



“Ses” Konusunun STEM Etkinlikleri ile Öğretiminin Başarıya Etkisi*

The Effect of STEM Activities on Students’ Achievement in “Sound” Subject

Ayşegül DEDETÜRK**, Aslı SAYLAN KIRMIZIGÜL***, Hasan KAYA****

• Geliş Tarihi: 25.02.2019 • Kabul Tarihi: 12.09.2019 • Çevrimiçi Yayın Tarihi: 25.09.2019

Öz

Bu araştırmanın amacı ses konusunun öğretimi ile ilgili tasarlanan ve gerçekleştirilen STEM yaklaşımli etkinliklerin 6. sınıf öğrencilerinin başarı düzeyleri üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır. Araştırmanın örneklemini Kayseri ilinde bulunan iki farklı ortaokulda öğrenim görmekte olan 158 öğrenci oluşturmaktadır. Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı bu çalışmada öğrencilere 19 çoktan seçmeli sorudan oluşan T1 ve 14 açık uçlu sorudan oluşan T2 olmak üzere iki ayrı başarı testi uygulanmıştır. Araştırmanın bağımsız değişkenleri kontrol grubunda hali hazırda kullanılmakta olan fen bilimleri öğretim programında yer alan etkinlikler, deney grubunda ise mühendislik tasarım süreci odaklı bütünleşik STEM etkinlikleri iken, bağımlı değişken öğrencilerin ses konusu ile ilgili başarı düzeyleridir. Elde edilen veriler bağımsız örneklemler t-testi ve ilişkili örneklemler t-testi ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, deney grubunda yer alan öğrencilerin STEM etkinlikleri sonrasında başarılarında anlamlı bir artış olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak, deney ve kontrol gruplarının hem T1, hem de T2 son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı birer farklılık bulunmuştur. Elde edilen bulgular mühendislik tasarım süreci odaklı STEM etkinliklerinin öğrencilerin başarılarını artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar sözcükler: STEM, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, ses, başarı

Atıf:

Dedetürk, A., Saylan Kırmızıgül, A. ve Kaya, H. (2020). “Ses” konusunun STEM etkinlikleri ile öğretiminin başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,49, 134-161. doi: 10.9779/pauefd.532331.

* Bu çalışma birinci yazarın üçüncü yazar danışmanlığındaki yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

**Bilim uzmanı, Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0002-3678-0374, ayseguldedeturk@hotmail.com

*** Arş. Gör. Dr., Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0001-5678-8050, aslisaylan@erciyes.edu.tr

**** Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0003-3529-9762, hasankaya@erciyes.edu.tr

Abstract

The aim of this study is to investigate the effects of STEM-based activities that were designed and performed for teaching sound concept on 6th grade students' success levels. The sample consists of 158 students studying in two middle schools in Kayseri. In the study, pretest-posttest control group quasi-experimental design was used. Two different achievement tests, T1 including 19 multiple choice questions and T2 including 14 open-ended questions, were applied to the students. The independent variables of the study are activities in the current science curriculum in control group and engineering design process-oriented integrated STEM activities in experimental group, while the dependent variable is the students' success level regarding the concept of sound. The collected data were analyzed by independent samples t-test and paired-samples t-test. As a result of the analyses, it was determined that the students in experimental group had a significant increase in their success after the implementation of the STEM activities. In addition to this, a significant difference was found between both T1 and T2 posttest mean scores of the experimental and control groups. The findings showed that engineering design process-oriented STEM activities have a significant effect on increasing students' achievement.

Keywords: STEM, engineering design-based science education, sound, achievement

Cited:

Dedetürk, A., Saylan Kırmızıgül, A., & Kaya, H. (2020). The effect of STEM activities on students' achievement in “Sound” subject. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49, 134-161. doi:10.9779/pauefd.532331.

Giriş

İçinde bulunduğumuz dijital çağda, bilim ve teknoloji odaklı fen eğitimi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bireyin günlük yaşamda karşı karşıya kaldığı karmaşık sorunlara mevcut disiplinler tek başlarına çözüm getirememektedir. Bu sorunların çözülebilmesi için, çözüm önerilerinin disiplinler arası bir düzlemde bütünlük içinde ele alınması gerekmektedir (Ulusoy, 2007). Bu yolda attığı neredeyse her adımda bireyin, fenin yanında teknoloji uygulamalarına da başvurması gerekmektedir. Çünkü fen eğitiminin teknolojiden bağımsız olarak düşünülmesi mümkün değildir. Nitekim fen bilimleri öğretim programında, öğrencilerin ulusal ve uluslararası düzeyde; kişisel, sosyal, akademik ve iş hayatlarında ihtiyaç duyacakları sekiz temel yetkinlikten biri de “matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler” olarak belirtilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Ayrıca programda bulunan alana özgü beceriler de “bilimsel süreç becerileri”, “yaşam becerileri” ve “mühendislik ve tasarım becerileri” olarak güncellenmiştir (MEB, 2018). Fen bilimleri dersi öğretim programında ayrıca öğrencilerden proje tasarlama, model ve ürün oluşturma, ürünü tanıtmaya gibi performansların beklendiği, bunların mümkün olduğu kadar sınıfta, akranlarıyla iş birliği içerisinde ve öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilmesi gerektiği açıkça belirtilmiştir. Programda bilimin uygulama ve ekonomiye girdi sağlama özellikleri ön planda tutularak, konu ve kazanımlar günlük hayattaki ihtiyaçları gidermeye yönelik teknolojiler üretilmesini gözetilen bir yaklaşımla ele alınmaktadır (MEB, 2018). Buna ek olarak, fen bilimleri dersi öğretim programında fenin matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesi sağlanarak öğrencilerin problemlere disiplinler arası bir bakış açısıyla bakması hedeflenmektedir (MEB, 2018). Öğrencilere disiplinler arası bakış açısı kazandırabilecek ve onları derste en aktif hale getirebilecek eğitim yaklaşımlarından biri de STEM’dir. STEM; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik kelimelerinin İngilizcelerinin baş harflerinin kısaltılmasıyla ortaya çıkmıştır. Çepni (2017) STEM eğitimi disiplinleri ayrı ayrı ele alan geleneksel anlayış yerine, disiplinlerin bütünleştirilmesini öngören; iki veya daha fazla alanın disiplinler arası bir anlayışla öğrenimi ve öğretimi olarak tanımlamaktadır. STEM eğitiminin amaçlarından biri STEM alanlarında kariyer yapan öğrencilerin sayısını arttırmak ve bu alanlardaki kadınların ve azınlıkların katılımını arttırmak, ikincisi; STEM alanında yetenekli iş gücünü arttırmak ve bu iş gücündeki kadınların ve azınlıkların katılımını arttırmak, üçüncüsü ise öğrencilerde STEM okuryazarlığını arttırmaktır (National Research Council [NRC], 2014).

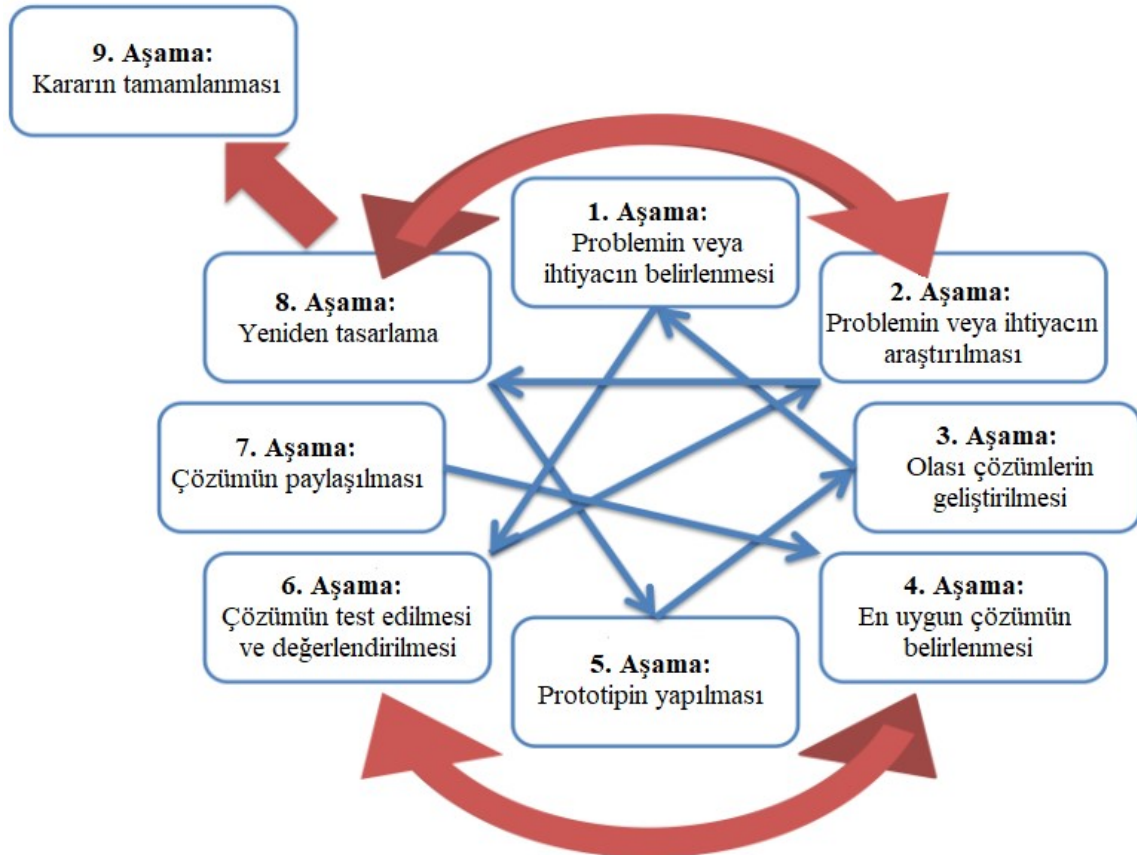
STEM içeriğini ve uygulamalarını bütünleştirmeye ilişkin farklı modeller bulunmaktadır. Bu modellerden biri Mühendislik Tasarım Süreci Odaklı Bütünleşik STEM Modeli’dir. Nitekim Bybee (2013), NRC (2012) ve NGSS (2013) matematik ve teknolojinin de fenle bütünleştirilmesine önem vermekle birlikte, fen öğretimi için mühendislik içerikli ve tasarım süreci odaklı bir bütünleşmeye vurgu yapmaktadır (akt. Savran Gencer, Doğan, Bilen, & Can, 2019). Mühendislik odaklı bütünleşik STEM etkinliklerini, STEM disiplinleri arasında yalnızca basit yüzeysel bağlantılar bulunan diğer etkinliklerden ayıran beş temel özellik vardır: “(1) temel öğrenme hedefleri, bir veya daha fazla fen ve matematik disiplinlerini merkeze alan içerik ve uygulamalardan oluşur; (2) bütünleştirici mühendislik tasarımı ve mühendislik uygulamaları bağlam sağlar veya öğrenilecek içeriğin bir parçasıdır; (3) mühendislik tasarımı veya mühendislik uygulamaları bilimsel ve matematiksel kavramların kullanımını gerektirir; (4)

21. yüzyıl becerilerinin gelişimi vurgulanır; (5) öğretim bağlamı takım çalışmasıyla gerçek bir dünya problemi çözmeyi gerektirir” (Bryan vd., 2016, s. 28; akt. Savran Gencer vd., 2019).

