

Mikroişlemci Destekli Fen-Teknoloji-Mühendislik Matematik (STEM) Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin Bu Alanlara Yönelik Tutumlarına Etkisi¹

Yrd. Doç. Dr. Dilek KARIŞAN

Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi
Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü,
dilekkarisan@gmail.com

Yılmaz YURDAKUL

Fen Bilgisi Öğretmeni
yilmazyurdakul@gmail.com

Özet

Dünyadaki bir çok ülke gelişen teknolojiyi takip etmek, küresel rekabete uyum sağlayabilmek amacı ile politikalarında ve eğitim sistemlerinde bir takım değişiklikler yapmaktadırlar. Bu değişikliklerin özündeyaratıcılık, inovasyon, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirlikli öğrenme gibi 21. yy becerilerini geliştirmeye yönelik hedefler olduğu görülmektedir. Bu hedeflerin eğitim sistemine yansımaları Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) alanlarının disiplinlerarası öğretimi şeklinde olmuştur. Bu araştırmanın amacı STEM alanlarının disiplinlerarası şekilde öğretilmesine olanak sağlaması amacı ile geliştirilen STEM etkinlikleri hakkında bilgi vermek ve geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumlarına etkisini incelemektir. Çalışmada, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak Faber vd. (2012) tarafından geliştirilen ve Yıldırım ve Selvi (2015) tarafından Türkçe'ye uyarlanan STEM Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonuçları STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarını olumlu şekilde etkilediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroişlemciler, Fen-Teknoloji Mühendislik-Matematik (STEM), Tutum, Fen laboratuvarı

The Effects of Microprocessors Based Science Technology Engineering and Mathematics (STEM) Investigations on 6th Grade Students' Attitudes Towards These Subject Areas

Abstract

Many countries in the world are making a number of changes in their policies and educational systems in order to follow the developing technology, adapt to global competition. General objectives of these changes are to develop students' 21. Century skills such as; creativity, innovation, critical thinking, problem solving, collaboration. The reflections of these objectives on education system are seen as teaching science, technology, engineering and mathematics (STEM) in an interdisciplinary way. The purpose of the current study is to give information about developed STEM activities and to explore the effects of these activities on students' STEM attitudes. A Quasi experimental research design, with pre test post test controlled group, guided the study. STEM attitude scale, developed by Faber et al. (2012) and adapted into Turkish by Selvi and Yıldırım (2015) was used as data collection tool. The study results showed that STEM-based events positively affected students' attitudes towards STEM.

Keywords: Microprocessors, Science Technology Engineering and Mathematics (STEM), Attitude, Science laboratory

¹ Bu çalışma 14-16 Eylül 2017 tarihleri arasında düzenlenen 1. Uluslararası Eğitim Araştırmaları ve Öğretmen Eğitimi Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Tarih boyunca türün devamlılığı için çeşitli mücadeleler veren insan, ateş yakmak, tarım yapmak, alışverişte parayı kullanmak, işleri kolaylaştıracak alet edevat yapmak, tekerleği icat etmek gibi bir çok buluşa imza atmıştır. Yaptığı her icatla doğa karşısında daha güçlü konuma geçmiş ve kendi çıkarları doğrultusunda hız kesmeden ilerlemeye devam etmiştir. Şüphesiz ki bu ilerleyişin en keskin dönüm noktalarından biri sanayi devrimidir. Sanayi devriminden sonra insan; kıtalar arası ulaşım, seri üretim, ürettiklerini satmak için pazar arayışı, geniş ticaret ağı oluşturma, uzak ülkelerde hammadde arayışı gibi bir çok yeni durumla karşılaşmış ve bu durumların üstesinden gelmek için farklı çözüm arayışlarına girmiştir. Bu çözüm arayışı sürecinde bilimi kullanıp yeni teknolojiler üreten ya da bilim ve teknolojiye bu gelişmeleri yakından takip eden ülkeler lider konumunda, bu gelişime yabancı kalan ülkeler ise lider ülkelerin ürettikleri ile yetinen tüketim toplumları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ülkelerin ekonomik seviyeleri ile teknoloji üretme kapasiteleri incelendiğinde, bu bileşenler arasında doğru orantı olduğu görülmektedir (Lacey ve Wright, 2009). Son yıllarda yaşanan gelişmeler, ekonominin, dolaylı olarak da ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin, kas ve emek gücünden ziyade; bilgiye, bilgi teknolojilerine ve kaçınılmaz olarak özgün fikirlere bağlı olduğunu göstermektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016). Ancak üreten toplumların gelişmişlik düzeyini belirleyen tek faktör bilim ve teknoloji alanlarında kaydettikleri ilerlemeler değildir. İçinde yaşadığımız kültür dinamiklerinin, yaşam tarzının, mevcut standartların hız kesmeden devam etmesi insanlığın bilgi beceri ve deneyimlerini gelecek nesillere aktarması ile mümkündür. Eğitim ise bu deneyimleri aktarabilmenin en kestirme yoludur. Gelişen/değişen dünya düzeni ile birlikte eğitim sistemi de sürekli olarak güncellenmektedir. Günümüz reformları özellikle 21. yy gereksinimlerini yakalamak için gereken standartlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu standartlarda; öğrencinin merkeze alındığı, yaparak yaşayarak öğrenmenin öneminin vurgulandığı, teorik bilginin günlük hayat problemleri içerisinde bütünleştirilmesi edilmesi gerekliliği gibi bir dizi reformlara gidildiği görülmektedir (Şahin, Ayar, ve Adıgüzel, 2014). Hatta son 20 yıl içerisindeki eğitim reformlarına bakıldığında ise teorik bilginin günlük hayatla bağdaştırılmasının yanı sıra, bir alandaki öğrenmenin bir başka alandaki yansımalarına da yer verildiği, öğretimin disiplinler arası verilmesi gerektiği, matematik ya da fen derslerinin birbiri içerisindeki konularına vurgu yapılması gerektiği, fen derslerindeki teorik bilgilerin uygulaması olan mühendislik ve teknolojinin bütünleştirilmiş biçimde öğretilmesi gerektiği savunulmaktadır (National Research Council [NRC], 2011).

Teknolojinin hızla geliştiği ve değiştiği günümüz koşullarında teknoloji ile birlikte toplumsal, politik, ekonomik alanlarda da hızlı değişimler yaşanmaktadır. Bu değişimlere uyum sağlamak için öncelikli hedef bilim okuryazarlığını artırmaktır (Miaoulis, 2009). Bilim okuryazarlığı, genel bir tanım olarak; bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri geliştirmeleri, yaşam boyu öğrenen bireyler olmaları, etrafta olan biteni merak etmeleri için gerekli olan beceri, tutum, değerlerdir (MEB, 2005). Bilim okuryazarı bir nesil yetiştirmek için öğrencilere görev ve sorumluluklar verip onlara girişimcilik ruhunu aşılaman, deneme yanılma yöntemi ile çalışıp teknolojik bilgilerle, programlama becerileri ile donatan bir eğitim sistemine ihtiyacımız bulunmaktadır (Akgündüz vd., 2015).

