampfer et al., 2020). The application utilizes different mobile phone sensors to perform experiments and take measurements to eliminate several disadvantages encountered in the real laboratory environments such as material insufficiency (Staacks et al., 2022). Thus, this research aimed to implement a STEM activity using Phyphox with pre-service science teachers and evaluate this implementation. In this context, firstly it was intended to determine the effect of the activity on pre-service teachers' tendency to use information technologies in their future courses. Secondly, the swing designs made by pre-service teachers and their opinions about the activity were examined. The research is believed to be important in terms of proposing a STEM activity that can be used in science teacher education. In contrast to studies on teaching simple harmonic motion with experimental activities with the help of different sensors (Buachoom et al., 2019; Nuryantini et al., 2020; Pili & Violanda, 2018; 2019; Purba & Hwang, 2018), there is a gap in the literature considering the studies on this subject including the Phyphox application. Therefore, this study contributes to the field education in this respect.

The research was conducted according to the mixed research design. The study group consisted of 21 pre-service science teachers studying their fourth year in the Science Teaching Program at a state university in the west of Turkey. Both quantitative and qualitative data collection tools were used in the research. Quantitative data were collected with the help of the "Pre-service Teachers' Intentions to Use Information and Communications Technology in Future Lessons Scale" developed by Baydas and Goktas (2016). This scale was in 5-point Likert style and involved 30 items. The qualitative data were collected with the help of the "Worksheets" and "Activity Evaluation Forms" developed by the researchers. "The Worksheets" allowed pre-service teachers to follow the activity easily. "The Activity Evaluation Forms" contained three open-ended questions regarding the positive aspects of the activity, the difficulties encountered in the activity and whether pre-service teachers had used this type of application before. The research process included a total of three weeks of teaching and activity implementation and the process of collecting pre-test and post-test data. Quantitative data were analyzed using SPSS 21.0. In comparing the scores of the participants from the scale, paired samples t-test, one of the parametric tests, was used (Büyüköztürk, 2010). Descriptive analysis and content analysis were used in the analysis of qualitative data.

According to the findings, the paired samples t-test analysis of data obtained from "Pre-service Teachers' Intentions to Use Information and Communications Technology in Future Lessons Scale" revealed a statistically significant difference on the average scores of the participants from pre- ($\bar{X}=108.67$) to post-test ($\bar{X}=116.24$), in favor of the post-test ($t(20)=4.00$, $p<.05$). In addition, pre-service teachers' swing designs included three different applications of Phyphox namely magnetometer, light and proximity chronometer. Also, the participants generally thought that the rope length and swing mass could have an impact on the period of their swings in addition to the type of rope. However, the groups tested their ideas on their

swing designs and reached that the swing mass had no effect on the period whereas the rope length and rope type affected the period. When their calculations were examined, it was seen that the pre-service teachers obtained values very close to the theoretical value, 9.80 m/s^2 . Finally, activity evaluation forms showed that the most common opinion expressed by pre-service teachers about the positive aspects of the activity was that the activity reinforced conceptual knowledge about simple harmonic motion. On the other hand, the main difficulty experienced by pre-service teachers was the use of materials. Besides, it was determined that none of the teacher candidates used such an application before.

This study showed that the applied STEM activity provided a statistically significant increase in the tendency of fourth-grade pre-service science teachers to use information and communications technology in their future lessons. This result indicates that the application is efficient, and this is supported by the pre-service teachers' own statements. In this study, the positive aspects of the activity were determined as being fun and efficient (Borrachero et al., 2019; Büyükdede & Tanel, 2019; Ürek & Çoramık, 2022), data collection (Anagün et al., 2020), conducting experiments/research (Anagün et al., 2020; Büyükdede & Tanel, 2019), designing (Ürek & Çoramık, 2022) have also been detected in other studies in which different STEM activities were carried out with pre-service teachers. Although the use of materials was one of the most difficult points for the participants in the STEM activity, it is seen that similar problems have been experienced in previous STEM activities (Büyükdede & Tanel, 2019). In the current study, the difficulties experienced by pre-service teachers in subjects such as "using sensors" and "fixing the phone" can be attributed to the fact that they did not have such experience before. This result suggests that pre-service teachers should be provided with more experience to use real materials. To conclude, considering that the simple pendulum subject discussed in this study is a subject in which students have conceptual problems and for which the use of new teaching strategies is recommended instead of traditional methods (Gülçiçek & Yağbasan, 2004; Somroob & Wattanakasiwich, 2017); it is thought that this STEM activity will contribute to field education.

Considering the results obtained from this study, it is recommended to implement more activities on different subjects for pre-service science teachers using Phyphox; conduct research to enable pre-service science teachers to use the Phyphox application or integrate it into STEM activities; reduce the difficulties experienced by pre-service science teachers in using materials by including laboratory use and practice-based studies more in the teaching process and to improve pre-service science teachers' mathematical skills by supporting them with similar activities within the framework of STEM.