Yeni öğretim programında ön plana çıkan kavramların başında gelen mühendislik “kişi ve toplumların işlerini kolaylaştırmak için gerekli olan fiziksel bileşenleri tasarlayan ve bu bileşenlerin üretimini, sürekliliğini, toplum içindeki yaygınlığını sağlayan, teknolojik ve ekonomik gelişmeye katkıda bulunan öncü bir meslektir” (Akgül, Uçar, Öztürk, & Ekşi, 2013, s.14). Mühendislerin problem çözme yaklaşımı mühendislik tasarımı olarak adlandırılmaktadır. Wicklein (2006) STEM eğitiminde daha çok mühendislik tasarım süreci odaklı modele odaklanılması gerektiğini belirterek, iddiası için aşağıdaki gerekçeleri sunmuştur:

- Mühendislik tasarımı, toplumun geneli tarafından teknolojiye oranla daha anlaşılır ve değerli bulunmaktadır,
- Mühendislik tasarımı, teknoloji eğitimini daha yüksek akademik ve teknolojik düzeylere yükseltir,
- Mühendislik tasarımı, öğretim programının tasarlanması ve düzenlenmesi için sağlam bir çerçeve sağlar,
- Mühendislik tasarımı; matematik, fen ve teknoloji entegrasyonu için ideal bir altyapı sağlar,
- Mühendislik, öğrencilerin çoklu kariyer yollarına yönlenebileceği odaklanmış bir öğretim programı sağlar (s. 26).

Mühendislik tasarım sürecinin uygulama basamakları Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Mühendislik tasarım sürecinin uygulama basamakları (Hynes vd., 2011, s. 9)

Mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağında problem belirlenirken, ikinci basamakta bu probleme yönelik araştırma yapılır. Olası çözümler geliştirme basamağında belirlenen problemle ilgili çözüm fikirleri geliştirilir. Olası en iyi çözümü seçme basamağında pratik, ekonomik ve materyal yönünden en iyi fikir(ler) seçilir. Prototip yapma basamağında seçilen çözüme yönelik bir model oluşturulurken, test etme ve değerlendirme basamağında prototipin sorunu gerçekten çözüp çözmediği ve prototip için seçilen materyalin uygunluğuna bakılır. Çözümü paylaşma basamağında prototip sunularak aksayan yönlerin olup olmadığı diğer gruplara sorularak dönüt alınır. Yeniden tasarlama basamağında mühendislik tasarım döngüsündeki herhangi bir basamağa gidilerek gerek duyulan işlemler tekrarlanabilir. Kararın tamamlanması adlı son basamakta ise problemin çözümü için bir nihai karara ulaşılr. Adım adım uygulanan bir yöntem değil bir döngü olan mühendislik tasarım sürecinde en iyiye ulaşmak hedeflendiğinden, döngüde istenilen basamağa tekrar dönülebilmektedir (Barnett vd., 2008; Hynes vd., 2011).

Literatürde, fen bilimlerinin fizik ünitelerinin anlamakta güçlük çekilen ve başarısız olunan konuların başında geldiği belirtilmektedir (Bahar & Polat, 2007; Timur, Timur, Özdemir, & Şen, 2016). Öğrencilerin ve öğretmenlerin anlamakta zorlandıkları fizik üniteleri sıralamasında “Işık ve Ses” ünitesinin ikinci sırada olduğu görülmektedir. Ses konusundaki soyut kavramların diğer ünitelere göre fazla olmasının bu duruma temel oluşturduğu belirlenmiştir (Timur vd., 2016). Yapılan çalışmalarda, ortaokul öğrencilerinin ses konusundaki kavram yanlışlarının fazla, başarı düzeylerinin ise düşük olduğu görülmektedir (Eshach & Schwartz, 2006; Hürçan & Önder, 2012; Sözen & Bolat, 2014; Yılmaz, 2015). Bu kavram yanlışlarının özellikle yankı, sesin yansması ve yayılması, ses dalgaları, sesin şiddeti ve frekansı konularında olduğu görülmektedir.

Bybee (2010) mühendisliğin önemsenmemesinin STEM eğitiminin önündeki temel engellerden biri olduğunu, teknoloji ile mühendisliğin öğretim programlarına daha fazla dâhil edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Mühendislik tasarım odaklı STEM uygulamalarına ilişkin yapılan ve sayısı gün geçtikçe artmakta olan çalışmalarda, bu etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin fen başarılarını olumlu etkilediği ortaya koyulmuştur (Ercan & Şahin, 2015; Harwell vd., 2015; Mehalik, Doppelt, & Schuun, 2008; Wendell & Rogers, 2013; Yılmaz, Gülgün, & Çağlar, 2017). Ancak bu etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin ses konusundaki başarı düzeylerine etkisinin incelendiği sınırlı sayıda çalışmaya ulaşılmıştır (örn. Gülhan & Şahin, 2016). Gülhan ile Şahin (2016) çalışmalarında mühendislik tasarım sürecinin izlendiği STEM entegrasyonunun beşinci sınıf öğrencilerinin Işık ve Ses ünitesine ilişkin kavramsal anlamalarını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Ses konusunda yürütülmüş olan çalışmalar genellikle ilkökul düzeyindedir (Barnett vd., 2008; Wendell, 2011; Wendell vd., 2010; Wendell & Lee, 2010). Bu çalışmalardan birinde Barnett ve arkadaşları (2008) ses konusunun mühendislik tasarım sürecinde LEGO materyali kullanılarak öğretilmesi için üçüncü ve dördüncü sınıflar için öğretim programı geliştirmişlerdir. Bu programla öğrencilerin müzik enstrümanı tasarlamaları ve test etmeleri, böylece ses kavramlarını öğrenmeleri ve mühendislik tasarım sürecini yaşayarak problemi teşhis etme, araştırma yapma, farklı çözümler üretme ve yaratıcılık becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Ses konusu içerik itibarıyla mühendislik tasarım odaklı STEM uygulamalarına oldukça elverişli olmasına rağmen, bu konunun öğretiminde mühendislik tasarım süreci odaklı

bütünleşik STEM modeline uygun etkinliklerin tercih edildiği araştırmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Buradan hareketle, literatüre katkı sağlayacağı düşünülerek gerçekleştirilen bu araştırmanın amacı altıncı sınıf ses konusunun öğretiminde mühendislik tasarım süreci odaklı bütünleşik STEM modeli ile hazırlanan ve gerçekleştirilen etkinliklerin kullanımının, öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin araştırılmasıdır. Bu bağlamda, çalışmanın araştırma sorusu “Fen bilimleri dersi ‘Ses’ konusunun mühendislik tasarım süreci odaklı STEM etkinlikleri ile öğrenilmesinin 6. sınıf öğrencilerinin başarı düzeyleri üzerinde bir etkisi var mıdır?” olarak belirlenmiş ve aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır:

1. Kontrol ve deney gruplarının T1 ön test puanları arasında ve T2 ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
2. Kontrol ve deney gruplarının T1 son test puanları arasında ve T2 son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
3. Kontrol ve deney gruplarında, grup içindeki T1 ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
4. Kontrol ve deney gruplarında, grup içindeki T2 ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu araştırmada ön-test—son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu desende gruplara uygulama öncesinde ve sonrasında aynı veri toplama araçları uygulanır ve yapılan ölçümler sonrasında ön-test ve son-test ortalamaları arasındaki fark bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini göstermektedir (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012). Mevcut çalışmada bağımsız değişken kullanılan farklı öğretim yaklaşımları iken, bağımlı değişken öğrencilerin başarı düzeyleridir. Kontrol grubunda mevcut öğretim programının temel aldığı yapılandırmacı yaklaşım, deney grubunda ise mühendislik tasarım süreci odaklı STEM yaklaşımı uygulanmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örnekleme ile okul belirlenmiştir. Bu örneklemede araştırmacı ulaşılması kolay olan birey veya grupları seçer (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012). Buradan hareketle, çalışma 2013-2014 öğretim yılının bahar döneminde, Kayseri ili merkez ilçesinde bulunan bir ortaokulun altıncı sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Araştırmaya iki ortaokulda öğrenim gören 158 öğrenci ile dört öğretmen katılmıştır. Deney grubunda iki okulun birer sınıfından toplam 74 öğrenci (41 kız, 33 erkek); kontrol grubunda ise aynı okulların birer sınıfından toplam 84 öğrenci (45 kız, 39 erkek) bulunmaktadır. Deney ve kontrol grupları belirlenirken, beşinci sınıf yılsonu fen puanları, altıncı sınıf güz dönem sonu fen puanları ve ön test puanları denk olan sınıflar tercih edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Altıncı sınıf öğrencilerinin ses konusuna yönelik başarılarının ölçülmesi amacıyla test geliştirme basamaklarına ve Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2005) tarafından öğretim programında belirtilen 12 kazanıma uygun olarak toplam 33 sorudan oluşan iki başarı testi geliştirilmiştir. T1

olarak adlandırılan birinci testte 19 çoktan seçmeli, T2 olarak adlandırılan ikinci testte ise 14 açık uçlu soru bulunmaktadır. Bazı örnek soru maddeleri Ek-1’de verilen T1’in uygulanması 30 dakika, yine bazı örnek soruları Ek-2’de verilen T2’nin uygulanması ise 60 dakika sürmüştür.