Mühendislik ve teknoloji alanlarındaki değişime öncülük eden ya da hızlı uyum sağlayabilen ülkelerin eğitim programları incelendiğinde bilim okuryazarlığının yanı sıra fen teknoloji mühendislik ve matematiğin disiplinler arası etkileşimine de vurgu yapıldığı görülmektedir. Bu vurgu başta Çin, Japonya, A.B.D gibi ülkeler olmak üzere bir çok ülkenin eğitim sisteminde Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik) kelimelerinin ilk harflerinden oluşan STEM yaklaşımı olarak karşımıza çıkmaktadır (Bybee, 2010). Genel anlamda STEM eğitimi, gerçek yaşamdan alınmış bir problem ile ders içeriği arasında ilişki kurmayı, teorik bilgiyi uygulamaya dönüştürmeyi, ve bireyleri araştırmaya, sorgulamaya ve üretkenliğe yönlendirmeyi teşvik eder (MEB, 2016). STEM eğitimi ile bireylere okulda öğrenilen derslerin günlük hayattaki yansımalarının farkına varma hatta farkındalıktan da öteye giderek günlük yaşam problemlerine akılcı çözümler üretme gibi 21. yüzyıl becerileri kazandırmak hedeflenmektedir (Baran, Canbazoglu-

Bilici, ve Mesutoğlu, 2015; Knezek, Christensen, Tyler-Wood ve Periathiruvadi, 2013; Yamak vd., 2014).

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bir ülkenin bilimsel ve ekonomik anlamda gelişmesi STEM eğitiminin desteklenmesi ile mümkündür (Lacey ve Wright, 2009; Şahin vd., 2014). Bu amaçla Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM eğitimi için milyon dolarlık yatırımlar yapıldığı görülmektedir (Kuenzi, 2008). Ülkemizde ise Vizyon 2023 stratejisi ve eğitimde Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH Projesi) gibi projeler kapsamında bilim ve teknoloji alanlarında somut adımlar atıldığı görülmektedir (Akgün, Yılmaz, ve Seferoğlu, 2011). Ayrıca Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2016 yılında yayınlamış olduğu STEM Eğitim Raporunda da bilim ve teknolojinin yanı sıra matematik ve mühendisliğin de ön plana çıkarılması gerektiği, 21. yy becerilerinin geliştirilmesi için derslerin bütünleştirilmiş bir biçimde öğretilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Ülkemizde STEM eğitiminin gerekliliği üzerine yapılan çağruların eğitim raporları ile sınırlı kalmadığı, sivil toplum kuruluşlarının ve özel sektörün hazırladığı raporlarda da vurgulandığı görülmektedir. Türkiye Sanayicilerinin yayınlamış olduğu *STEM alanında eğitim almış iş gücüne yönelik talep ve beklentiler araştırma raporunda*, ekonomik gelişmişlik ile teknoloji üretme kapasitesi doğrudan bir ilişki olduğu ve ülkeler arası rekabette avantaj elde edebilmek için eğitimin disiplinler arası yapılması gerektiği savunulmuştur (Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği, [TÜSİAD], 2014). Yüksek teknoloji ve gelişmiş ekonomiye sahip olan ülkelerin kendi kültürünü benimsemiş, yeni ve özgün yeteneklerle donatılmış, STEM alanlarında yetenekli bireylerden oluşan bir toplum yetiştirmiş olduğu görülmektedir. STEM eğitimi ile bireylerin iş dünyasına daha çok katkıda bulunduğu istenilen niteliklere daha kolay adapte olabildiği görülmektedir. Bu yüzden ülkemizde de STEM eğitimi ile yetişmiş, farklı disiplinleri bir bütün içerisinde öğrenmiş bireylere ihtiyaç vardır (TÜSİAD, 2014).

STEM ile ilgili yayınlanan çalışmalarda STEM eğitiminin gerekliliği üzerinde iş ve eğitim dünyasının fikir birliği içerisinde olduğu görülmektedir. Bu fikir birliğinin eğitime yansımaları okul öncesinden, yüksek öğrenime kadar "her yaş grubu için STEM" şeklinde karşımıza çıkmaktadır (NRC, 2011; TÜSİAD, 2014; MEB, 2016). Ulusal ve uluslararası alanyazın incelendiğinde STEM eğitimi çağrısının dikkate alındığı ve bu alanda bir çok çalışma yapıldığı görülmektedir. Çalışma sonuçları; derslerin disiplinler arası öğretilmesinin öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme gibi becerilerini geliştirdiğini (Elliott vd., 2001), bütünleştirilmiş STEM uygulamaları sayesinde öğrencilerin genel başarı testlerinden daha iyi puanlar aldıkları, düşük notlara sahip öğrencilerin de fen ve matematiği daha iyi anladıkları (Hartzler, 2000) öğrencilerin fen ve matematiği daha iyi öğrenmelerinin yanında, bilgilerini mühendislik alanında ve teknoloji elde etmek için kullanmalarına katkı sağladığı (Kennedy ve Odell, 2014) gibi olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Bütünleştirilmiş STEM uygulamaları öğrenci merkezli ve bilgi odaklı (Bransford, Brown, ve Cocking, 2000) olması nedeniyle öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, etkili iletişim kurmak gibi 21. yy becerilerinin gelişimine katkı sağlar (Şahin vd., 2014).

STEM etkinliklerinin 21. yy becerilerini geliştirmeye katkı sağlamasının yanı sıra mühendislik bilişim teknolojileri gibi alanlarda kariyer yapma eğilimlerini artırdığı, yenilikçi araç gereçler ve robotik uygulamalar ile de soyut bilginin gerçek hayat problemlerinin çözümünde kullanılması için motivasyon sağladığı (Hsieh vd. 2008; Mataric, Koenig, Feil-Seifer, 2007) öne sürülmektedir. Bilim ve teknolojiye ilerlemeleri takip edebilmek ve çağı yakalayabilmek için önerilen araç gereçlerden biri de eğitimde robotik uygulamalardır (Eguchi, 2016; Zengin, 2016). Robotik uygulamaların bireylere inşa etme, algoritmik düşünme, işbirlikçi çalışma, yaratıcılık ve problem çözme kazanımlarının yanı sıra bilimsel yöntemi, programlama mantığını ve mühendislik tasarım becerileri kazanmalarına imkan sağlamanın yanında (Zengin, 2016) fen akademik başarısına, derse yönelik tutum, motivasyon ve derse katılım gibi bilişsel ve duyuşsal alanlarda olumlu ve etkili bir öğretim yöntemi olduğu öne sürülmektedir (Çömek ve Avcı, 2016). Robotik kodlamalar aracılığı ile öğrencilerin çevrelerindeki yaşamı daha iyi anladıkları ve farklı bakış açıları kazandıkları düşünülmektedir.

Alanyazındaki robotik uygulamalar ile yapılan çalışmalar incelendiğinde fizik kimya biyoloji gibi fen alanındaki soyut kavramların anlaşılmasına yardımcı olacak, matematik ve mühendislik alanlarının da entegre edilmesine olanak sağlayacak çalışmalara rastlanmaktadır. Bu çalışmaların erken yaşlardan itibaren uygulamaya geçirildiği ilköğretimden lise üniversite seviyesine kadar her yaş grubu için örnekler teşkil ettiği görülmektedir (Mataric, 2004). Erken yaşlarda edinilen olumlu STEM deneyimlerinin öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelik ilgisini artırdığı, STEM kariyerlerine yönelik artan ilginin de ekonomik gelişmeye katkı sağladığı (Maltese ve Tai, 2010) göz önüne alındığında bu durum daha anlaşılır olmaktadır. Literatürdeki robotik uygulamaların bir kısmını özetleyecek olursak; Chambers, Carbonaro and Murray (2008) ortaokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmada robotik uygulamaların kavramsal öğrenmeye katkı sağladığını öne sürdükleri görülmektedir. Bir diğer çalışmada, anlaşılması zor ve karmaşık biyolojik sistemlerin robotik kodlama ile modellendiği (Cuperman ve Verner, 2013), bu tür çalışmaların öğrencilerin bilimsel süreç becerisi, bilimsel yaratıcılık, robotik konusundaki algılarını olumlu etkilediği (Cavas vd. 2012), teknoloji kullanımı konusundaki özgüvenlerini artırdığı gibi bulgulara rastlanmaktadır.

