



STEM Uygulamalarına Yönelik Öğretmen Görüşlerinin İncelenmesi

Bekir YILDIRIM ¹

Öz

Bu çalışmanın amacı, STEM uygulamalarına derslerinde yer veren öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik görüşlerini tüm boyutları ile ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, araştırmancın çalışma grubunu Türkiye'nin farklı illerinde görev yapmakta olan 6 öğretmen oluşturmuştur. Çalışma kapsamında, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak 7 sorudan oluşan "STEM Öğretmen Görüşme Formu (SÖGF)" kullanılmıştır. Nitel veriler sonucunda elde edilen veriler ışığında, öğretmenlerin kendilerini alan bilgisi konusunda yeterli hissetmedikleri, iyi bir STEM öğretmeninde alan, pedagoji, mühendislik ve entegrasyon bilgisi olması gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca STEM uygulamaları sırasında proje tabanlı öğrenme, araştırma temelli öğrenme ve probleme dayalı öğrenme gibi strateji ve yöntemlerin kullanılması gerektiği üzerinde durulmuştur. Elde edilen bu sonuçlar ışığında, öğretmenler ile ilgili yapılacak başka çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

STEM
Öğretmen
Nitel

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 27.12.2017
Kabul Tarihi:02.01.2018
E-Yayın Tarihi: 29.03.2018

Research on Teacher Opinions on STEM Practices

Abstract

The aim of this study is to present the opinions of teachers who have integrated STEM practices in their lessons with all dimensions. For this purpose, 6 teachers who are working in different cities of Turkey have formed the study group of the research. Within the scope of the study, case study method was used among qualitative research methods. "STEM Teacher Interview Form (SÖGF)" consisting of 7 questions was used as data collection tool. In the light of the data obtained as a result of qualitative evaluation, teachers emphasized that they do not have enough knowledge about the field they are acquainted with, that a good STEM teacher should be sufficient in pedagogy, engineering and integration. It is also emphasized that strategies and methods such as project based learning, research based learning and probing solving based learning should be used during STEM applications. In the light of these results, suggestions were made for future studies about teachers.

Keywords

STEM
Teacher
Qualitative

Article Info

Received: 12.27.2017
Accepted: 01.02.2018
Online Published: 03.29.2018

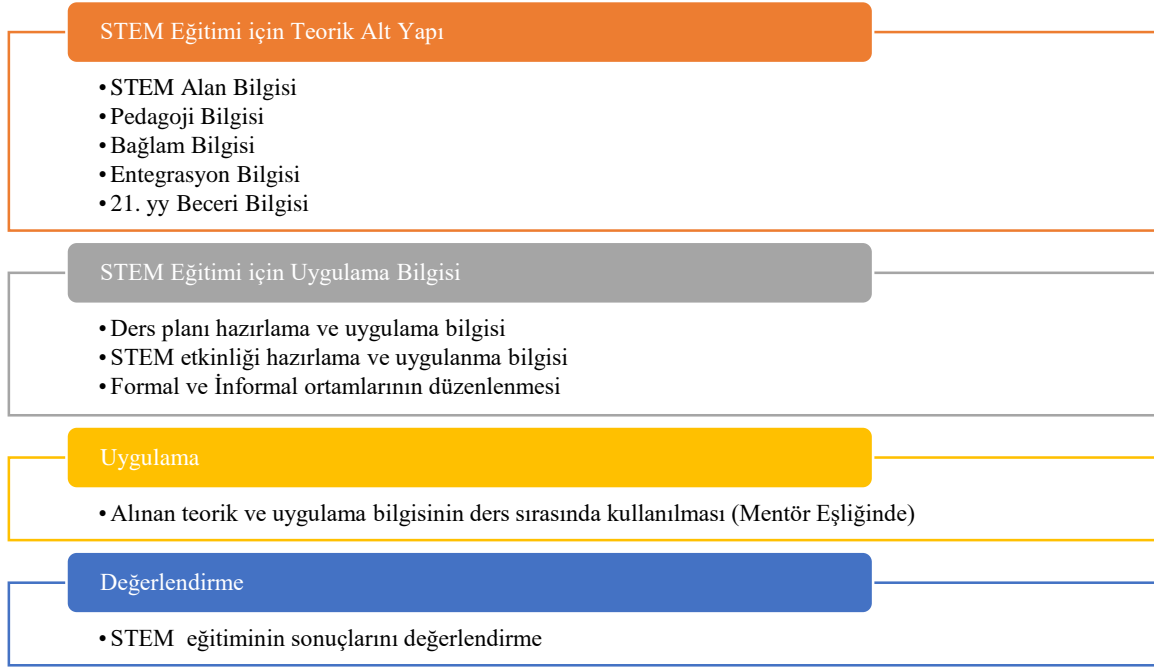
¹ Yrd.Doç.Dr., Muş Alparslan Üniversitesi, Türkiye, bekir58bekir@gmail.com