Başarı testlerinde TIMSS (2007, 2011) ve PISA (2006) fen soruları ile OKS (Ortaöğretim Kurumları Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Sınavı), SBS (Seviye Belirleme Sınavı), PYBS (Parasız Yatılılık ve Bursluluk Sınavı), AÖO (Açık Öğretim Ortaokulu) altıncı sınıf sınavı gibi ulusal sınavlarda çıkan sorular ve araştırmacı tarafından geliştirilen sorular yer almaktadır. Kapsam geçerliğinin sağlanması için belirtke tablosu hazırlanılarak üç fen eğitimi uzmanına sunulmuştur. Testin görünümü, testteki soruların sınıflandırılması, içeriği ve okunabilirliği, şekiller ve grafikler için uzmanların görüşü alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. T1 ve T2’de bulunan sorular için kazanımlar ve Bloom taksonomisinin bilişsel alanları temel alınarak hazırlanan belirtke tablosu aşağıda verilmiştir. Tablo 1’e göre T1’de alt ve orta düzey, T2’de ise üst düzey bilişsel alanlara ait maddeler daha fazla yer almaktadır. Kazanımlar ise bilişsel alan yönünden çoğunlukla alt ve orta düzeydedir.

Tablo 1. Başarı Testlerindeki Soruların Kazanımlar ve Bilişsel Alanlara Göre Dağılımı

Kazanım	Soru	T1	Soru	T2
		Bilişsel Alan		Bilişsel Alan
1. Sesin her yönde dalgalar halinde yayıldığını fark eder.	9	Anlama	11a	Değerlendirme
	14	Değerlendirme	11b	Uygulama
2. Sesin bir engel ile karşılaştığında yansıdığını deney ile keşfeder.	13	Uygulama		
	15	Anlama	12	Analiz
3. Yankı olayının sesin yansıması sonucu oluştuğunu ifade eder.	8	Hatırlatma	6a	Uygulama
			6b	Anlama
4. Bilim ve teknolojiye sesin yansıması olayından nasıl yararlanıldığına örnekler verir.	4	Anlama	7	Analiz
	5	Anlama	14	Analiz
5. Madde ile karşılanan sesin soğurulabileceğini fark eder.	2	Anlama	9	Değerlendirme
	15	Anlama		
6. Ses şiddetinin soğurulma ile azaldığını keşfeder.	3	Uygulama		
	11	Anlama	1	Analiz
	12	Anlama		
7. Farklı maddelerin sesi farklı soğurduğunu fark eder.	11	Anlama	2a	Uygulama
	16	Değerlendirme	2b	Değerlendirme
8. Ses yalıtımında ve yankı oluşumunu önlemede, kullanılan malzemelerin sesi iyi soğurduklarını fark eder.	2	Anlama		
	8	Uygulama	10	Anlama
9. Sesin yayılabilmesi için neden maddesel bir ortama gerek olduğunu, ortamın tanecikli yapısıyla açıklar.	1	Uygulama	8a	Değerlendirme
	7	Anlama	8b	Yaratma
10. Sesin; madde ile karşılaştığında geçme, soğurulma ve yansıma olaylarının maddelerin özelliklerine bağlı olarak, farklı oranlarda birlikte gerçekleşebileceğini belirtir.	10	Yaratma	13	Uygulama
	17	Anlama	3	Analiz
11. Tiyatro, konser salonu gibi mekanlarda ve tarihi yapılarıdaki akustik uygulamalara örnekler verir.	13	Uygulama	4	Anlama
	18	Anlama		
12. Kapalı mekanlarda yankı oluşumunu engelleyebilecek projeler geliştirir ve sunar.	6	Anlama	5a	Anlama
	19	Analiz	5b	Uygulama

Veri toplama araçlarının pilot uygulama ve analizleri

Pilot çalışma 2013-2014 öğretim yılı bahar döneminde Kayseri’nin merkez ilçesinde bulunan üç ortaokulun altıncı sınıflarında öğrenim görmekte olan 144 öğrenci ve beş öğretmenin katılımı ile

gerçekleştirilmiştir. Ses konusunu çalışma grubunda bulunan 158 öğrenciden bir ay önce öğrenmiş olan bu öğrencilere T1 ve T2 uygulanmıştır. T1 ve T2 için gerçekleştirilen pilot uygulamaların analizleri aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

Çoktan seçmeli sorulara (T1) ilişkin pilot uygulama ve analizler

T1’de bulunan her sorunun yalnız bir doğru cevabı bulunmaktadır. Analizlerde her bir doğru cevap için 1, yanlış cevap için ise 0 puan verilerek puanlama yapılmıştır. Yanlış cevaplar doğru cevapları etkilememektedir. Testteki tüm soruların tam olarak doğru cevaplanması halinde testten alınabilecek maksimum puan 19’dur.

Yapı geçerliğinin sağlanması amacıyla pilot uygulamada T1’den elde edilen verilere öncelikle madde analizi uygulanmıştır. 0 ile 1 arasında değerler alan madde güçlük indeksinin (P) 1’e yakın olması soruların kolay, 0’a yakın olması ise zor olduğunu göstermektedir (Crocker & Algina, 1986). P değeri 0.30’dan küçük olan madde çok zor, 0.30-0.49 arasında olan madde zor, 0.50-0.69 arasında olan madde orta zorlukta, 0.69’dan büyük olan madde ise kolaydır (Baykul, 2000). Tablo 2’ye göre T1’de bulunan 1, 2, 12, 15 ve 18. maddelerin kolay, diğer maddelerin büyük bir çoğunluğunun ise orta zorlukta olduğu görülmektedir. Dolayısıyla P değerlerine göre testten çıkarılması gereken bir madde tespit edilmemiştir (Boopathiraj & Chellamani, 2013).

+1 ile -1 arasında değerler alan madde ayırt edicilik indeksinin (r) 0’a yaklaşması sorunun başarılı ve başarısız grubu ayırt etmediğini göstermektedir. r değeri 0.40 veya daha yüksek olan madde çok iyidir; 0.30-0.39 arasında olan madde iyidir; 0.20-0.29 arasında olan madde zorunlu hallerde aynen kullanılabilir ancak bir miktar değiştirilmesi tercih edilir; 0.20’den küçük olan madde ise testten çıkarılmalıdır (Ebel & Frisbie, 1986). Tablo 2’ye göre, T1’de bulunan 1, 2 ve 4. maddeler iyi, diğer maddeler ise çok iyi ayırt edici özelliktedir. Bu nedenle başarı testinden herhangi bir madde çıkarılmasına gerek duyulmamıştır.

Tablo 2. T1’de Yer Alan Maddelerin Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri

Madde	P	r	Madde	P	r	Madde	P	r	Madde	P	r
1	0.91	0.32	6	0.69	0.56	11	0.61	0,64	16	0.69	0.62
2	0.78	0.33	7	0.67	0.62	12	0.73	0,54	17	0.56	0.77
3	0.54	0.72	8	0.63	0.69	13	0.69	0,62	18	0.73	0.54
4	0.63	0.31	9	0.67	0.56	14	0.68	0,64	19	0.60	0.69
5	0.59	0.62	10	0.65	0.69	15	0.74	0,51			

Pilot uygulamaya katılan öğrencilerin T1’den aldıkları puanlara göre hesaplanan ortalama, medyan ve mod değerlerinin birbirine yakın olması ve sırası ile 0.094 ve -0.958 olarak bulunan çarpıklık ve basıklık değerlerinin +1.5 ile -1.5 aralığında olması nedeni ile verilerin normal dağıldığı söylenebilir (Pallant, 2007; Tabachnick & Fidell, 2013). Son olarak, T1’in kullanımının güvenilir olup olmadığının belirlenmesi amacı ile uygulanan KR-20 güvenilirlik testinde T1’in güvenilirliği 0.86 olarak hesaplanmış ve test güvenilir bulunmuştur (Cronbach, 1951).

Açık uçlu sorulara (T2) ilişkin pilot uygulama ve analizler

T2’de bulunan açık uçlu soruların analizinde, her bir doğru cevap için 2, kısmen doğru cevap için 1, yanlış cevap için ise 0 puan verilerek puanlama yapılmıştır. Testte bulunan tüm soruların tam olarak doğru cevaplanması halinde testten alınabilecek maksimum puan 38’dir.

Pilot uygulamada T2’den elde edilen verilere öncelikle madde analizi uygulanmıştır. Tablo 3’e göre T2’de bulunan 6a, 9 ve 14. maddeleri zor, 2a ve 13. maddeler kolay, diğer maddeler ise orta zorluk derecesindedir. Ayrıca 14. madde iyi, diğer maddeler ise çok iyi ayırt edici özelliktedir (Ebel & Frisbie, 1986). Dolayısıyla T2’den de herhangi bir madde eksiltilmemiştir.

Tablo 3. T2’de Yer Alan Maddelerin Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri

Madde	P	r	Madde	P	r	Madde	P	R	Madde	P	r
1	0.54	0.77	5a	0.51	0.95	8a	0.63	0.71	11b	0.57	0.58
2a	0.76	0.44	5b	0.54	0.88	8b	0.55	0.79	12	0.58	0.68
2b	0.54	0.83	6a	0.49	0.80	9	0.47	0.83	13	0.71	0.49
3	0.58	0.85	6b	0.53	0.77	10	0.54	0.86	14	0.31	0.31
4	0.53	0.83	7	0.58	0.82	11a	0.53	0.89			

Öğrencilerin cevapları, araştırmacı ve fen eğitimi uzmanı tarafından rubriğe göre puanlandırılmış ve iki puanlama arasında %94 oranında bir uyum saptanmıştır. Buna göre, T2’ye ait puanlama aracının kodlayıcılar arası tutarlılık güvenilirliği mükemmele yakın olduğu belirlenmiştir (Landis & Koch, 1977). Son olarak, T2’den elde edilen puanlara ilişkin hesaplanan ortalama, medyan, mod değerleri birbirine yakın olduğundan ve sırası ile 0.746 ve -1.00 olarak bulunan çarpıklık ve basıklık değerleri +1.5 ile -1.5 aralığında olduğundan veriler normal dağılmaktadır (Pallant, 2007; Tabachnick & Fidell, 2013).