Fen teknoloji mühendislik ve matematiğin disiplinlerarası öğretilmesi amacı ile tasarlanan STEM etkinlikleri sayesinde öğrencilerden inovasyon yapma; en ekonomik, en dayanıklı, en uzun ömürlü ürünler tasarlama, robotik kodlama, gibi bir çok alanda etkin katılım sağlanmaları beklenmektedir. Bu tür yenilikçi inovasyon proje uygulamalarının mevcut öğretim uygulamalarına göre öğrenci başarısına daha fazla katkı sağladığı (Kavacık, Yanpar ve Sürmeli, 2015) ayrıca tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği (Ercan ve Şahin, 2015) gibi sonuçlar göz önüne alındığında bu alandaki uygulamaların önemi ortaya çıkmaktadır. Ayrıca MEB (2017) öğretim programındaki güncel değişiklikler ve MEB (2016) STEM eğitim raporu incelendiğinde, fen matematik mühendislik ve teknolojinin disiplinlerarası öğretilmesi gerekliliği, üreten, tasarlayan, geliştiren bireyler yetiştirmenin hedeflendiği görülmektedir.

Alan yazında görüldüğü üzere STEM eğitiminin yararları hem ulusal hem de uluslararası araştırmalarla desteklenmektedir. Öğretmenlerin tasarım, mühendislik, teknoloji alanlarını öğretme konusunda bilgi ve özgüven eksikliği olduğu (Yasar, Baker, Robinson-Kurpius, ve Robert, 2006) sonucu da göz önüne alınarak, farklı STEM disiplinlerinin bir arada öğretilebileceği basit etkinlikler tasarlanması gerekli görülmektedir. Bu çalışma ile, literatürde önemi sıklıkla vurgulanan STEM öğretimi esnasında kullanılacak örnek etkinlik sağlanması, bir etkinlik üzerinden farklı disiplinlerin entegrasyonu nasıl öğretilbilir, basit bir fen deneyi içerisinde matematik, teknoloji, mühendislik becerileri nasıl ortaya çıkarılabilir gibi uygulamaya yönelik ayrıntılı açıklamalar sunulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin teorik bilgiyi yapılandırdığı ve bu bilgiyi günlük hayat problemlerinin çözümü için kullandığı, STEM etkinlikleri tasarlamak ve bu etkinliklerin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumlarına etkisini incelemektir. Çalışmanın teorik çerçevesini Smith, Douglas ve Cox (2009) tarafından önerilen STEM disiplinleri için probleme dayalı öğrenme modeli oluşturmaktadır. Bu modelle öğrencilerin verilen problem hakkında entelektüel çözüm önerileri getirmeleri beklenir. Bu çözüm önerileri sayesinde öğrenciler problemi daha iyi anlar, açıklar ve olası sonuçları hakkında tahminde bulunurlar (Smith ve Starfield, 1993). Probleme dayalı öğrenme STEM disiplinlerinin öğretimi için tavsiye edilen bir öğretim yöntemidir (Bransford, Vye, ve Bateman, 2002). Bu nedenle çalışmanın teorik çerçevesi probleme dayalı öğrenme yöntemi ilkeleri esas alınarak oluşturulmuştur. Çalışmanın problem cümlesi “Mikroişlemci Destekli Fen-Teknoloji-Mühendislik Matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi var mıdır?” olarak belirlenmiştir. Bu problem cümlesini incelemek amacı ile aşağıdaki araştırma sorusu belirlenmiştir.

1. Derslerde STEM etkinliklerine yer verilen deney grubu öğrencileri ile Milli Eğitim Ders kitabındaki etkinliklere yer verilen kontrol grubu öğrencilerinin STEM tutum ölççeğinden aldıkları ön-test son test puanları arasında fark var mıdır?

H_0 : deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin STEM tutum ölçeği ön test son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.

YÖNTEM

Bu çalışma nicel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma deseni ile yürütülmüştür (Fraenkel ve Wallen, 2009). Araştırmada amaç STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM tutumlarına etkisini test etmek olduğu için kullanılan etkinlikler haricindeki tüm değişkenler (yaş grubu, ders öğretmeni, öğrenci sayısı) sabit tutularak deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Deney ve kontrol grupları önceden oluşturulmuş sınıflar arasından belirlendiği için rastgele seçim ilkesi uygulanamamıştır. Çalışmada yer alan bireyler gruplara rastgele yerleştirilemediği için çalışma yarı deneysel desen olarak nitelendirilmektedir (Creswell, 2003). Çalışma Aydın ilinin Söke ilçesinde özel bir okulda öğrenim görmekte olan 100 (48 kız, 52 erkek) 6. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Deney grubu (18 kız, 32 erkek) ve kontrol grubundaki (30 kız, 20 erkek) öğrenci sayıları eşittir. Deney grubundaki öğrenciler iki eğitim öğretim yılı boyunca STEM etkinlikleri ile öğrenim görmüş öğrencilerden oluşmaktadır. Bu öğrenciler beşinci ve altıncı sınıf Fen bilgisi derslerini aynı öğretmenden almışlardır. Kontrol grubundaki öğrencilerde ise Milli Eğitim Bakanlığının önermiş olduğu Fen bilgisi dersi kitabı takip edilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında uygulama yöntemi dışında herhangi bir farklılık bulunmamaktadır. Öğrenciler özel okulda öğrenim görmektedirler. Çalışma grubu içerisinde yer alan öğrenciler arasında burslu öğrenci bulunmamakla birlikte, dönem başında yapılan veli toplantılarında elde edilen veriler ışığında öğrenci ailelerinin benzer sosyoekonomik yapıya sahip oldukları görülmüştür.

Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı olarak Faber vd., (2012) tarafından geliştirilen ve Yıldırım ve Selvi (2015) tarafından Türkçe'ye uyarlanan STEM Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Ölçek 6, 7 ve 8. sınıflarında öğrenim gören 1360 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Ölçekte Matematik (8 soru), Fen (9 soru), Mühendislik (9 soru), 21. Yüzyılın Yetenekleri (11 soru) başlıkları altında 5'li likert tipinde 37 soru bulunmaktadır. Ölçeğin yapı geçerliliğini incelemek için açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Yapılan güvenirlik analizinde ölçeğin alt boyutlarının Cronbach Alpha değerlerinin 0,87 ile 0,98 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında STEM Tutum Ölçeği'nin Türkçe versiyonu, STEM'e karşı öğrenci tutumların ölçülmesi için geçerli ve güvenilir olduğu bulunmuştur. Ölçek beşli likert tipinde olup maddeler kesinlikle katılmıyorum (1), katılmıyorum (2), kararsızım (3), katılıyorum (4), kesinlikle katılıyorum (5) şeklinde puanlanmıştır. Ölçekten alınabilecek minimum puan 37, maksimum puan 185'tir.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Çalışma 2016-2017 eğitim öğretim yılı bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen STEM etkinlikleri 6. sınıf programında yer alan Işık ve Ses (4. Ünite), Bitki ve Hayvanlarda Üreme Büyüme ve gelişme (5. Ünite) ve Elektrik'in İletimi (7. Ünite) hedef ve kazanımlarına yöneliktir. Üniteler arda ardına olmadığı için uygulama bahar dönemi içerisinde konu sırası geldikçe gerçekleştirilmiştir. Konular deney grubuna STEM etkinlikleri ile, kontrol grubuna ise ders kitabındaki etkinlikler ile öğretilmiştir. Etkinliklerin Fen bilgisi programında hangi kazanımlara ulaşmak için tasarlandığı ve Fen Teknoloji Mühendislik Matematik alanlarının hangilerini kapsadığı ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

1. Hafta kullanılacak materyallerin tanıtılması.

İlk hafta deney grubundaki öğrencilere temel bilgisayar becerileri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Öğrencilerle basit fonksiyonları anlayabilmeleri için blok kodlama çalışmaları yaptırılmıştır. Bu kodlamaların amacı öğrencilerin derse olan ilgisini artırmak ve yapılacak uygulamalar hakkında

merak uyandırmaktır. Derslerin son 10 dakikalık kısmında temel devre elemanları tanıtılarak kullanım alanları ve yöntemlerine ilişkin çalışmalar yapılmıştır.