Giriş

STEM eğitimi, son yirmi yıla damgasını vuran ve 21. yy iş dünyası için gerekli bilgi ve becerilerin kazandırılmasında etkili olan bir eğitim yaklaşımıdır. STEM “Science”, “Technology”, “Engineering” ve “Mathematics” kelimelerinin baş harflerinden oluşmuş bir kısaltmadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). İlk kez 2001 yılında Judith Ramaley tarafında söylenmiş ve ABD’de ortaya çıkmıştır (Teaching Institute for excellence in STEM, 2010; Yıldırım ve Altun, 2014; Zollman, 2012). STEM bu kelimelerin bir kısaltması gibi dursa da aslında bir kısaltmadan daha çok kapsamlı bir anlam içermektedir. STEM eğitimi, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının entegre bir şekilde verildiği, bu disiplinlerin günlük yaşamla ilişkilendirilerek 21. yy becerileri ile desteklendiği eğitim yaklaşımıdır (Yıldırım ve Altun, 2014; Yıldırım, 2016). Bugün birçok ülkede STEM eğitimi farklı şekillerde uygulanmakta ve bu konuda birçok çalışma yapılmaktadır (Banks ve Barleks, 2014; MEB, 2016). STEM eğitimi ile ilgili olarak bu kadar çalışma yapılmasının birçok önemli nedeni bulunmaktadır. STEM eğitiminin sanayi-okul bağlantısını kurması, disiplinlerarası çalışmaya imkan vermesi, öğrenilen bilgilerin günlük yaşamla karşılığın yer alması, mesleki eğitime önem vermesi ve 21. yy iş dünyası için gerekli beceri ve donanımları içinde barındırması bulunmaktadır (American Institute of Physics [AIP], 2015; Banks ve Barleks, 2014). Ayrıca STEM eğitiminin uluslararası PISA/TIMSS sınavlarında başarının artmasını sağlaması, fen, matematik ile teknoloji okuryazarlığı geliştirmesi, ekonomik ve teknolojik ilerlemeyi sağlaması gibi nedenlerden dolayı STEM eğitimi önemlidir (Dugger, 2010). STEM eğitimi önemli olsa da STEM eğitiminin iyi bir felsefi temele oturtulması gerekmektedir. Çünkü, felsefi temelleri iyi oluşturulmamış bir STEM eğitiminde başarılı sonuçları elde edilmeyebilir.

STEM eğitimi farklı disiplinlerin entegre bir şekilde verildiği eğitim yaklaşımıdır (Zollman, 2012). Bu eğitim yaklaşımında önemli olan farklı disiplinlerin entegre bir şekilde bir arada verilmesidir. Program entegrasyon süreci John Dewey ve Kalpitrick gibi eğitimcilerin görüşleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Bu eğitimcilerin görüşleri incelendiğinde, öğrenci merkezli, hayatla bağlantılı ve disiplinler arası olması gerektiğini savunmaktadırlar. Bu düşünceler bugün eğitim felsefelerinden ilerlemeci eğitim felsefesinin temellerini de oluşturmaktadır (Yıldırım, 2016). Bu açıdan bakıldığında, STEM eğitiminin temellerini ilerlemeci eğitim felsefesi oluşturduğu söylenebilir (Selvi ve Yıldırım, 2017).