Uygulama

Çalışmada, ön-testlerin uygulanmasının ardından her iki grupta iki hafta, toplamda dokuz ders saati, boyunca ses konusu işlenmiştir. Bu süre boyunca her iki grubun derslerinde kullanılan etkinliklerin tümü öğretim programındaki 12 kazanımı karşılayacak şekilde olup, her bir kazanım için programın öngördüğü sürelerle uyulmuştur. Öğretmenlerin etkinlikleri nasıl uyguladıkları uzman kontrolünde geliştirilen öğretmen gözlem formu kullanılarak araştırmacı tarafından kaydedilmiştir.

Çalışmanın kontrol grubunda mevcut öğretim programında bulunan yapılandırmacı yaklaşıma uygun, araştırma temelli etkinlikler kullanılmıştır. Öğretmenler öğretmen kılavuz kitabına uygun olarak bu etkinlikleri yürütmüşlerdir. Ayrıca, uygulama öncesinde öğretmenlere kontrol grubunda uygulanacak etkinliklere ilişkin gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır. Kontrol grubunda bulunan öğrenciler ders kitabındaki talimatları izlemekte, bazen bireysel bazen gruplar halinde çalışmaktadırlar. Öğrenciler dersi genellikle öğretmenden dinlemekte, herhangi bir ölçme aracı olmadan basit malzemelerle denemeler yapmakta ve dolaylı yoldan sonuca ulaşmaktadırlar (Örneğin; Etkinlik-3’te öğrenciler cam bir kavanozun içine pamuğu, pamuğun üzerine de çalar saati yerleştirerek saatin sesini farklı uzaklıklardan dinler ve bu uzaklıkları kaydederler. Daha sonra aynayı kavanozun üzerine eğik şekilde tutarak saatin sesini dinler ve uzaklıkları kaydederler. Öğrenciler, yansıtıcı olduğunda sesin daha uzak bir noktadan duyulabileceğini gözlemlemiş olurlar. Diğer bir ifadeyle öğrenciler sesin duyulması ve yansımaları çıkarımına, kaydedilen uzaklıklardan yararlanarak, dolaylı olarak ulaşırlar. Ayrıca

etkinlik, öğrencilerde ayna kullanımı sonucu sesin ışık gibi yayılabileceği ve yansiyabileceği algısını oluşturularak kavram yanılığına sebep olmaktadır. Bu durum etkinlikteki görselde aynaya düz bir şekilde çarpma ve yansıma çizimiyle pekiştirilmektedir). Grafik çizme, veri yorumlama, robotik uygulamalar yapma gibi becerileri içermeyen etkinlikler bilimsel süreç becerileri bakımından fakir olup, yaşam becerileri ile mühendislik ve tasarım becerilerini barındırmamaktadır. Kontrol grubu öğrencileri, etkinlik sonlarındaki değerlendirme sorularını cevaplamakta ve kitaptaki testi çözmektedirler. Kontrol grubu etkinlikleri Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Kontrol Grubu Etkinlikleri

Etkinlik	Açıklama
1. Sesin yayılmasını gözlemleyelim.	Öğrenciler 30 cm boyundaki bir cetveli masanın ucuna koyup, masanın diğer ucuna ellerini bastırıp çekerek cetvelin titreşimini gözlemler ve cetvelin oluşturduğu sesi dinlerler. Ardından su dolu bir kabı cetvelin altına gelecek şekilde yerleştirerek sudaki dalgalanmayı gözlemlerler.
2. Ses bir enerjidir.	Öğrenciler ince bir poşeti lastik yardımıyla silindirik şeklindeki tenekenin üzerine gererler. Poşetin üzerine tuz dökerek, silindire yakın olacak şekilde konumlandıkları metal tepsiye tahta bir kaşık ile vururlar. Havadaki taneciklerin titreşmesi sonucunda tuzun da titreştiğini gözlemlerler. Buradan sesin bir enerji olduğu sonucuna ulaşırlar.
3. Ses de yansır mı?	Öğrenciler cam bir kavanozun içine pamuğu, pamuğun üzerine de çalar saati yerleştirirler. Saatin sesini farklı uzaklıklardan dinleyerek bu uzaklıkları kaydederler. Daha sonra aynayı kavanozun üzerine eğik bir biçimde tutarak saatin sesini dinler ve bu uzaklıkları kaydederler. Öğrenciler yansıtıcı olduğunda sesin daha uzak bir noktadan duyulabileceğini gözlemlerler.
4. Ortak olan özellik nedir?	Öğrenciler verilen fotoğrafları inceleyerek piyanonun kuyruğunun seyircilere dönük olmasının ve megafonun koni şeklinde olmasının, sesin yansımaya uğrayarak istenilen yere iletilmesini sağladığını açıklarlar.
5. Ses iletiminin modellenmesi	Öğrenciler sesin tanecikler üzerinden yayıldığını anlamak için 6-8 kişilik gruplar halinde aynı yöne bakacak şekilde art arda dizilirler. En arkadaki öğrenci elini önündeki arkadaşının omzuna koyar, o da elini önündeki arkadaşının omzuna koyarak sarsıntı bu şekilde en öndeki öğrenciye ulaştırılır. Aralıklar açılarak sesin sıvı ve gaz halindeki ortamlarda yayılması modellenir. Öğrenciler her durumda sarsıntının arkadan öne ulaşma süresini ölçerler. Buna göre sesin yayılma hızının gazda yavaş olduğu sonucuna ulaşırlar.
6. Kızıl derili ne yapıyor?	Öğrenciler fotoğraftaki kişinin kulağını toprağa dayayarak tehlikeyi öngörmeye çalışmasının sebebinin, sesin katılarda daha iyi iletilmesi olarak açıklarlar.
7. Hangi maddeler sesi daha fazla tutar?	Öğrenciler boş bir ayakkabı kutusunun içine saat koyarak saatin sesini dinlerler. Daha sonra kutuya sırasıyla gazete kâğıdı, kumaş ve köpük koyarak yine saatin sesini dinlerler. Öğrenciler kutunun içine farklı malzemeler konulduğunda ses şiddetinin neden farklı olduğunu açıklarlar.
8. Öğrendiklerimle açıklıyorum	Öğrenciler verilen fotoğraflardaki mekânları inceleyerek sesin soğurulması ve şiddeti ile ilgili açıklamalarda bulunurlar.
9. Ses ile ışığı karşılaştırıyorum	Öğrenciler ses ve ışıkla ilgili paragrafta verilen boşlukları doldururlar. Ardından yine ses ve ışıkla ilgili hazırlanmış olan tabloda verilen boşlukları doldururlar.

Çalışmanın deney grubunda araştırmacılar tarafından geliştirilen mühendislik tasarım odaklı STEM etkinliklerine yer verilerek, LEGO Mindstorms NXT Eğitim Seti ve çeşitli materyallerin (sünger, köpük vb.) kullanıldığı dokuz farklı etkinlik tasarlanmıştır. Eğitim setinde öğrencinin kendi başına robot geliştirebilmesine olanak sağlayan lego teknik tuğlaları, bilgisayar tarafından kontrol edilebilen bir mikroişlemci, mikroişlemciyi programlamaya yarayan grafik ara yüzüne sahip bir yazılım, ses, ışık, uzaklık ve dokunmaya duyarlı sensörler ve hareketi sağlayan motorlar bulunmaktadır. Etkinlikler önce araştırmacı tarafından laboratuvar ortamında test edilmiş, ardından sınıfta uygulanmıştır. Uygulama öncesinde öğretmenlere

etkinliklerle ilgili eğitim verilmiştir. Öğrencilerin eşit şartlara sahip olmaları amacıyla kontrol grubu öğrencilerine öğretim programında sağlanan sözlük, sesle ilgili özet bilgiler ve dikkat çekici detaylar deney grubu öğrencilerine de sunulmuştur. Ayrıca, STEM yaklaşımı ve LEGO materyaliyle ilgili bilgi ve deneyimleri bulunmadığından, deney grubu öğrencilerine konuyla ilgili ön bilgi yazılı ve sözlü olarak verilmiştir. Öğretmenlere de, etkinliklerle ilgili püf noktaların yer aldığı, etkinliğe ilişkin kazanım, etkinlik süresi ve kullanılacak araç-gereç, teknoloji ve tekniklerin belirtildiği birer kılavuz verilmiştir. Her etkinlikten önce öğrencilere, o etkinlikle ilgili araştırma soruları verilerek hazır bulunuşluklarının sağlanması ve problem durumunu tanımlamaları amaçlanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler yalnızca etkinliklere katılmakta olup, kontrol grubunda olduğu gibi ders kitabındaki soruları cevaplama gibi sorumlulukları yoktur. Bilimsel süreç, yaşam becerileri ile mühendislik ve tasarım becerileri bakımından zengin olan STEM etkinliklerinde öğrenciler gruplar halinde problemi çözmeye yönelik özgün tasarımlar yapmaktadırlar. Birbirine bağlı etkinliklerde öğrenciler ses sensörünü kullanarak doğrudan ölçümlerle veri toplamakta, grafik çizmekte, yorumlamakta ve robot programlama yapmaktadırlar. Deney grubunda uygulanan etkinlikler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Deney Grubu Etkinlikleri

Etkinlik	Açıklama
1. Ses nasıl yayılır?	Öğrenciler sesin nasıl yayıldığı konusunda tahminlerde bulunurlar. Ardından ölçüm yapar ve verileri kaydederler. Elde ettikleri sonuçları tahminleri ile karşılaştırarak bilimsel bir fikre ulaşırlar.
2. Ses yansır mı? Nasıl?	Öğrenciler sesin yansıyor yansımıyor hakkında akıl yürütürler. Verilen malzemelerle sesin yansımaları ile ilgili deneyler yaparak verilerini tabloya kaydederler. Öğrenciler sesin yansımaları ile ilgili küçük bir tasarım yaparlar.
3. Yankı nasıl oluşur?	Öğrenciler yankı oluşumuyla ilgili tasarım yaparak yankı oluşumunu test eder ve gözlemlerler. Tasarım sayesinde yankının nasıl oluştuğuna dair bir fikre ulaşırlar.
4. Günlük hayatınızda sesin yansımaları olayından faydalanılarak üretilen teknolojiler nelerdir? Bilim bunları hangi alanlarda kullanmaktadır?	Öğrenciler LEGO kullanarak sesin yansımaları sayesinde çalışan bir tasarım yapar ve test ederler. Daha sonra LEGO programlamayı kullanarak tasarımlarını ses ile çalıştırırlar.
5. Sesin yayılabilmesi için en önemli şart nedir? Neden?	Öğrenciler sesin yayılabilmesi için neyin gerekli olduğunu araştırmak amacıyla LEGO ve diğer malzemeleri kullanarak tasarım yaparlar. Bu tasarım üzerinden bir hipotez kurar ve bunu test ederler. Ardından grafik çizerek bilimsel bir fikre ulaşırlar.
6. Ses bir engel ile karşılaştığında engelin ön ve arkasındaki ses şiddeti neden farklıdır? Engelin hangi tarafında ses şiddeti daha yüksektir? Neden?	Öğrenciler bir ses kaynağı ve bir engelin bulunduğu bir tasarım yaparlar. Bu tasarım üzerinden ölçüm yapar ve verileri kaydederler. Böylece sesin engel tarafından soğurulduğu sonucuna ulaşırlar.
7. Her maddenin kendine özgü sesi soğurma oranı var mıdır? Ses yalıtımında kullanılan malzemelerin özellikleri nelerdir? Ses madde ile karşılaşıncı hangi olaylar gerçekleşir?	Öğrenciler yaptıkları tasarım üzerinden elde ettikleri verileri kullanarak sesin madde ile karşılaştığında hangi olayların gerçekleşebileceğini araştırırlar. Tasarımlarında kullandıkları malzemeleri gruplandırarak ses yalıtımında hangi özellikteki malzemelerin kullanılması gerektiğine karar verirler.