Ayrıca etkinlikler sırasında kullanılmış olan Arduino UNO (mikrodenetleyici) ve Raspberry Pi (mikroişlemci) kartları ile yapılan örnek projelerin videoları izletilmiş ve öğrencilere bu kartlar tanıtılmıştır. Arduino, açık kaynak olarak geliştirilen bir mikro kontrol kartıdır. Bu kart bir bilgisayar ile istenen şekilde programlanarak çeşitli fonksiyonlar kazandırılabilir. Robotik uygulamalar, elektronik devreler, veri kaydetme, işleme gibi çalışmalarda sıklıkla tercih edilen bir karttır. Raspberry Pi, İngiltere’de eğitim amaçlı kullanılmak üzere tasarlanıp üretilen, yaklaşık olarak kredi kartı boyutlarında olan bir bilgisayardır. Standart bilgisayarlardan farklı olarak deneylerde veri iletişimini sağlamaya olanak tanınması, bağlantılarının olması, çok düşük maliyetinin olması, kolay programlanabilir olması nedeniyle STEM etkinliklerinde tercih edilmiştir.

Öğrencilerin kâğıt üzerinde yaptıkları blok kodlama çalışmaları Raspberry Pi üzerinde Scratch 2 programında uygulanmıştır. Blok kodlama, herhangi bir metin yazmadan bilgisayar programlamaya imkan veren programlama dillerinin genel adıdır. Scratch programı da sürükle – bırak sistemi ile çalışan, çocuklara yönelik bir programlama dilidir. İlk hafta girdi ve çıktı kavramlarını pekiştirmek üzere basit "Hello World" uygulamaları tasarlanmıştır. Mühendislik becerilerini arttırmaya yönelik hazırlıklar kapsamında breadboard (deneysel devre tahtası) kullanımı, röle, LDR (ışığa duyarlı direnç), LED (light emitted diode) gibi temel pasif bileşenler ile deneysel çalışmalar yapılmıştır.

2. Hafta çimlenme etkinliği.

Bu deneyde öğrencilere sunulan problem bir tohumun çimlenmesini gözlemleyecek bir sistemi tasarlamalarıdır. Öğrenciler problemin çözümü için gruplar halinde işbirlikli olarak çalışmışlardır.

Hedef ve kazanımlar. Çalışmanın çimlenen tohumlar kısmı “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanında bulunan “Bitki ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” ünitesinde yer alan “Bir bitki ya da hayvanın bakımını üstlenir ve gelişim sürecini rapor eder.” kazanımını ve çimlenme için gereken faktörler konusunu içermiştir. Aydınlatma kısmı için geliştirilen LED devresi ve belirli periyotlarla su pompalayan sistem “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanında bulunan “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesindeki bütün kazanımları içermiştir.

Bu deneyde öğrencilerden bir tohumun çimlenme sürecini takip edecek bir sistem tasarlamaları istenmiştir. Problemin çözümü için belirli aralıklarla fotoğraf çekilebilir ve bu fotoğraflardaki gelişim değişim gözlemlenebilir fikri öne sürülmüştür. Bu fikri test etmek için cam kavanoz içine ekilen fasulye tohumları Raspberry Pi kamerasının önüne sabitlenmiş ve fotoğrafları çekecek kod blokları Python 3 programlama dili ile yazılmıştır. Etkinlik sonunda fotoğraflardaki bitki boyu ile geçen süre arasındaki ilişkiyi grafik çizerek göstermeleri istenmiştir.

STEM disiplinleri. Bu etkinlikte dört ayrı STEM disiplini de bütünleştirilmiş bir şekilde öğretilmeye çalışılmıştır.

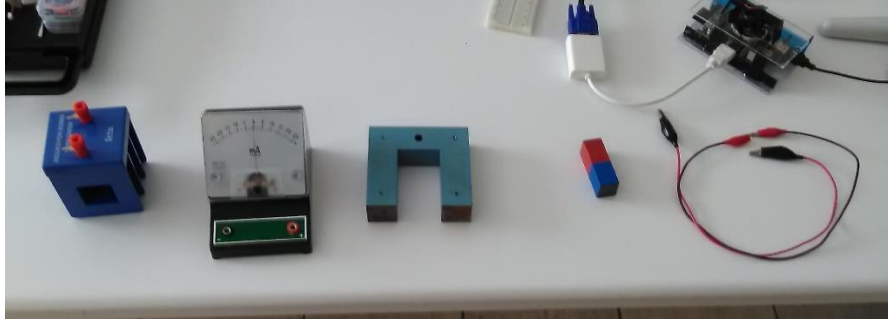
- **Matematik.** Sistem programlanırken gerek duyulan fonksiyonlar, fotoğraf sayısının belirlenmesi, fotoğraflar arasındaki bekleme süreleri, kod dizgileri ve grafik çizimleri belirlenirken matematik dersi oran – orantı konusundan yararlanılmıştır.
- **Mühendislik.** Kodlama yapılması ve sistemin oluşturulması düzenlenmesi esnasında öğrencilerin mühendislik becerileri pekiştirilmiştir.
- **Fen.** Tohumun çimlenmesi için gerekli ortamın sağlanması ve gelişimin gözlemlenmesi, canlılar ve hayat konuları öğretilmesi sağlanmıştır.
- **Teknoloji.** Mikroişlemci kullanılarak bitkinin çimlenme sürecini gözlemleyebilecek çalışan bir sistem oluşturulması (aydınlatma için gereken elektrik devresi, sistemin çalışmasını sağlayacak güç kaynağının hazırlanması, kablo bağlantıları)

Kontrol grubu. Tohumun çimlenmesi için gerekli faktörleri gözlemlemek üzere 6. sınıf fen bilgisi kitabı (MEB 2016a, s. 261) deneyi gerçekleştirmişlerdir. Bu etkinlikte fasulye tohumları ıslatılmış

pamuk altında çimlenmeye bırakılmıştır. Tohumlar çimlenirken zaman zaman pamuk kaldırılarak tohumların durumları gözlemlenmiş ve fasulye tohumunun boyu ölçülmeye çalışılmıştır.

3. Hafta ses etkinliği.

Bu hafta öğrencilere sesin bir enerji olduğu ve ses enerjisinin farklı enerji formlarına dönüşebileceğini gösteren bir etkinlik tasarımları istenmiştir. Bu problem çözümü sırasında öğrenciler sesin titreşimler sonucu meydana geldiği ve sesin maddeleri titreştirebileceği ile ilgili bir dizi deneyler yapmışlardır. Bu çalışmada Arduino Uno kartı kullanılmıştır. Çalışma, Einstein'ın Büyük Fikri belgesinde yer alan Faraday'ın Davy'nin laboratuvarında yaptığı keşiflerin ve akabinde bir at nalı, kablo ve mıknatıs ile oluşturduğu ilk elektromanyetik indüksiyon olayının anlatılması ile başlamıştır. Bu anlatım ile titreşim hareketinin elektrik enerjisine çevrilebileceği fikri buldurulmaya çalışılmıştır. Anlatımın ardından öğrencilere birer bobin, mıknatıs, demir çekirdek ve ampermetre verilmiştir ve ardından Faraday'ın deneyini tekrarlamaları istenmiştir.