Eğitim felsefesi, verilecek olan bir eğitimin hedeflerinin belirlenmesinde, belirlenen hedeflerin bireysel ve toplumsal olarak uygunluğunun denetlenmesinde ve eğitim uygulamalarının niteliğinin belirlenmesinde aktif rol oynamakla birlikte eğitime bütüncül ve tutarlı bir bakış açısı oluşturmaktadır (Sözer, 2008). Bu açıdan bakıldığında yapılacak olan eğitimin amaçları, içeriği ve öğretme-öğrenme süreçleri belirlenen eğitim felsefesine göre şekil almakta ve programlar bu eğitim felsefesine göre oluşturulmaktadır. Oluşturulan program doğrultusunda öğretim içerikleri düzenlenmekte ve öğretmen aracılığı ile işe koşulmaktadır. Bu durumda oluşturulan içeriğin işe koşulmasında öğretmenin büyük etkisi vardır. Başka bir deyişle oluşturulan STEM uygulamalarının derse koşulmasında öğretmenlere büyük görev düşmektedir. Öğretmenlerin de üzerine düşen görevi yeterine getirebilmeleri için eğitim vereceklerine alana ilişkin yeterli alan bilgisi, pedagojisi ve bağlam bilgisi olması gerekmektedir (Shulman, 1986). Benzer şekilde iyi bir STEM eğitiminin verilmesi için öğretmenlerin de STEM eğitimine tüm boyutları ile hakim olması gerekmektedir. Diğer bir deyişle, STEM pedagojik alan (STEM PAB) bilgisini iyi bir şekilde bilmelidir. STEM PAB’ı tüm boyutları ile iyi bilen öğretmen STEM eğitimini rahatça sınıfta uygulayabilecektir (Yıldırım, 2017). Öğretmenler tarafından STEM PAB’ın bilinmesi yeterli değildir. Dahası öğretmen STEM uygulamalarını iyi bir şekilde planlamalı, tasarlamalı ve uygulamalıdır. Bu açıdan bakıldığında, eğitim fakültelerine önemli bir görev düşmektedir. Eğitim fakülteleri, geleceğin öğretmenlerini yetiştiren kurumlardır (Kabaran ve Uşun, 2017). Bu yüzden STEM eğitimi konusunda yeterli donanım ve beceri ile yetişmiş öğretmenlerin yetiştirilmeleri için STEM eğitimine yönelik olarak bir programın oluşturulması önemlidir. Bu çalışma kapsamında öğretmen eğitimleri için “Entegre STEM Öğretimi için yol haritası” Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Entegre STEM öğretimi için yol haritası

Öğretmenlerin STEM eğitimini etkili bir şekilde sınıflarında uygulayabilmeleri için STEM eğitiminin felsefi temellerini, teorik alt yapısını ve uygulama bilgisini iyi bir şekilde bilmesi gerekmektedir. Dahası öğretmenler mentörler eşliğinde STEM uygulamaları sınıflarında uygulamalı ve yaptığı uygulamaları değerlendirmesini yaparak uygulamalar sırasında yaşanan eksiklikleri tespit etmelidir. Ayrıca bu süreç Milli Eğitim Bakanlığının STEM eğitimi konusunda öğretmenlere vereceği hizmetiçi eğitimlerin nasıl olması gerektiğini göstermesi ve YÖK'ün Eğitim Fakülteleri bünyesinde STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesi için hazırlanacak olan müfredata yol göstermesi açısından önemlidir. Entegre STEM Öğretimi için ilk olarak STEM Eğitimi teorik alt yapısının öğretilmesi gerekmektedir. Diğer bir deyişle STEM PAB öğretilmelidir (Yıldırım, 2017).

STEM Alan bilgisi, Bilim (Fen Bilimleri ve Beşeri Bilimler), Teknoloji (Var olan teknolojik ürünler (Bilgisayar, Robotik ürün içerikli eğitimler ve yeni teknolojik araç gereçlerin oluşturulma süreci ile ilgili bilgileri), Mühendislik ve Matematik alanları ile ilgili bilgilerin öğretilmesini içermektedir. Pedagoji bilgisi, Eğitim fakültesinde öğretmen eğitiminde verilen “Rehberlik, Sınıf Yönetimi, Öğretim İlke ve Yöntemleri gibi” tüm eğitimleri içermektedir. Özellikle “Öğretim İlke ve Yöntemleri” dersi kapsamında Proje tabanlı öğrenme, Probleme dayalı öğrenme, Bağlam temelli öğrenme, Argümantasyon tabanlı öğrenme, 5E öğrenme modeli, STEM SOS modeli ve tam öğrenme kuramları ile STEM eğitimi arasında bağlantı sağlanmalıdır. Bu yöntem ve stratejiler STEM eğitiminde en çok kullanılanlardır (Capraro, Capraro ve Morgan, 2013; Dass, 2015; Han, Capraro ve Capraro, 2014; Selvi ve Yıldırım, 2017; Yıldırım ve Selvi, 2017). Bağlam bilgisi verilen STEM eğitiminin çevre ile olan bağlantısının kurulmasını içermektedir. 21. yy beceri bilgisi ise, “Yaşam ve Meslek Becerileri”, “Öğrenme ve Yenilenme Becerileri” ile “Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerilerini” kapsamaktadır (Partnership for 21st Century Skills, 2009). Entegrasyon bilgisi ise, diğer dört bilginin bir arada verilmesi için gerekli bilgileri içermektedir (Yıldırım, 2017a). Kısacası, STEM eğitimi konusunda hazırlanacak olan hizmetiçi eğitimlerde buna dikkat edilmesi gerektiği gibi YÖK tarafından açılacak olan STEM Öğretmenliği bölümleri için ise, bu teorik bilgilerin yer aldığı bir müfredatın hazırlanması gerekmektedir.