Tablo 5’in Devamı

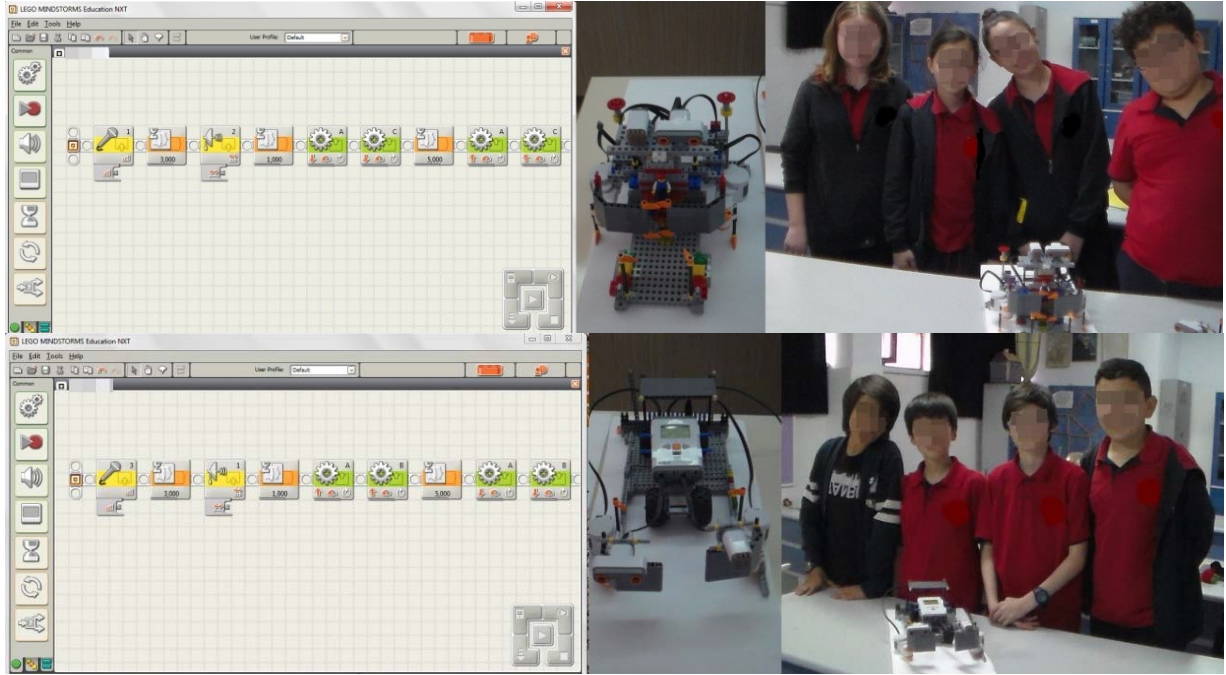
8. Gittiğiniz mekânlarda fark ettiğiniz akustik uygulamalar nelerdir?	Öğrenciler verilen mekânları inceleyerek ne tür akustik uygulamaların yapılmış olabileceğini keşfederler.
9. Kapalı mekânlardaki yankı problemini nasıl çözebilirsiniz?	Öğrenciler şimdiye kadar edindikleri bilimsel fikirleri kullanarak bir proje geliştirirler ve bunu sunarlar.

Öğrencilerin etkinlik-1’de ölçüm yapma, etkinlik-2’de verileri kaydetme, etkinlik-4’te tasarım yapma, etkinlik-6’da tasarımı en iyi hale getirme, etkinlik-7’de proje yapma ve etkinlik-9’da projeyi sunma aşamaları Şekil 2’de sırası ile görülmektedir.



Şekil 2. Deney grubu etkinliklerden seçilen bazı fotoğraflar

Etkinlik 4’te öğrencilere verilen problemi çözmeye yönelik robot tasarlama, programlama ve sunma aşamalarının farklı gruplara ait uygulamaları Şekil 3’te görülmektedir.



Şekil 3. Deney grubundaki etkinlik 4'e ait farklı grupların robot tasarlama, programlama ve sunma aşamaları

Mevcut araştırmanın bazı sınırlılıklara sahip olduğu ifade edilebilir. Öncelikle, çalışma grubu Kayseri ilinde ikamet eden 158 altıncı sınıf öğrencisi ile sınırlıdır. Ayrıca, araştırmada kullanılan ölçme araçlarının 2005 öğretim programında bulunan kazanımları içermesi, uygulamaların iki hafta sürmesi ve farklı öğretmenler tarafından gerçekleştirilmiş olması da birer sınırlılık olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle, geliştirilen etkinliklerin farklı bölgelerde ikamet eden daha fazla sayıda öğrenci ile daha uzun süre boyunca test edilmesi literatüre önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca ölçme araçlarının yeni öğretim programına uygun olarak güncellenmesi de uygulama anlamında katkı sağlayacaktır.

Verilerin Analizi

Başarı testlerinden elde edilen nicel verilerin analizinde SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır. Puanlar normal dağılım gösterdiğinden verilerin analizinde parametrik testler tercih edilmiştir. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin başarı testlerinden aldıkları puanların karşılaştırılması amacıyla, araştırmanın birinci ve ikinci alt problemlerine yanıt aranması için bağımsız örneklem t-testi; üçüncü ve dördüncü alt problemlere yanıt aranması için ise ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır. Bağımsız örneklem t-testi iki grubun puan ortalamaları arasındaki farkın kayda değer olup olmadığını araştırılması için, ilişkili örneklem t-testi ise her bir grubun tekrarlı ölçümleri arasındaki farkın incelenmesi amacıyla kullanılmıştır (Pallant, 2007).

Bulgular

Bağımsız Örneklem t-Testlerinden Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemine cevap aranması amacıyla grupların T1 ön-test puanları bağımsız örneklem t-testiyle analiz edilmiştir. Tablo 6'ya göre kontrol ($\bar{X}=9.75$, $S=3.69$) ve

deney grubunun ($\bar{X}=6.92$, $S=3.63$) T1 ön-test puanları arasında kontrol grubu lehine anlamlı farklılık vardır [$t(156)=4.845$, $p=.00$]. Eta-kare değeri 0.131’dir. Buna göre, deney veya kontrol grubunda bulunmanın T1 ön-test puanları üzerinde orta düzeyde etkisi vardır. Diğer bir ifadeyle T1 ön-test puanlarında gözlemlenen varyansın %13.1’i gruba bağlıdır.

Tablo 6. T1 Ön-test Puanlarının Gruba Göre Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	S	Sd	T	P	η^2
Kontrol	84	9.75	3.69	156	4.845	.000	.131
Deney	74	6.92	3.63				

Araştırmanın ikinci alt problemine cevap aranması amacıyla grupların T1 son-test puanları bağımsız örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Tablo 7’de görüldüğü gibi, kontrol ($\bar{X}=9.93$, $S=5.35$) ve deney grubunun ($\bar{X}=14.82$, $S=3.54$) T1 son-test puanları deney grubu lehine anlamlı farklılık göstermektedir [$t(156)=6.851$, $p=.00$]. Eta-kare değeri 0.223’tür. Buna göre, deney veya kontrol grubunda bulunmanın T1 son-testi puanları üzerinde büyük bir etkisi olup, T1 son-test puanlarında gözlemlenen varyansın %22.3’ü gruba bağlıdır.

Tablo 7. T1 Son-test Puanlarının Gruba Göre Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	S	Sd	T	P	η^2
Kontrol	84	9.93	5.35	156	6.851	.000	.223
Deney	74	14.82	3.54				

Araştırmanın birinci alt problemine yanıt aranması amacıyla grupların T2 ön-test puanları bağımsız örneklem t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Tablo 8’de görüldüğü gibi kontrol ($\bar{X}=4.95$, $S=5.38$) ve deney grubunun ($\bar{X}=3.88$, $S=4.43$) T2 ön-test puanları arasında anlamlı farklılık yoktur [$t(156)=1.359$, $p=.18$]. Eta-kare değeri 0.012’dir. Buna göre T2 ön-test puanlarında gözlemlenen varyansın yalnızca %1.2’si gruba bağlıdır.

Tablo 8. T2 Ön-test Puanlarının Gruba Göre Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	S	sd	T	P	η^2
Kontrol	84	4.95	5.38	156	1.359	.176	.012
Deney	74	3.88	4.43				

Araştırmanın ikinci alt problemine yanıt aranması amacıyla grupların T2 son-test puanları bağımsız örneklem t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Tablo 9’da görüldüğü gibi kontrol ($\bar{X}=12.35$, $S=7.95$) ve deney grubunun ($\bar{X}=33.72$, $S=4.95$) T2 son-test puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık vardır [$t(156)=20.537$, $p=.00$]. Eta-kare değeri 0.719’dur. Dolayısıyla deney veya kontrol grubunda bulunmanın T2 son-test puanı üzerinde büyük bir etkisi vardır. Buna göre T2 son-test puanlarında gözlemlenen varyansın %71.9’u gruba bağlıdır.