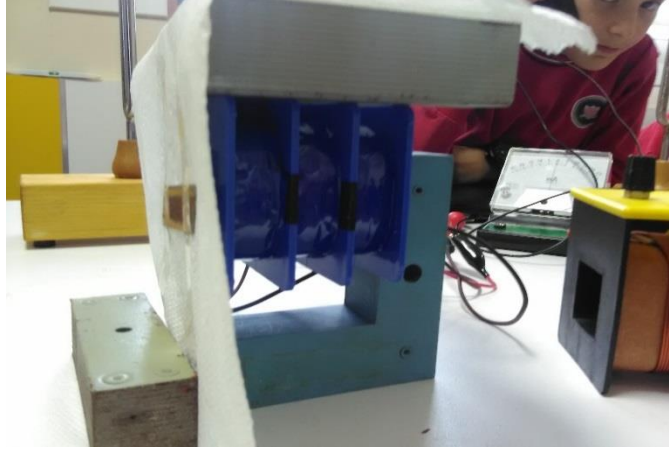
Şekil 1. Öğrencilere indüksiyon deneyi için verilen malzemeler

Akabinde “eğer bu mıknatısı elimizle değil, sesimizle titreştirebilirsek ne olur?” sorusu yöneltilmiştir. İlk önce tartışma ortamı sağlanmış ve sorunu çözebilecek tasarımlar hazırlanmıştır.



Şekil 2. Öğrencilerin hazırladığı mikrofon düzeneklerinden bir örnek

Şekil 2 öğrencilerin sesin şiddetini ölçebilmek için tasarladıkları mikrofon düzeneklerini göstermektedir. Öğrenciler ellerindeki mıknatısı kağıda yapıştırarak basit bir mikrofon düzenekleri kurmuşlardır. Düzenek hazırlandıktan sonra bobinden çıkan kabloları Arduino'nun analog girişlerine bağlanmıştır. Üretilen elektrik sinyaline paralel şekilde elektrik sinyali göndererek LED'leri aydınlatacak şekilde Arduino programlanmıştır.



Şekil 3. Basit dinamik mikrofon düzeneği

Hedef ve kazanımlar. Bu çalışmada bulunan elektrik devreleri “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanında bulunan “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesindeki bütün kazanımları içermektedir. Ayrıca “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanında yer alan “Ses ve Işık” ünitesindeki “Sesin madde ile etkileşimi sonucunda oluşabilecek durumları kavrar” kazanımı pekiştirilmiştir.

STEM disiplinleri. Ses etkinliğinde de dört ayrı STEM disiplinini içermektedir.

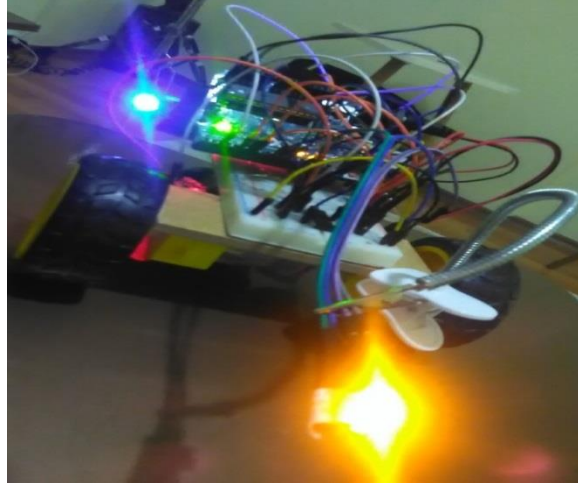
- **Matematik.** Sistemin programını hazırlamak ve ses şiddeti ile elektrik akımını ilişkilendirmek oluşturmuştur.
- **Mühendislik.** Bobinden çıkan kabloların Arduino'nun analog girişlerine bağlanması, Üretilen elektrik sinyaline paralel şekilde elektrik sinyali göndererek LEDleri aydınlatacak şekilde Arduino programlanması.
- **Fen.** Enerji dönüşümleri ve elektrik kavramları öğretilmiştir.
- **Teknoloji.** LED lerden yararlanılarak enerji dönüşümünün gözlemlenebilmesi.

Kontrol grubu. Sesin madde ile etkileşimini gözlemlemek için ders kitabında önerilen sesin yansıması ve soğrulması etkinliği (MEB 2016a, s. 231) yaptırılmıştır. Bu etkinlikte sınıfa getirilen müzik setinin hoparlörlerinin önüne kağıt, balon, cetvel gibi nesnelere koyulmuş ve sesin nesnelere titreşmesi gözlemlenmiştir.

4. Hafta ışık etkinliği.

Bu çalışmada öğrencilere robotların da insanlar gibi önlerine çıkan engelleri fark etmelerini sağlayabilir miyiz? Sorusu yöneltilmiş ve bu sorunun çözümüne yönelik bir model tasarımları istenmiştir.

İlk etapta öğrencilere tekerleklerine breadboard ve Arduino Uno işlemcileri monte edilmiş robot düzeneği tanıtılmıştır. Öğrencilerden robotun ileri geri hareket etmesini sağlayacak basit komutlar yazmaları istenmiştir. Robot ilk önce basit ve önceden belirlenmiş hareketleri uygulamış, herhangi bir sensörü olmadığı için engellere çarpmıştır. Bu durumun ardından “robotun da insanlar gibi engelleri fark etmesini sağlayabilir miyiz?” sorusu yöneltilerek asıl problemin çözümü için düşünceleri sağlanmıştır. İnsanlarda görme olayının nasıl gerçekleştiği sorularak ışığın yansıması ve gözümüze ulaşması durumu vurgulanmıştır. Bu açıklamadan sonra öğrencilere “Light Depended Resistor” yani ışığa bağlı değişen direnç tanıtılmıştır. Elektriksel direnç konusu işlendiği için öğrenciler direnç değerinin ışığa bağlı değişiminin getirdiği etkiyi kavrayabilmiştir.



Şekil 4. Arduino UNO ile kontrol edilen ışık sensörlü robot.

Hedef ve kazanımlar. Robot, ışığın yansımalarıyla çalıştığı için, çalışma “Işığın düzgün ve pürüzlü yüzeylerdeki yansımalarını gözlemler ve ışınlar çizerek gösterir.” kazanımının pekiştirilmesini sağlamıştır. Robotun önüne koyulan engeller değiştirilerek farklı yansımaya durumları gözlemlenmiştir. Robotun hareketini sağlayan motorların ve sensörlerin bağlanması “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesindeki bütün kazanımları içermiştir.

STEM Disiplinleri. Işık etkinliği de STEM disiplinlerinin hepsini içerecek şekilde tasarlanmıştır.

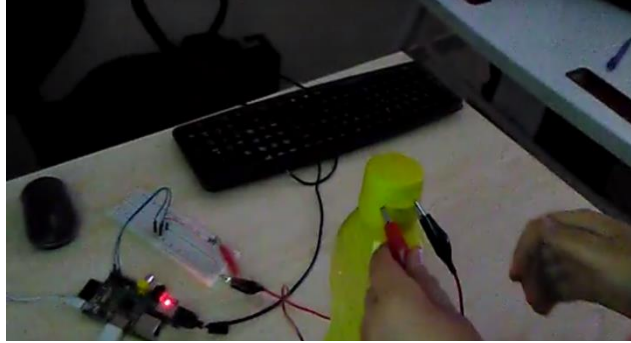
- **Mühendislik.** Çalışmanın mühendislik becerileri kapsamında bir ışık ledi ile LDR sensörü seri olarak bağlayarak bir ışık sensörü yapmaları istenmiştir. Ardından elde edilen devrenin robota nasıl entegre edilebileceği tartışılmıştır. Devreler birleştirildikten sonra ışığın yansımından faydalanarak engelleri fark eden ve hareketini durduran bir robot üretilmiştir. Robotun tasarlanırken tekerleklerin konumlandırılması, parçaların bulunması gereken yerler, taşınması gereken yük gibi sorunlar çözümlenirken öğrencilerin mühendislik becerileri geliştirilmiştir. Robotun kodlama kısmı ilk önce blok kodlama ile planlanmış, ardından Arduino UNO üzerinde programlanmıştır.
- **Matematik.** Robotun taşıyabileceği yük miktarının belirlenmesi, dengede durabilmesi için tekerlekler arası mesafenin hesaplanması matematik becerilerini geliştirmeyi hedeflemiştir.
- **Fen.** görme olayının nasıl gerçekleştiği, ışığın yansımaları kavramlarının öğretilmesi
- **Teknoloji.** Işığın kırılma özelliğinden yararlanılarak oluşturulan sensörler ve kullanım alanları