Entegre STEM Öğretimi için ikinci olarak STEM Eğitimi için uygulama bilgisi verilmelidir. Uygulama bilgisi kısmı ders planı hazırlama, kazanım yazma, STEM etkinliği hazırlama ve uygulama bilgisi ile formal ve informal eğitim ortamlarının düzenlenmesi bilgilerini içermektedir (Yıldırım, 2017b). Bu aşama STEM eğitimin uygulanmasında önemli bir aşamayı içermektedir. Çünkü teorik bilginin uygulamaya döküldüğü ilk kısmı bu aşamadır. Özellikle öğretmenlerin STEM eğitimine uygun ders planı hazırlama, kazanım yazma ve etkinlik oluşturma ile ilgili bilgileri bilmeleri önem arz

etmektedir. Bunun yanında öğretmenlerin STEM eğitimini sınıflarında uygulaması ve sonuçlarını değerlendirmesi gerekmektedir. Özellikle eğitim fakültelerinde verilecek olan STEM eğitiminde öğretmen adaylarının bir yıllık bir süreç boyunca okullarda mentörler eşliğinde eğitim almaları sağlanmalı ve bu eğitimlerin arkasından fakültelerine geri gelip eksiklerini ortadan kaldırdıktan sonra mezun olmalıdırlar. MEB hizmetiçi eğitimler kapsamında STEM eğitimini verecek ise bu eğitimleri verdikten sonra pilot okullarda eğitimleri vermeli ve süreci takip etmelidir. Kısacası, bir STEM eğitiminin verilmesi için teorik ve uygulama bilgisi verilmelidir. Verilen eğitimlerin uygulanması ve değerlendirilmesi süreçlerini içermektedir.

Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı verilen STEM eğitimini derslerinde uygulayan öğretmenlerin STEM uygulamaları yönelik görüşlerini tüm boyutları ile ortaya koyabilmektir. Bu amaç doğrultusunda “STEM eğitimini derslerinde uygulayan öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik görüşleri nelerdir?” problem cümlesi oluşturulmuştur.

Yöntem

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye'nin farklı illerinde görev yapmakta olan STEM eğitimi almış ve gönüllü olarak çalışmaya katılan 6 öğretmen oluşturmaktadır. Bu öğretmenlerin 4'ü bayan öğretmenlerden oluşurken 2'si erkek öğretmenler oluşturmaktadır. Bu öğretmenlerin deneyimleri incelendiğinde 1 ile 5 yıl arasında değiştiği görülmektedir. Öğretmenlerin branşları incelendiğinde ise 4'ünün fen bilimleri öğretmeni olduğu geri kalan 2 öğretmenin ise, matematik öğretmeni olduğu tespit edilmiştir. Çalışma grubunda yer alan öğretmenlerin isimlerinin belli olmaması için etik kurallar doğrultusunda Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6 şeklinde rumuzlar verilmiştir.