Tablo 9. T2 Son-test Puanlarının Gruba Göre Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

Grup	N	\bar{X}	S	sd	T	P	η^2
Kontrol	84	12.35	7.95	156	20.537	.000	.719
Deney	74	33.72	4.95				

İlişkili Örneklemeler t-Testlerinden Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemine yanıt aranması amacıyla kontrol grubunun T1 ön-test ve son-test puanları ilişkili örneklemeler t-testi ile analiz edilmiştir. Tablo 10'a göre kontrol grubundaki öğrencilerin T1 ön-test ($\bar{X}=9.75$, $S=3.69$) ve son-test puanları ($\bar{X}=9.93$, $S=5.35$) arasında anlamlı fark yoktur [$t(83)=.262$, $p>.05$].

Tablo 10. Kontrol Grubu İçin T1 Ön ve Son-test Puanlarının İlişkili Örneklemeler t-Testi Sonuçları

T1	N	\bar{X}	S	Sd	T	P
Ön	84	9.75	3.69	83	.262	.794
Son	84	9.93	5.35			

Kontrol grubuna paralel olarak, deney grubunun da T1 ön-test ve son-test puanları ilişkili örneklemeler t-testi ile analiz edilmiştir. Tablo 11'e göre deney grubunda bulunan öğrencilerin T1 ön-test ($\bar{X}=6.92$, $S=3.63$) ve son-test puanları ($\bar{X}=14.82$, $S=3.54$) arasında son-test puanları lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir [$t(73)=13.15$, $p<.05$].

Tablo 11. Deney Grubu İçin T1 Ön ve Son-test Puanlarının İlişkili Örneklemeler t-Testi Sonuçları

T1	N	\bar{X}	S	Sd	t	P
Ön	74	6.92	3.63	73	13.15	.000
Son	74	14.82	3.54			

Araştırmanın dördüncü alt problemine yanıt aranması amacıyla kontrol grubunun T2 ön-test ve son-test puanları ilişkili örneklemeler t-testi ile analiz edilmiştir. Tablo 12'ye göre kontrol grubu öğrencilerinin T2 ön-test ($\bar{X}=4.95$, $S=5.38$) ve son-test puanları ($\bar{X}=12.35$, $S=7.95$) arasında son-test puanları lehine anlamlı fark vardır [$t(83)=8.793$, $p<.05$].

Tablo 12. Kontrol Grubu İçin T2 Ön ve Son-test Puanlarının İlişkili Örneklemeler t-Testi Sonuçları

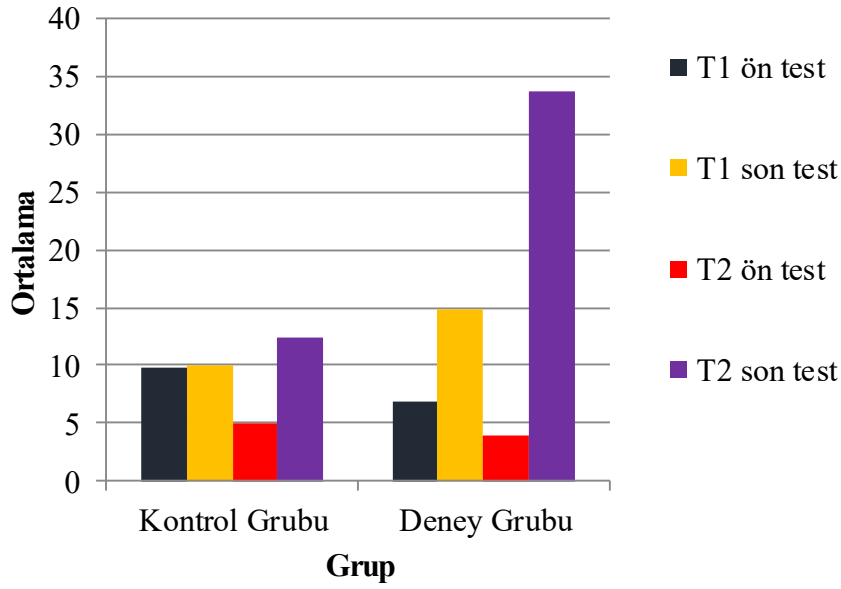
T2	N	\bar{X}	S	Sd	t	P
Ön	84	4.95	5.38	83	8.793	.000
Son	84	12.35	7.95			

Kontrol grubuna paralel olarak, deney grubunun da T2 ön-test ve son-test puanları ilişkili örneklemeler t-testiyle analiz edilmiştir. Tablo 13'e göre deney grubu öğrencilerinin T2 ön-test ($\bar{X}=3.88$, $S=4.43$) ve son-test puanları ($\bar{X}=33.72$, $S=4.95$) arasında son-test puanları lehine anlamlı fark vardır [$t(73)=41.773$, $p<.05$].

Tablo 13. Deney Grubu İçin T2 Ön ve Son-test Puanlarının İlişkili Örneklemeler t-Testi Sonuçları

T2	N	\bar{X}	S	Sd	t	P
Ön	74	3.88	4.43	73	41.773	.000
Son	74	33.72	4.95			

Öğrencilerin T1 ve T2'den aldıkları ortalama puanlar Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Grupların T1 ve T2 ön ve son-testlerinden aldıkları ortalama puanların dağılımına ilişkin grafik

Sonuç ve Tartışma

Araştırmada elde edilen bulgulara göre, açık uçlu T1 ön-test sorularında kontrol grubu öğrencileri deney grubu öğrencilerinden daha başarılıdır. Bu durumun sebebi araştırma kapsamında kontrol altına alınamayan bir durum olup, bazı öğrencilerin özel kurs merkezlerine gitmeleri, bu üniteyi daha önce görmüş olmaları ve araştırmanın ön-test uygulamasından önce benzer soruları çözmüş olmalarıdır. Uygulamalar sonrasında elde edilen T1 son-test puanlarına bakıldığında ise, bu kez deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı oldukları görülmektedir.

Çoktan seçmeli T2 ön-test sorularında iki grubun puanları birbirine denktir. Öte yandan, deney grubu öğrencilerinin T2 son-test puanları kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksektir. Buna göre, deney grubunun hem T1, hem de T2 son-test uygulamalarından aldıkları puanlar kontrol grubu öğrencilerinin puanlarından oldukça yüksektir. Bu durum yapılan STEM etkinliklerin altıncı sınıf öğrencilerinin başarılarının artmasında oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Bu durumun temel sebebinin, mühendislik tasarım süreci odaklı bütünlük STEM modelini kullanarak yaptıkları tasarımlar sayesinde öğrencilerin, her dersin sonunda ses konusunda en az bir bilimsel fikre ulaşmaları olduğu düşünülmektedir. Öğrenciler son derste, konuyla ilgili o zamana kadar edindikleri bilimsel bilgileri sentezleyerek kullanmış ve bir proje geliştirmişlerdir. Bu sayede öğrenmeleri pekişen öğrenciler hem çoktan seçmeli, hem de açık uçlu sorularda kontrol grubuna oranla daha büyük bir gelişme göstermişlerdir. Ayrıca deney grubundaki öğrenciler mühendislik tasarım sürecinde en iyi tasarımı yapabilmek için çeşitli deneyler yaparak karşılımlarına çıkan problemleri çözüp ses konusunu öğrenmişlerdir. Bu çalışmada deney grubunun daha başarılı olmasının bir nedeninin de yapılan STEM etkinliklerinde öğrencilerin, zamanlarının büyük bir kısmında aktif olarak denemeler ve tasarımlar yapmaları olduğu düşünülmektedir. Kontrol grubundaki etkinliklerde ise ayrılan

zamanın önemli bir kısmı alıştırma kitabındaki soruları cevaplandırmak için kullanılmıştır. Bunların yanı sıra, işbirlikli gruplar içerisinde çalışan öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonlarının arttığı, buna bağlı olarak başarılarının da arttığı bilinmektedir (Özer, 2005). Nitekim araştırma boyunca kontrol grubu öğrencilerinin öğrenme sürecinde bazen bireysel, bazen gruplar halinde çalıştıkları, deney grubu öğrencilerinin ise problemi çözmeye yönelik olarak yaptıkları tasarımları her zaman gruplar halinde gerçekleştirdikleri düşünüldüğünde; deney grubunun başarı düzeyinin artmasında grup halinde çalışmış olmalarının etkili olduğu sonucunu çıkarmak mümkündür.

Kontrol grubunun T1 ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı farklılık tespit edilmezken, deney grubu öğrencilerinin T1 son-test puanları ön-test puanlarından daha yüksektir. Öte yandan, T2'den elde edilen bulgulara göre her iki grupta bulunan öğrencilerin de son-test puanları ön-test puanlarından anlamlı ölçüde yüksektir. Buna göre deney grubu öğrencilerinin hem T1, hem de T2'ye ilişkin başarı düzeylerinde yüksek oranda bir artış görülürken, kontrol grubu öğrencilerinin T1'e ait başarı düzeylerinde anlamlı fark olmayıp, yalnızca T2'ye ilişkin başarı düzeyleri anlamlı ölçüde artmıştır. Buna göre, çoktan seçmeli sorularda yalnızca STEM etkinlikleri başarıyı arttırırken, açık uçlu sorularda hem öğretim programında bulunan etkinlikler, hem de STEM etkinlikleri öğrenci başarısını olumlu yönde etkilemiştir. Bu aslında beklenen bir durumdur. Çünkü öğrenciler ön-testte henüz öğrenmedikleri bir konuya ait soruları cevaplandırırken, uygulamaların ardından farklı yaklaşımlarla da olsa konuyu belirli bir ölçüde öğrenmişlerdir. Ancak bulgulara detaylı olarak bakıldığında açık uçlu sorularda da STEM etkinliklerinin öğretim programındaki etkinliklerden çok daha etkili olduğu görülmektedir. Bu durumun temel nedeninin deney grubu öğrencilerinin zamanın neredeyse tamamında aktif olarak denemeler ve tasarımlar yapmaları, kontrol grubu öğrencilerinin ise zamanın neredeyse yarısında alıştırma kitabındaki boşlukları doldurmaları; dolayısıyla kontrol grubu öğrencilerinin daha pasif durumda olmaları olduğu düşünülmektedir. Nitekim Dale'in (1969) yaşantı konisine göre, öğrenme işlemine katılan duyu organlarının sayısı ne kadar fazla ise o kadar iyi öğrenilir ve öğrenilen bilgiler de o kadar kalıcı olur. Buna göre, soyut kavramların somutlaştırılmasında öğrencinin pasif kaldığı, okuma, dinleme ve izleme gibi yollarla edindiği bilgiler yetersiz kalmakta, bu bilgiler ancak yaşantı yoluyla somutlaştırılabilmektedir. Bu anlamda, deney grubu öğrencilerinin öğrenme sürecinde daha aktif olmaları başarılarının artmasında önemli bir etkidir.