Kontrol grubu. Işığın yansımaları ile ilgili gelen ve yansıyan ışınları çizim etkinliği (MEB 2016a, s. 209) gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlikte ayna ve lazer ile deney yapılmıştır. Yapılan etkinlikle gelen ışın ile yansıyan ışının gelme ve yansımaya açıları karşılaştırılmıştır. Çeşitli ışık kaynakları çeşitli yüzeylere yansıtılmış ve yansımaya durumları gözlemlenmiştir.

5. Hafta: iletken/yalıtkan etkinliği.

Bu çalışmada öğrencilere “evinizin çatısına yerleştirilen güneş enerjisi panelleri ile elektrik üretmekte olduğunuzu düşünün bu elektriği evinize taşımak için hangi malzemeleri nasıl kullanırdınız?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerden iletken ve yalıtkan maddelerin özelliklerine göre bir model tasarlamaları istenmiştir. İletken ve yalıtkan maddeler konusunu pekiştirmek için çeşitli nesnelere iletken ya da yalıtkan olma durumlarını inceleyebilecek yazılım kontrollü bir düzenek geliştirilmiştir. Düzenekğin işlemesi için gerekli tasarım ve kod yapısı fen bilgisi ders kitabından faydalanılarak tartışılmış ve öğrenciler defterlerine kendi tasarımlarını çizmişlerdir. Tasarıma göre iki adet krokodilli kablo Raspberry Pi üzerinde bulunan GPIO (genel amaçlı giriş çıkış) kısmına bağlanmıştır. Hazırlanacak yazılım bu kablolar arasındaki bağlantıyı kontrol etmek üzere tasarlanmıştır. Raspberry

Pi üzerinde bulunan Scratch programı ile GPIO bağlantısı sağlanmış ve sürükle – bırak sistemi ile yazılım hazırlanmıştır.



Şekil 5. Raspberry Pi ve Scratch ile çalışan iletken/yalıtkan madde test düzeneği

Düzenek hazırlandığında öğrenciler belirledikleri nesnelere hazırladıkları düzenek ile iletken olup olmama durumlarını incelemişlerdir. Verilen problemin çözümü için kullanacakları iletken materyalleri belirledikten sonra en az materyal ile en kısa mesafeden elektriğin taşınması için döşemenin nasıl yapılması gerektiğini çizimle göstermişlerdir. En kısa mesafede en az materyalle problemi çözmek için güneş panelinin çatının neresine kurulması gerektiği ile ilgili de hesaplamalar yapmışlardır.

Hedef ve kazanımlar. Bu etkinlikle öğrenciler 7. Ünite 1. Bölümdeki tüm kazanımlara ulaşacağı beklenmektedir. Bu kazanımlar: Maddelerin elektriği iletme özelliklerini bilir. Maddelerin bu özelliklerinin günlük hayatta hangi amaçlar için kullanılacağını bilir şeklindedir.

STEM disiplinleri. İletken yalıtkan madde deneyinde üç

- **Mühendislik.** Güneş panelinden elde edilen elektriği iletme için kullanılacak malzemeyi seçer ve düzenek kurar.
- **Matematik.** Güneş panelinin çatıdaki konumu ile eve elektrik taşıma esnasında kullanmaları gereken kablo uzunlukları hesaplanarak en uygun yerleşim yeri belirlenmeye çalışılmıştır.
- **Teknoloji.** Raspberry Pi ve Scratch ile çalışan iletken yalıtkan madde test etme düzeneği kurar
- **Fen.** Bazı maddelerin elektriği iletmediği bazıların ise iletmediğini öğrenir. Yalıtkan ve iletken maddelerin kullanım alanlarını düşünür.

Kontrol grubu. Hangi maddeler elektriği iletir hangileri iletmez (MEB 2016a, s. 337) deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu deneyde çeşitli maddelerin iletken mi yalıtkan mı olduğu pil, iletken kablolar ve ampül kullanılarak test edilmiştir.

Çalışma sürecinin başında ve sonunda deney ve kontrol gruplarına STEM Tutum Ölçeği uygulanmıştır. Öğrencilere ölçeği doldurmaları için 20 dakika süre verilmiştir. Ölçeklerden elde edilen tutum puanları SPSS 21 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada deney ve kontrol grubu olmak üzere farklı iki grupta belirli aralıklarla (ön test ve son test) yapılan iki ölçümün sonuçları arasındaki fark, gruplara göre birbiri ile karşılaştırılabilmesi için “karışık ölçümler için iki yönlü varyans analizi” yapılmıştır.

Varyans analizinin yapılabilmesi için puanların normal dağılım gösterdiği, grupların varyanslarının homojen olduğu, ölçüm gruplarının kovaryansları arasında anlamlı bir fark olmadığı, ve tekrarlı

ölçümlerdeki fark puanının diğer katılımcıların fark puanlarından bağımsız olduğu varsayımları test edilmiştir.

BULGULAR ve YORUM

Bu araştırmanın problemi “STEM etkinliklerinin 6. Sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkili midir?” şeklinde tanımlanmıştır. Uygun test yöntemini belirlemek için elde edilen verilere Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Shapiro Wilk testi sonuçları Tablo 1’de görülmektedir.

Gruplar	Shapiro- Wilk		
	sd	p	
Ön test	Deney	50	.07
	Kontrol	50	.12
Son test	Deney	50	.07
	Kontrol	50	.18

Grupların ön-test son-test puanlarına göre normallik dağılımları Tablo 1’de verilmiştir. Tabloya göre deney ve kontrol grubu ön test son test verilerinin normal dağıldığı görülmektedir.

Verilerin normal dağılımı test edildikten sonra ölçeğin güvenirlik analizleri yapılmıştır. Ölçeğin tamamı için ve alt boyutları için ayrı ayrı Cronbach alpha değerleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Güvenirlik Analizi

Veri toplama işleminin ardından analize başlamadan önce ölçek verilerinin güvenilirliği test edilmiştir. Ölçekten elde edilen verilerin cronbach alpha değerleri ölçeğin tamamı için ve her bir boyut için ayrı ayrı olmak üzere Tablo 2’de gösterilmiştir.