Araştırma metodu

Çalışma kapsamında, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışması, bir konu ya da durumun belli bir zaman sürecinde derinlemesine incelenmesini sağlayan nitel bir araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2003). Dahası bir durumun tüm boyutları ile ayrıntılı bir şekilde incelenmesine imkan veren bir yaklaşımdır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışma kapsamında veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen “STEM Öğretmen Görüşme Formu (SÖGF)” kullanılmıştır. SÖGF araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Sorular oluşturulurken literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonrasında 8 sorudan oluşan SÖGF deneme formu oluşturulmuştur. SÖGF deneme formu STEM eğitimi alanında çalışması olan iki uzmana sorulmuştur. Uzmanlar görüşleri doğrultusunda bu sorular gözden geçirilmiştir. Bu işlemin arkasından 1 soru çıkartılmış ve yarı yapılandırılmış görüşme formuna son hali verilmiştir. Son hali verilen görüşme formu bir öğretmene pilot çalışma olarak uygulanmıştır. Uygulama neticesinde birkaç düzeltme yapılmıştır. Düzeltmeler sonucunda SÖGF'ye son hali verilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada nitel veri kaynağı olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Nitel veriler öğretmenler ile yapılan görüşmeler sonucunda oluşturulmuştur. Görüşme yapmanın temel amacı, konuya ilişkin derinlemesine, detaylı ve çok boyutlu nitel bilgi elde etmektir (Glesne, 2014). Bu çalışmada öğretmenler ile yapılan görüşme sonucunda 70 dakikalık ses kaydı oluşturulmuştur. Araştırmacı ses kayıtlarını yazıya döktükten sonra verilerin analizine geçilmiştir.

Elde edilen verilerin analizi ve yorumu üç aşamalı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Veriler analiz edilirken ses kayıtlarına ilişkin transkriptler oluşturulmuştur. Yazıya dökülen ses kayıtlarında yola çıkarak içerik analiz yapılmıştır. En son aşamada veriler tablolastırılarak yorumlanmıştır. Analizler

sonucunda bilimsel etiğe dikkat etmek ve kişilerin isimlerinin saklı tutulması için bireylere kodlar verilmiştir. Bu kodlar Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5 ve Ö6 şeklinde devam etmektedir.

Veri Toplama Süreci ve Aşamaları

Bu çalışma iki aşamada gerçekleşmiştir. İlk aşamada STEM eğitimi almak isteyen gönüllü 18 öğretmen seçilmiştir. Seçilen bu öğretmenlere 2016-2017 eğitim-öğretim yılı ara tatilinde 40 saatlik STEM eğitimi verilmiştir. Bu eğitim boyunca öğretmenlere STEM eğitimi kapsamında STEM eğitimi ile ilgili genel bilgiler, Entegrasyon bilgisi, STEM öğretme-öğrenme süreçlerinin neler olduğu ve ders planı nasıl hazırlanması gerektiğine ilişkin bilgiler verilmiştir. Bunun yanında öğretmenler ile birlikte örnek STEM uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu eğitim sonrasında STEM eğitimini alan ve STEM eğitimine devam etmekte gönüllü 10 öğretmen ile görüşme yapılmıştır.

İkinci aşamada ise, STEM eğitimi alan ve uygulamaları derslerinde gerçekleştirmek isteyen 6 gönüllü öğretmen 2016-2017 eğitim-öğretim yılı bahar dönemi boyunca izlenmişlerdir. İzleme sonucunda, derslerinde STEM uygulamalarına yer veren öğretmenler ile tekrar bir görüşme yapılmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu yardımıyla öğretmenler ile tekrar görüşme yapılmıştır. Bu yüzden oluşturulan tablolarda öğretmen görüşleri “Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası” olmak üzere iki şekilde ifade edilmiştir. Uygulama öncesi görüşler, Uygulama öncesinde verilen STEM eğitimi sonrasında elde edilen görüşleri ifade ederken Uygulama sonrası görüşler ise aldıkları STEM eğitimini derslerinde uyguladıktan sonra öğretmenlerle yapılan görüşler oluşturmaktadır.

Bulgular

Bu kısımda öğretmenler ile yapılan görüşme sonrasında elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bulgulara belli bir sıra ve düzen içerisinde yer verilmiştir.

Tablo 1. “STEM uygulamaları sırasında yaşadığınız problemler nelerdir?” sorusuna ilişkin öğretmen görüşleri

Uygulama Öncesi	f	Uygulama Sonrası	f
Müfredatın uygun olmaması	3	Gruplar arası rekabetin oluşması	5
Disiplinlerin ilişkilendirilmemesi	2	İlgi eksikliği	4
Sınıf mevcudu	2	Disiplinlerin ilişkilendirilememesi	3
Sınıfın fiziki yapısı	1	Sınıfın fiziki yapısı	3
Zaman	1	Zamanın yeterli olmaması	2
Ekonomik sıkıntılar	1	Müfredat kaynaklı problemler	2
Ön öğrenmeler	1	Gürültü oluşması	1
		Günlük yaşamla ilişkilendirilmemesi	1
		Gruplarda baskın öğrencilerin yer alması	1
		Yeterli materyallerin olmaması	1

* Görüşmelerde öğretmenler birden fazla cevap vermiştir.