Mevcut çalışmada elde edilen bulgulara paralel olarak, mühendislik tasarım odaklı STEM uygulamalarının öğrencilerin başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşan çalışmalar mevcuttur (Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk, & Krysinski, 2008; Ercan & Şahin, 2015; Gülhan & Şahin, 2016; Wendell, 2011; Wendell & Lee, 2010; Wendell & Rogers, 2013). Örneğin Wendell ve Rogers'ın (2013) çalışmasında STEM etkinliklerinin beşinci sınıf öğrencilerinin çeşitli konulardaki başarı düzeyleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada ses konusuna ilişkin çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan son-test uygulamasında deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark saptanmazken; deney grubundaki öğrencilerin son-test puanları ön-test puanlarından anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Buna karşın, kontrol grubu öğrencilerinin ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Gülhan ve Şahin (2016) 12 hafta süren çalışmalarının deney grubunda Cunningham ve Hester (2007) tarafından geliştirilen "sor, hayal et, planla, yarat, geliştir" basamaklarından oluşan mühendislik tasarım sürecine uygun olarak hazırlanan STEM etkinliklerini

gerçekleştirmişlerdir. Mevcut araştırmaya paralel olarak bu çalışmada da deney grubu etkinlikleri gruplar halinde gerçekleştirilmiş olup, takip edilen mühendislik tasarım süreci basamakları Hynes ve arkadaşlarının (2011) geliştirmiş olduğu basamaklara oldukça benzerdir. Araştırmacılar uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Dolayısıyla mevcut çalışmada elde edilen bulguların, literatürdeki benzer araştırmaların sonuçları ile genel olarak uyum içinde olduğunu söylemek mümkündür.

Mühendislik tasarım odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinin altıncı sınıf öğrencilerinin ses konusundaki başarılarını olumlu etkilemesi, dikkate değer bir sonuçtur. Öğrencileri merkezi sınavlara hazırlama amacı ile konu anlatımından ziyade test çözmeye odaklanmış öğretmenler, STEM etkinliklerini zaman kaybı olarak görebilmektedirler (Gülhan & Şahin, 2016). Ancak bu araştırmanın öğrenci başarısındaki olumlu sonuçları, STEM etkinliklerinin fen bilimleri öğretim programında bulunan kazanımlara ulaşılmasında etkili olabileceğini göstererek bu etkinliklerin zaman kaybı olarak görülmesini engelleyebilir. Böylece öğretmenlerin farklı sınıf düzeylerinde mühendislik tasarım odaklı STEM etkinliklerinin uygulanmasına yönelik girişimlerini arttırabilir.

Yeni fen bilimleri öğretim programının “Ses ve Özellikleri” ünitesi için programda açıkça belirtilmiş olan STEM kapsamındaki tek kazanım “Sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yapar.” şeklindedir (MEB, 2018). Dolayısıyla bu çalışmada 2005 öğretim programında bulunan kazanımlara uygun olarak hazırlanan etkinliklerle öğretim gerçekleştirilmiş olsa da, çalışma kapsamındaki mühendislik tasarım süreci odaklı bütünleşik STEM etkinliklerine bakıldığında, 6, 7 ve 8. etkinliklerin STEM kapsamındaki bu kazanım ile yakından ilişkili olduğu ve bu anlamda çalışmanın güncelliğini koruduğu söylenebilir.

Öneriler

Bu çalışma kapsamında geliştirilen mühendislik tasarım süreci odaklı STEM etkinliklerinin fen bilimleri öğretmenlerine ve araştırmacılarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada elde edilen bulgular kapsamında şu önerilerde bulunulmuştur:

1. Bu araştırma 2013-2014 öğretim yılında uygulanmakta olan öğretim programının “Işık ve Ses” ünitesinin ses konusuna yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle mevcut çalışmada kullanılan STEM etkinlikleri 2018 yılı fen bilimleri öğretim programında bulunan “Ses ve Özellikleri” ünitesinin kazanımlarına uyarlanmalı veya yeni etkinlikler geliştirilmelidir.
2. Fenin matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesinin hedeflendiği yeni fen bilimleri öğretim programında mühendislik ve tasarım becerileri oldukça önem kazanmıştır. Dolayısı ile öğretmenlerin ve araştırmacıların ses konusu ile sınırlı kalmayıp diğer fen konularına göre de çeşitli STEM etkinliklerini uygulamaları ve uygulama sonuçlarını incelemeleri önerilmektedir.
3. Mevcut çalışmada mühendislik tasarım süreci odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrenci başarısı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ancak bilişsel özelliklerin yanı sıra duyuşsal özelliklere de önem verilmesi gerekmektedir. Nitekim güncellenen öğretim programında da “Eğitim sadece ‘bilme (düşünce)’ için değil, ‘hissetme (duygu)’ ve ‘yapma (eylem)’ için de verilir” ifadesi yer almaktadır (MEB, 2018, s. 7). Bu bağlamda, STEM etkinliklerinin

öğrencilerin tutum, motivasyon ve kaygı gibi duyuşsal özelliklerine etkilerinin incelendiği araştırmalar gerçekleştirilmelidir.

“Ses” Konusunun STEM Etkinlikleri ile Öğretiminin Başarıya Etkisi başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış, karşılaşılacak tüm etik ihlallerde **"Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Yayın Kurulunun"** hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederim.

Kaynakça

- Akgül, A., Uçar, M. K., Öztürk, M. M. ve Ekşi, Z. (2013). Mühendislik eğitiminin iyileştirilmesine yönelik öneriler, geleceğin mühendisleri ve işgücü analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 14-18.
- Bahar, M., & Polat, M. (2007). The science topics perceived difficult by pupils at primary 6-8 classes: Diagnosing the problems and remedy suggestions. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 7(3), 1113-1129.
- Barnett, G. M., Connolly, K., Jarvin, L., Rogers, C., Wendell, K. B., & Wright, C. (2008). Science through LEGO Engineering Curriculum Units: *Design a musical instrument: The Science of Sound*. Curriculum Resources 2008-2009 Edition, Tufts University Center for Engineering.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik ve test teorisi ve uygulaması*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Boopathiraj, C., & Chellamani, K. (2013). Analysis of test items on difficulty level and discrimination index in the test for research in education. *International Journal of Social Science & Interdisciplinary Research*, 2(2), 189-193.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Çepni, S. (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Dale, E. (1969). *Audio-visual methods in teaching*. (3rd Ed). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1986). *Essentials of educational measurement*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ercan, S. ve Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 128-164.
- Eshach, H., & Schwartz, J. L. (2006). Sound stuff? Naïve materialism in middle-school students' conceptions of sound. *International Journal of Science Education*, 28(7), 733-764.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw Hill.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. *Pegem Atıf İndeksi*, 283-302.
- Harwell, M., Moreno, M., Phillips, A., Guzey, S. S., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2015). A study of STEM assessments in engineering, science, and mathematics for elementary and middle school students. *School Science and Mathematics*, 115(2), 66-74.
- Hürcan, N. ve Önder, İ. (2012, Haziran). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde öğrendikleri fen kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirme durumlarının belirlenmesi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri. Niğde-Türkiye.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. National Center for Engineering and Technology Education, Retrieved December 5, 2018 from <http://ncete.org>.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.

- Mehalik, M. M., Doppelt, Y., & Schuun, C. D. (2008). Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71-85.
- MEB (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- NRC (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Özer, M. A. (2005). Etkin öğrenmede yeni arayışlar: İşbirliğine dayalı öğrenme ve buluş yoluyla öğrenme. *Bilig/Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi*, 35, 105-131.
- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS*. Buckingham: Open University Press.
- PISA (Programme for International Student Assessment) (2006). *Örnek fen soruları*. 23.10.2013 tarihinde, <http://pisa.meb.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Savran Gencer, A., Doğan, H., Bilen, K. ve Can, B. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45, 38-55.
- Sözen, M. ve Bolat, M. (2014). 11-18 yaş öğrencilerin ses hızı ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 505-523.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Boston: Pearson.
- TIMSS (the Trends in International Mathematics and Science Study) (2007). *Açıklanan 8. sınıf fen soruları*. 25.10.2013 tarihinde, <http://timss.meb.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- TIMSS (the Trends in International Mathematics and Science Study) (2011). *Açıklanan 8. sınıf fen soruları*. 22.10.2013 tarihinde, <http://timss.meb.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Timur, B., Timur, S., Özdemir, M. ve Şen, C. (2016). İlköğretim fen bilimleri dersi öğretim programındaki ünitelerin öğretiminde karşılaşılan güçlükler ve çözüm önerileri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(2), 389-402.
- Ulusoy, G. (2007). Disiplinlerarası araştırma ve eğitim. C. C. Aktan, (Ed.), *Değişim Çağında Yüksek Öğretim: Global Trendler -Paradigmatal Yönelimler* içinde (ss.389-398). Yaşar Üniversitesi, İzmir, ISBN 978-975-6339-10-7.
- Wendell, K. B. (2011). *Science through engineering in elementary school: Comparing three enactments of an engineering-design-based curriculum on the science of sound*. Doctoral dissertation, Tufts University.
- Wendell, K. B., & Lee, H. S. (2010). Elementary students' learning of materials science practices through instruction based on engineering design tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 580-601.
- Wendell, K. B., Connolly, K., Wright, C., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, İ. (2010). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. Paper presented at the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.
- Wendell, K. B., & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513-540.
- Wicklein, R. C. (2006). Five good reasons for engineering as the focus for technology education. *The Technology Teacher*, 65(7), 25-29.
- Yılmaz, M. M. (2015). *8. Sınıf öğrencilerinin ses konusundaki kavramlarla ilgili alternatif fikirlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Yılmaz, A., Gülgün, C. ve Çağlar, A. (2017). 7. sınıf öğrencilerine “Kuvvet ve Enerji” ünitesinin STEM uygulamaları ile öğretimi: Paraşüt, su jeti, mancınık, akıllı perde ve hidrolik iş makinası (kepçe) yapalım etkinliği. *Journal of Current Researches on Educational Studies*, 7(1), 97-116.