	Ön test	Son test	Orijinal Ölçek
STEM Tutum Ölçeği	.83	.90	.94
Matematik boyutu	.96	.94	.89
Fen Boyutu	.87	.87	.86
Mühendislik	.97	.96	.89
21. yy becerileri	.98	.98	.86

STEM tutum ölçeğinin ön test Cronbach alpha değerleri ölçeğin tümü için .83, Matematik=.96, Fen=.87, Mühendislik=.97, 21. yy becerileri=.98 olarak bulunmuştur. Son test Cronbach alpha değerleri ölçeğin tümü için .90 Matematik=.94, Fen= .87, Mühendislik= .96, 21. yy becerileri=.98 bulunmuştur. Elde edilen güvenirlik katsayıları ölçeklerin güvenle kullanılabilceğini göstermektedir. STEM temelli etkinliklerin 6.sınıf öğrencilerinin STEM tutumlarına etkisinin incelendiği yarı deneysel çalışmada, derslerde STEM etkinlikleri kullanılan 50 kişilik deney grubu ile derslerde Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilgisi Ders Kitabındaki deneylerin kullanıldığı aynı mevcutlu kontrol grubuna, uygulamaya başlamadan önce ve uygulama bittikten sonra “STEM tutum ölçeği” uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Tutum Ölçeği Ön-Test Son-Test Puan Ortalamaları

Gruplar	Ön Test			Son Test		
	N	\bar{X}	SS	N	\bar{X}	SS
Deney Grubu	50	100	17,47	50	133	14,83
Kontrol Grubu	50	98	15,70	50	105	18,69

Uygulama sonrasında derslerde STEM etkinlikleri ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile fen bilgisi ders kitabındaki etkinlikler ile öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin STEM tutum ölçeğinden almış oldukları ön-test son-test puanları arasındaki farkın karşılaştırılabilmesi için “karışık ölçümler için iki yönlü varyans analizi” yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Tutumlarına Yönelik Varyans Analizi

	df	F	η^2	p
Ölçüm	1	1306,52	.93	.00
ÖlçümxGroup	1	527,45	.84	.00
Hata	98			

STEM tutum ölçeğinden uygulama öncesi ve uygulama sonrası elde edilen puanları kıyaslamak için yapılan ANOVA testi ortalama ve standart sapmalar Tablo 4’te sunulmuştur. STEM tutum ölçeğinden alınan puanlar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur, Wilks Lambda=.15, F (1,98)=527,455, $p < .001$, kısmi eta kare=.84. Bu sonuçlar MEB ders kitabı ile öğrencim gören kontrol grubu öğrencilerinin STEM tutumlarının, Mikroişlemci/mikrokontrolör destekli STEM etkinlikleri ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin STEM tutumlarından düşük olduğunu göstermektedir. STEM tutum puan ortalamalarındaki farkın etki büyüklüğüne bakılacak olursa (kısmi eta kare=. 84) farkın oldukça büyük etki değeri olduğu görülmektedir.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada STEM alanlarına yönelik tutumun geliştirilmesinde Arduino Uno ve Raspberry Pi kartları ile geliştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM tutumlarına etkisi incelenmiştir. Çalışma neticesinde elde edilen bulgular yorumlanmış ve tartışılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen istatistiksel verilere göre;

- 1- Deney grubunda uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM’e yönelik tutumlarının olumlu yönde değişmesinde etkili olmuştur.
- 2- Altıncı sınıf fen bilgisi eğitim programında yer alan etkinliklerin kontrol grubu öğrencilerinin STEM’e yönelik tutumlarının değişiminde etkili olmadığı görülmüştür.

Fen bilgisi ders kitabındaki etkinlik örnekleri ile işlenen dersler sonrasında kontrol grubu öğrencilerinin ön-test son-test ortalamalarında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu sonuç mevcut fen bilgisi kitaplarının henüz STEM alanlarına yönelik düzenlenmemesinden veya disiplinlerarasu entegrasyonun yeterince sağlanamamasından kaynaklanmakta olabilir. Geleneksel sınıf ortamlarının öğrencileri STEM alanlarına yönlendirmek yerine, bu alanlardan uzaklaştırdığı (Roberts, 2012) gibi sonuçlar dikkate alındığında kontrol grubu öğrencilerinin STEM tutumlarının değişmemesi beklenen bir sonuçtur.

Bu araştırma ile geliştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin dikkatini çektiği, etkinliklere devam etmek istedikleri ve benzer etkinlikler yapmak istedikleri gözlenmiştir. Kullanılan materyallerin teknolojik gereçlerle yapılandırılması dikkatin sürekliliğini arttırmış ve etkinliklerin verimini yükseltmiştir. Bu sonuç alanyazındaki çalışmalarla da desteklenmektedir (Mataric, Koenig, Feil-Seifer, 2007; Zengin, 2016). Ayrıca çalışma sonuçları, robotik uygulamaların eğitimde kullanılması STEM alanlarına yönelik ilgiyi artırdığı (Eguchi, 2016) öğrencilerin araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme deneyimlerinin uzun süre kalıcı sonuçlar doğurduğu, grup çalışması sayesinde işbirlikli öğrenme ve etkili iletişim becerileri kazandıkları (Mauchi, 2001) araştırma bulgularını desteklemektedir.

Yapılan etkinliklerden sonra öğrencilerin ders içinde verilen örneklerden yola çıkarak çeşitli mühendislik fikirleri geliştirdikleri, sorunlara buldukları çözümleri tasarladıkları etkinliklerde yer verdikleri görülmüştür. Bütün disiplinlerdeki öğretmenlerin ortak görüşü, öğrencilerin derslerdeki motivasyonlarının sağlanması gerektiği yönündedir (Haigh ve Rehfeld, 1995). Öğrencilerin derse yönelik motivasyonları, o derste öğrenilenlerin günlük hayatla ilişkilendirilmesi ile mümkün olabilir. Tutum ve değerler konusunun öğrenme üzerindeki etkileri dikkate alınarak gerçekleştirilen bu çalışma sonuçları göstermektedir ki STEM disiplinlerinin bir bütün olarak öğretilmesi amacı ile tasarlanan etkinliklerin deney grubu öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemiştir. Bu noktada fen ya da matematiğin disiplinler arası, teknoloji ve mühendislik uygulamaları ile birlikte öğretilmesi, konuların günlük hayat içerisindeki yeri ve önemini kavranması açısından önemli olduğunu göstermektedir. Bu yüzden STEM eğitimlerinin nasıl gerçekleştirildiğine dikkat edilmelidir. Geleneksel şekilde birleştirilen matematik ve fen eğitiminin STEM olarak adlandırılması, güncel olmayan öğretim programının kullanılması, öğrencilerin bu alanlarda eğitimlerinde yükselmesinde yeterli olmadığı bilinmektedir (Öner ve Capraro, 2016).

STEM etkinliklerinde yer alan öğrencilerin fen matematik mühendislik ve 21. Becerilerine yönelik olumlu düşünceler geliştirdikleri görülmüştür. Derslerden başarı sağlayabilmek için öncelikle o derse yönelik tutum ve değerlerin olumlu olması gerektiği bilinmektedir. Fen bilgisi dersi gibi günlük hayatla iç içe olan bir dersin öğretilmesi esnasında konuların günlük hayatla ve diğer disiplinlerle bütünleşik olarak öğretilmesi öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde etkileyecektir. Bu çalışmada geliştirilen STEM etkinliklerinin; öğrencilerin akran öğrenmelerini, fene yönelik tutumlarını ve STEM alanlarına yönelik ilgilerini desteklediği bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini belirten araştırma (Şahin vd., 2014; Yamak vd., 2014) sonuçları da dikkate alınarak öğrenciler ve öğretmenler için faydalı olacağı düşünülmektedir. Derse yönelik olumlu tutum sergilemeyen öğrencilerin sınıf içinde çeşitli problemlere sebep olduğu bilinci ile Fen ve Teknoloji derslerine yönelik tutumların olumlu yönde değişmesi için çeşitli yöntemlerin geliştirilmesi önerilmektedir (Gömleksiz ve Biçer, 2012). Bu çalışma sonuçları alan yazındaki ilgili öneriler ile paralellik göstermektedir.