Tablo 1 incelendiğinde, uygulama öncesinde öğretmenler STEM uygulamaları sırasında karşılaşılabilecek problemlere ilk üç cevap olarak müfredatın uygun olmaması, disiplinlerin ilişkilendirilememesi ve sınıf mevcudu vermişlerdir. Ancak aynı öğretmenler sınıflarında STEM uygulamalarını yaparken karşılaştıkları problemleri sıralarken uygulamalarda gruplar arası rekabetin oluşması, öğrencilerin ilgi eksiklikleri, disiplinlerin ilişkilendirilememesi ve sınıfın fiziki yapısının uygun olmayışını ifade etmişlerdir. Uygulama öncesine göre, STEM uygulamalarını derslerinde uyguladıktan sonra öğretmenlerin cevaplarının farklılaştığı görülmektedir. Tablo incelendiğinde, öğretmenlerin STEM uygulamaları öncesinde tahmin edemedikleri farklı problemler ile de karşılaştıkları görülmektedir. Öğretmenlerin görüşleri incelendiğinde, öğretmenlerin görüşlerinde Uygulama öncesine göre farklılıkların olduğu görülmektedir. STEM uygulamaları sırasında yaşadığınız problemler nelerdir? sorusuna ilişkin örnek öğretmen görüşleri aşağıda verilmiştir. Bunlar:

Ö1: STEM uygulamalarının bazı öğrencilerin ilgilerini çekmiyor. Bu yüzden öğrenciler uygulamalarla uğraşmak yerine konuşmayı ve diğer grupları gezmeyi tercih ediyorlar.

Ö2: Sınıf ortamı grup çalışmasına uygun olmadığından gürültü olmasına neden olmaktadır.

Ö3: Materyallerin eksik olması, araştırma yapmak için sınıflarda bilgisayarların olmayışı uygulamaların yapılmasını engellemektedir.

Ö4: Sınıfların kalabalık olması STEM uygulamalarının yapılmasına engel olmaktadır.

Uygulama öncesi ve sonrası öğretmenlere bir STEM öğretmeni nasıl olmalıdır sorusu sorulmuştur. Sorulan soruya ilişkin elde edilen bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. “Bir STEM öğretmeni nasıl olmalıdır?” sorusuna ilişkin öğretmen görüşleri

Uygulama Öncesi	f	Uygulama Sonrası	f
STEM Alan Bilgisi	6	STEM Alan bilgisi iyi olmalı	5
Pedagoji Bilgisi	5	Pedagoji Bilgisi	4
Entegrasyon bilgisi	4	Entegrasyon bilgisi	2
21 yy beceri bilgisi	2	21. yy yaşam beceri bilgisi	1
Etkili iletişim	1	Mühendislik bilgisi	1
		Uygulamaları önceden yapmalı	1
		Sabırlı	1
		Yaratıcı	1
		Zamanı iyi kullanmalı	1

* Görüşmelerde öğretmenler birden fazla cevap vermiştir.

Tablo 2 incelendiğinde, Uygulama öncesi öğretmenlerin tamamı bir STEM öğretmeninde STEM alan bilgisi olması gerektiği cevabını vermiştir. Bu cevabı sıra ile pedagoji bilgisi, entegrasyon bilgi izlemektedir. Aynı öğretmenlere, STEM uygulamalarını derslerinde uyguladıktan sonra aynı soru sorulmuştur. Bunun üzerine öğretmenlerin çoğunluğu iyi bir STEM öğretmeninde, STEM alan bilgisi olmalıdır cevabını vermiştir. Bu cevabı sırayla pedagoji bilgisi ve entegrasyon bilgisi izlemektedir. Ancak STEM eğitimi sonrasında öğretmenlerin verdikleri cevaplarının sayısı ile derslerinde STEM uygulamalarını yaptıktan sonra verdikleri cevaplar açısından bir farklılık olduğu ve bu farklılığın temelinde ise STEM uygulamalarının yapılması sırasında görüldüğü ifade edilebilir. Öğretmenlerin görüşleri incelendiğinde, öğretmenlerin görüşlerinde Uygulama öncesine göre farklılıkların olduğu görülmektedir. Bir STEM öğretmeni nasıl olmalıdır? sorusuna ilişkin örnek öğretmen görüşleri aşağıda verilmiştir. Bunlar:

Ö3: İyi bir STEM öğretmeni günlük yaşamla bağlantı kurup öğrencilerin yaratıcılıklarına hitap edendir.