Ek 1. T1'e Ait Örnek Sorular

1. Dünya üzerindeki derin bir vadide bağırarak bir kişi, sesi çevredeki dağlardan yansıyor geri geldiğinde bir yankı duyacaktır. Ay üzerinde buna benzer bir vadiye yankı hiç duyulmayacaktır. Bu durumun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ay üzerindeki çekim kuvvetinin çok düşük olması
- B) Ay yüzeyindeki sıcaklığın çok düşük olması
- C) Ay üzerinde, sesin yayılmasını sağlayacak hava bulunmaması
- D) Ay üzerindeki dağların sesi yansıtması

7. Havası boşaltılmış cam fanus içinde çalan radyonun sesini duyamayan Ömer, daha sonra fanusun musluğunu açtığı anda radyonun sesini duyduğu _____ nu fark etmiştir. Yukarıdaki olayın nedeni;

- I- Ses katılarda, gazlardan daha hızlı yayılır.
 - II- Sesin yayılması için maddeye ihtiyaç vardır.
 - III- Ses boşlukta yayılmaz.
- bilgilerinden hangileri ile açıklanabilir?

- A) I-II
- B) I-III
- C) II-III
- D) I-II-III

13. Belediye başkanı, ilçesine bir spor salonu yaptırmak istiyor. Yaptıracağı spor salonunda sesin daha fazla yansımaları isteyen başkan, salon yüzeyini aşağıdakilerden hangisi ile kaplamalıdır?

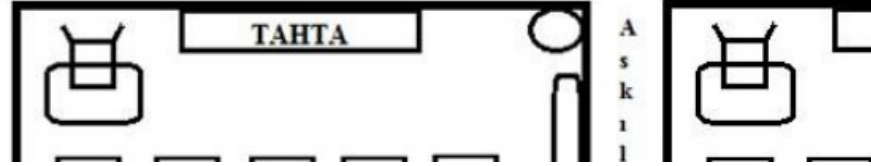
- A) Sert ve pürüzsüz yüzey
- B) Sert ve pürüzlü yüzey
- C) Yumuşak ve pürüzsüz yüzey
- D) Yumuşak ve pürüzlü yüzey

19. Aşağıdakilerden hangisi veya hangileri kapalı yerlerde yankı oluşumunu engellemek amacıyla yapılmaktadır?

- I-Ses kayıt stüdyolarının ses yalıtım süngeri ile kaplanması
- II-Konser salonlarında yan duvarların kırık çizgiler şeklinde inşa edilmesi
- III-İnşaatlarda kullanılan tuğlaların içinde hava kanalı bulunması
- IV-Tiyatro salonlarında sert malzemelerin kullanılması

- A) I-II-IV
- B) III-IV
- C) II-III-IV
- D) I-II-III

Ek 2. T1'e Ait Örnek Sorular

SORU 1 : BLOOM TAKSONOMİSİNDEKİ

1. Jale her ayın ilk Salı günü saat 09.00'da sınıfta desibelmetre ile ölçüm yapıyor. Yaptığı ölçümlerde sesin şiddetini Ocak ayında 37 db, Haziran ayında ise 53 db olarak kaydediyor. Bu durumun sebebini yukarıda verilen çizimleri inceleyerek açıklayınız.

5. Ece sınıfta ders dinlerken, öğretmeni sesini yükselttiğinde ve arkadaşları kendi aralarında konuştuğunda sınıftaki sesler birbirine karışıyor. Ece bu durumdan rahatsız oluyor ve dersi anlayamamaya başlıyor.

a) Ece'nin bu problemi sınıfın hangi özelliğinden kaynaklanmaktadır?

b) Ece'nin daha iyi ders dinleyebilmesi ve dersi anlayabilmesi için sınıfta ne tür değişiklikler yapılmalıdır? Tasarımınızı yazarak ve çizerek açıklayınız.

SORU 9 : BLOOM TAKSONOMİSİNDEKİ

9. Yukarıdaki çizimde Mine ve Seda'nın odalarının üstten görünümü verilmiştir. Mine ile Seda'nın odaları komşudur. Mine eliyle I numaralı bölgeye vurduğunda II numaralı bölgeye vurduğunda duyduğu sese oranla daha az ses duyuyor. Bu durumdan yola çıkarak ses ile ilgili nasıl bir sonuca ulaştınız? Neden?

15 : BLOOM TAKSONOMİSİNDEKİ

13. Yukarıdaki düzenek bir fanusun içindeki elektrik zilini göstermektedir. Elektrik zili açıktır ve zil sesi duyulmaktadır. Daha sonra fanusun içindeki hava pompalanarak boşaltılmaktadır. Fanusun içindeki hava pompalanarak boşaltıldığında zil sesi ne olur? Açıklayınız?

Extended Abstract

Introduction

Nowadays, technology-based science education is gaining importance, and one of the area-specific skills in Turkey’s science curriculum is engineering and design skills. Therefore, engineering design process-oriented activities are among the most important applications that should be preferred in science courses. There are nine steps in engineering design process: (1) problem is determined; (2) and investigated; (3) solution ideas for the problem are developed; (4) the best idea(s) is chosen in terms of practicability, economy and materials; (5) a prototype for the solution was built; (6) whether the prototype really solved problem and selected material is suitable for prototype is checked; (7) prototype is presented and feedback is received from other groups; (8) any steps required are repeated; (9) a decision is reached (Hynes vd., 2011).

Although several studies have shown that engineering design process-oriented STEM applications have a positive effect on middle school students’ science achievement (e.g. Harwell et al., 2015; Yılmaz, Gülgün & Çağlar, 2017), a limited number of studies examined the effects of these activities on the achievement regarding sound concept (e.g. Gülhan & Şahin, 2016). However, the students’ misconceptions and knowledge deficiencies about sound subject are high (e.g. Sözen & Bolat, 2014; Yılmaz, 2015). Therefore, this study aims to investigate whether using engineering design process-oriented STEM activities in teaching of sound subject has an effect on sixth grade students' achievement.

Method

In the study, pretest-posttest control group design was used. The study group consisted of 158 sixth grade students and 4 science teachers. There are 74 students in experimental group, and 84 students in control group. Two tests (T1 and T2) were developed to measure students' achievement in accordance with 12 learning outcomes. There are 19 multiple-choice questions in T1 and 14 open-ended questions in T2. In order to ensure test validity, three science experts views were taken about the appearance and classification of the questions, content and readability, figures and graphics; and the necessary changes were made accordingly. 144 sixth grade students and 3 teachers participated in pilot study. Firstly, item analysis was applied to ensure construct validity. The majority of items had a moderate difficulty and very high distinctiveness levels. Having KR-20 reliability of 0.86, T1 was found as reliable. Lastly, inter-rater reliability of T2 (94%) was categorized as almost perfect. Thus, no item was removed from both of the tests.

The activities conducted for two weeks were recorded through an observation form. The control group students followed instructions in textbook and worked individually or in groups depending on the activity. They usually listened to the teacher, done experiments using simple materials rather than measurement tools, and reached indirect results. The activities were poor in terms of scientific process skills, and did not contain life, and engineering and design skills. However, in STEM activities which are rich in terms of scientific process, life, and engineering and design skills; students made unique designs to solve problem in groups, and made measurements using sound sensor. In interdependent activities, students collected data by

making direct measurements, drawn and interpreted graphs, and programmed robots. Independent samples and paired-samples t-tests were applied for the analyses.

Results

According to independent samples t-test results, a significant difference between T1 pretest scores was found in favor of control group. The eta-squared was 0.131. Also there is a significant difference between T1 posttest scores in favor of experimental group. The eta-squared was found as 0.223. Accordingly, being in experimental/control group had a moderate effect on T1 pretest scores, while it had a high effect on T1 posttest scores.

While there was no significant difference between T2 pretest scores of the groups, there was a significant difference between T2 posttest scores in favor of experimental group. The eta-squared, 0.131, indicated that being in experimental/control group had a high effect on T2 posttest scores.

According to paired-samples t-test results, there was no significant difference between control group students' T1 pretest and posttest scores, but there was a significant difference between experimental group students' T1 pretest and posttest scores. Lastly, there was a significant difference between T2 pretest and posttest scores of control group students and experimental group students.

Discussion

According to the results, there was a high increase in T1 and T2 achievement levels of experimental group students, while control group students' achievement levels significantly increased only in T2. Accordingly, only STEM activities in multiple-choice questions, and both curriculum and STEM activities in open-ended questions positively affected students' achievement. This was an expected result since students answered pretest before the activities were conducted, but in posttest, they had learned the subjects.

According to the results, experimental group students' posttest scores were significantly higher than the posttest scores of control group students. The reason may be that at the end of each course, experimental group students reached at least one scientific idea and developed a project by synthesizing all the scientific knowledge they have learned about the subject. In addition, these students were more active during the process than control group students. Moreover, it is known that motivation and achievement increase by working in groups (Özer, 2005), and in this study, experimental group students always worked in groups. Therefore, this situation may have an effect on increasing experimental group students achievement. In parallel with these findings, many studies concluded that engineering design-oriented STEM activities increase student achievement (e.g. Ercan & Şahin, 2015; Gülhan & Şahin, 2016; Wendell & Rogers, 2013).

Lastly, it can be said that 6th, 7th and 8th engineering design process-oriented STEM activities are closely related to the STEM learning outcome for "Sound and its Properties" unit of the new curriculum. The other activities included in this study also provide many learning outcomes in the new curriculum. Thus, the study is still up-to-date in this sense.

Suggestions

The following recommendations were made based on the findings:

1. This research was carried out for the sound subject of “Light and Sound” unit of the teaching program in 2013-2014 academic year. Therefore, the STEM activities used in the present study should be adapted or new activities should be developed for the “Sound and Its Properties” unit in 2018 science curriculum.
2. Engineering and design skills gained importance in the new science curriculum which aims to integrate science with mathematics, technology and engineering. Therefore, it is suggested that teachers and researchers should apply various STEM activities according to other science subjects and examine the results of their application.
3. In the present study, the effects of engineering design process-oriented STEM activities on student achievement were investigated. However, the attention should be paid to the cognitive characteristics as well as the affective characteristics. In this context, the effects of STEM activities on affective characteristics such as attitude, motivation and anxiety should also be investigated in the future studies.