ÖNERİLER

1. STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin STEM tutumlarına olumlu yönde katkı sağladığı görülmektedir. Bu sebeple fen teknoloji mühendislik ve matematik gibi birbiri ile etkileşimli dört alanın ayrı ayrı öğretilmesi yerine birbiri içerisine entegre edilerek öğretilmesi önerilmektedir.
2. Deneyler sırasında Ardiuno Uno ve Raspberry Pi kartlarının kullanılması dikkati sürdürmeyi arttırmış ve etkinliklerin verimliliğini artırmıştır. Bu tür mikroişlemci ve mikrokontrol cihazlarının kullanımı artırılmasının, öğrencilerin STEM farkındalıklarını, STEM kariyer mesleklerine (mühendis, bilişim uzmanı, fizik kimya matematik alanlarında uzmanlaşmak) yönelmelerine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.
3. STEM eğitimi doğası gereği yaratıcı düşünmeyi, inovasyonu teşvik ettiği için STEM etkinlikleri öğrenciyi merkeze alan, sorgulayıcı öğrenmeye imkan veren etkinlikler olarak tasarlanması önerilmektedir.

4. STEM eğitiminde büyük ölçekli gelişme sağlamak için; Öğretmenler, araştırmacılar, devlet yöneticileri ve okul idarecileri ortak hedeflere sahip olmaları ve tüm paydaşların derslerin disiplinlerarası şekilde öğretilmesini teşvik etmeleri önerilmektedir.

Bu öneriler doğrultusunda, bu çalışma okuyucuya STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin tutumlarına etkisi hakkında bilgi vermesi ve fen dersi hedef kazanımlarına diğer disiplinlerin entegrasyonu ile ulaşmaya çalışan araştırmacı veya öğretmenler için bir örnek teşkil etmesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM Eğitimi Türkiye Raporu*. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- Akgün, E., Yılmaz, E. O., & Seferoğlu, S. S. (2011). *Vizyon 2023 strateji belgesi ve fırsatları artırma ve teknolojiyi iyileştirme hareketi (FATİH) projesi: Karşılaştırmalı bir inceleme*. Akademik Bilişim, 2-4.
- Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science*, 329(5995), 996-997.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Bransford, J., Vye, N., & Bateman, H. (2002). Creating high-quality learning environments: guidelines from research on how people learn. In Graham, P. A., & Stacey, N. G. (eds.), *The Knowledge Economy and Post secondary Education: Report of a Workshop*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Cavas, B., Kesercioglu, T., Holbrook, J., Rannikmae, M., Ozdogru, E., & Gokler, F. (2012). The effects of robotics club on the students' performance on science process & scientific creativity skills and perceptions on robots, human and society. *In Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics Integrating Robotics in School Curriculum*. 40-50.
- Cresswell, J. W. (2003). *Research design. Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed), Sage Publications: Thousand Oaks.
- Cuperman, D., & Verner, I. M. (2013). Learning through creating robotic models of biological systems. *International journal of technology and design education*, 23(4), 849-866.
- Çömek, A. & Avcı, B. (2016). Fen eğitiminde robotik uygulamaları hakkında öğretmen görüşleri. Uluslararası yükseköğretimde yeni eğilimler kongresi: Değişime ayak uydurmak. 12-13 Nisan. İstanbul. 104-116.
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.
- Elliott, B., Oty, K., McArthur, J., & Clark, B. (2001). The effect of an interdisciplinary algebra/science course on students' problem solving skills, critical thinking skills and attitudes towards Mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(6), 811-816.
- Ercan, S., & Şahin, F. (2015). The usage of engineering practices in science education: effects of design based science learning on students' academic achievement. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 9(1), 128-164.

- Erdoğan, N., Corlu, M., & Capraro, R. (2013). Defining innovation literacy: do robotics programs help students develop innovation literacy skills?, *International Online Journal of Educational Sciences*. 5(1), 1-9.
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J. Townsend, L.W. & Collins, T. L. (2013). Student attitudes toward stem: the development of upper elementary school and middle/high school student surveys. Paper presented at the *120th ASEE Annual Conference & Exposition*. Atlanta, GA: USA.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2009). The nature of qualitative research. *How to design and evaluate research in education, seventh edition*. Boston: McGraw-Hill, 420.
- Gömlüksiz, M. N., & Biçer, S. (2012). Fen ve Teknoloji Dersinde basamaklı öğretim programının öğrenci başarısına, kalıcılığa ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences* [Online]. 9(2), 1657-1683
- Hartzler, D. S. (2000). *A meta-analysis of studies conducted on integrated curriculum programs and their effects on student achievement. Doctoral dissertation. Indiana University*.
- Hsieh, P., Cho, Y., Liu, M., & Schallert, D. L. (2008). Examining the interplay between middle school students' achievement goals and self efficacy in a technology-enhanced learning environment. *American Secondary Education*, 36(3), 33–50.
- Kavacık, L., Yelken, T., Sürmeli, H. (2015). İlköğretim fen ve teknoloji dersinde inovasyon (Yenilikçi) proje uygulamaları ve öğrenciler üzerindeki etkileri, *Eğitim ve Bilim*, 40(180), 247-263.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students in STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action*. Congressional Research Service Reports. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1034&context=crsdocs> adresinden 01.02.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of Environmental Power Monitoring Activities on Middle School Student Perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.
- Lacey, T. A., & Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, 82- 109.
- Mataric, M. J. (2004). Robotics education for all ages, in: American Association for Artificial Intelligence Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4 ve 5. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016a). *Ortaokul fen bilimleri ders kitabı. 6. sınıf*. Devlet Kitapları. Saray Matbaacılık. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016b). *STEM Eğitimi Raporu*. Ankara: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- Maltese, A. V. & Tai, R. H. (2010) . Eyeballs in the Fridge: Sources of early interest in science, *International Journal of Science Education*, 32(5), 669 – 685.
- Mataric, M. J., Koenig, N. P., & Feil-Seifer, D. (2007). Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. *In AAAI spring symposium: Semantic scientific knowledge integration*, 99-102.
- Miaoulis, I. (2009). *Engineering the K-12 curriculum for technological innovation*. *IEEE-USA Today's Engineer Online*. <http://www.todaysengineer.org/2009/Jun/K-12-curriculum.asp> adresinden 3.05.2013 tarihinde erişilmiştir.

- National Research Council. (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Öner, A. T., & Capraro, R. M. (2016). FeTeMM okulu olmak iyi öğrenci başarısı anlamına mı gelir?. *Eğitim ve Bilim*, 41(185), 1-17.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. Technology and engineering teacher, <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86478&v=5409fe8e> adresinden 03.04.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Smith, K. A., Douglas, T. C., & Cox, M. F. (2009). Supportive teaching and learning strategies in STEM education. *New Directions for Teaching and Learning*, 117, 19-32.
- Smith, K. A., & Starfield, A. M. (1993). Building Models to Solve Problems. In J. H. Clarke and A. W. Biddle (eds.), *Teaching Critical Thinking: Reports from Across the Curriculum*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Shapiro, S. S., & Francia, R. S. (1972). An approximate analysis of variance test for normality. *Journal of the American Statistical Association*, 67(337), 215-216.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 297-322.
- Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği [TÜSİAD]. (2014). *STEM alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*. <http://tusiad.org/tr/component/k2/item/8054-stem-alaninda-egitim-almis-igucune-yonelik-talep-ve-beklentiler-arastirmasi?Itemid=246> adresinden 30.03.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Yasar, S., Baker, D., Robinson-Kurpius, S., & Roberts, C., (2006). Development of a survey to assess K-12 teachers' perceptions of engineers and familiarity with teaching design, engineering, and technology. *Journal of Engineering Education*, cit(sayı), 205-216.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezzeri Journal of Scienceand Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2015). Adaptation of stem attitude scale to Turkish. *Electronic Turkish Studies*, 10(3), 1117-1130.
- Zengin, M. (2016). İlkokul, Ortaokul ve Lise Öğrencilerin Disiplinlerarası Eğitim & Öğretiminde Robotik Sistemlerinin Kullanımına Yönelik Görüşleri. *Üstün Yetenekliler Eğitimi ve Araştırmaları Dergisi (UYAD)*, 4(2).48-70.