Ö4: Bilgilerini öğrencilerin düzeyine indirebilecek ve onlara öğretebilecek kadar becerikli olmalıdır.

Ö5: STEM uygulamalarını gerçekleştirebilecek kadar alana hakim olmalıdır. Örneğin mühendislik dizayn süreçlerini iyi bilmeli, teknolojiyi iyi bir şekilde derse entegre edebilmelidir.

Ö6: STEM uygulamalarını sınıfta yapmadan önce uygulamaları önceden yapmalı ve uygulamalardaki eksikler ile hataları görmelidir.

Tablo 3. “STEM alan bilginizin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusuna ilişkin öğretmen görüşleri

Görüşler	Uygulama Öncesi		Uygulama Sonrası	
	f		f	
Hayır	3		6	
Evet	1		-	
Kısmen	2		-	

* Görüşmelerde öğretmenler birden fazla cevap vermiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, uygulama öncesi öğretmenlerin yarısı STEM alan bilgisinin yeterli olmadığını, öğretmenlerden %33,34’ünün kendini kısmen yeterli hissettiğini ve bir öğretmenin ise STEM uygulamalarını sınıfta yeterli uygulayabilecek alan bilgisine sahip olduğunu dile getirmiştir. Ancak uygulama sonrası yapılan görüşmeler sonucunda öğretmenlerin tamamı kendini yetersiz hissettiğini ifade etmişlerdir. Bunun üzerine öğretmenlere hangi konuda eksik oldukları sorulmuştur. Öğretmenlerin bu soruya verdikleri ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Öğretmenlerin görüşleri incelendiğinde, öğretmenlerin görüşlerinde Uygulama öncesine göre farklılıkların olduğu görülmektedir.

Tablo 4. “Hangi konuda eksik olduğunuzu düşünüyorsunuz?” sorusuna ilişkin öğretmen görüşleri

Görüşler	Uygulama Sonrası f
Mühendislik eğitimi	4
Matematik ve Mühendislik eğitimi	2
Fen ve Mühendislik eğitimi	2

*Görüşmelerde öğretmenler birden fazla cevap vermiştir.

Tablo 4 incelendiğinde, öğretmenlerin çoğunluğu mühendislik eğitimi konusunda bilgi eksiklerinin olduğunu, bazı öğretmenler matematik ve mühendislik eğitimi konusunda eksiklerin olduğunu ifade ederken bazıları ise, fen ve mühendislik alanında eksiklerin olduğunu ifade etmişlerdir. STEM alan bilgisi eksikliğine ilişkin örnek öğretmen görüşleri aşağıda verilmiştir. Bunlar:

Ö1: Uygulamalar sırasında matematik alanında bazı konuları unuttuğumu ve yeterli düzeyde bilmediğimi fark ettim. Dahası mühendislik eğitimi konusunda da eksiklerim bulunmaktadır.

Ö6: Ders sırasında özellikle fen konularının ilişkilendirilmede eksiklikler yaşadım. Bunun yanında bir mühendislik eğitimi nasıl verilmeli bu konuda da eksiklerimin olduğunu düşünüyorum.

Öğretmenlere STEM uygulamaları sırasında derslerinde kullandıkları strateji, yöntem ve teknikler sorulmuştur. Öğretmenlerin kullandıkları bu strateji, yöntem ve tekniklere ilişkin görüşleri tabloda verilmiştir.

Tablo 5. “STEM uygulamaları sırasında derslerde kullandığınız strateji, yöntem ve teknikler nelerdir?” sorusuna ilişkin öğretmen görüşleri

Uygulama Sonrası	f
Probleme dayalı öğrenme	5
Proje tabanlı öğrenme	4
Anlatım	3
Sunuş yoluyla öğrenme	1
Soru-cevap	1
Araştırma-inceleme yoluyla öğrenme	1

* Görüşmelerde öğretmenler birden fazla cevap vermiştir.

Tablo 5 incelendiğinde, öğretmenler derslerinde STEM uygulamaları gerçekleştirirken en çok probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme ve anlatım yöntemini kullanmışlardır. Bunun yanında soru-cevap tekniği, sunuş ve araştırma-inceleme yoluyla öğrenme stratejilerini kullandıkları görülmektedir. STEM uygulamaları sırasında kullandığınız strateji, yöntem ve teknikler nelerdir? sorusuna ilişkin örnek öğretmen görüşleri aşağıda verilmiştir. Bunlar:

Ö2: Konuya ve uygulamalara göre STEM uygulamaları sırasında kullandığım strateji, yöntem ve teknik değişmektedir.

Ö3: STEM uygulamaları sırasında Probleme dayalı öğrenme yöntemini özellikle kullanıyorum. Çünkü Mühendislik dizayn süreçleri bir problemle başlamakta ve devam etmektedir.

Ö4: Araştırma-incelemeye daha uygundur. Öğrenciler yapacakları çalışmalarını kendileri araştırmakta ve bilgisayar üzerinden araştırmaktadır.

Ö5: Proje tabanlı öğrenmeyi kullanıyorum. Çünkü STEM uygulamaları sonucunda ortaya bir ürün çıkmaktadır. Bir ürünün oluşması için proje tabanlı öğrenme daha uygundur.

Öğretmenlere üniversitede aldıkları eğitimlerin STEM eğitimi için yeterli olup olmadığı sorulmuştur. Bu soruya öğretmenlerin vermiş oldukları cevaplar Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. “Üniversitede aldığınız eğitimin STEM eğitimi için yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusuna ilişkin öğretmen görüşleri

Uygulama Öncesi	f	Uygulama Sonrası	f
Yetersiz	4	Yetersiz	6
Kısmen yeterli	2	Kısmen yeterli	-
Yeterli	-	Yeterli	-

Tablo 6 incelendiğinde, uygulama öncesinde öğretmenlerin çoğu üniversitede verilen STEM eğitiminin yetersiz olduğunu ifade ederken diğer kalan öğretmenlerin ise verilen eğitimlerin kısmen yeterli olduğunu düşünmektedirler. Uygulama sonrasında ise öğretmenler uygulamaları yaptıktan sonra

görüşlerin bir değişikliğinin olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin tamamı derslerinde STEM eğitimini uyguladıktan sonra üniversitelerde verilen eğitimlerin STEM eğitimi için yeterli olmadığını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin görüşleri incelendiğinde, öğretmenlerin görüşlerinde Uygulama öncesine göre farklılıkların olduğu görülmektedir. Üniversitede aldığınız eğitimin STEM eğitimi için yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? sorusuna ilişkin örnek öğretmen görüşleri aşağıda verilmiştir. Bunlar:

Ö1: *Teknoloji ve mühendislik eğitimi alanlarında oldukça eksikim bu alanlarda eğitim fakültelerinde derslerin olması gerektiğini düşünüyorum.*

Ö3: *Aldığımız eğitimlerin tamamen yetersiz olduğunu düşünmüyorum kimi yerlerde eksiklerimizin var. Bu eksiklerin matematik ve mühendislik eğitimi konusunda olduğunu düşünüyorum.*

Ö5: *Üniversitede matematik konularının kullanım alanlarının neler olduğunu öğrenebilseydik yeterli olacaktı.*

Öğretmenlere uygulama öncesi ve sonrasında bir STEM sınıfı nasıl olması gerektiği konusunda öğretmemelere görüşleri sorulmuştur. Öğretmenlerin verdikleri cevaplar tabloda gösterilmiştir.

Tablo 7. “Bir STEM sınıfı nasıl olmalıdır?” sorusuna ilişkin öğretmen görüşleri

Uygulama Öncesi	f	Uygulama Sonrası	f
Yeterli malzeme	6	STEM uygulamaları için yeterli ve her türlü materyal olmalı	3
Atölye veya laboratuvar tarzı sınıf	3	Sınıf mevcudu en az 12 en fazla 20 kişi olmalı	3
Grup çalışmasına uygun	3	Yuvarlak masalar olmalı	3
Bilgisayar olmalı	2	Grup çalışmasına uygun olmalı	3
Sınıf mevcudu az olmalı	1	Bilgisayar bulunmalı	2
		Kare masalar	2
		STEM disiplinlerinin tamamını kapsayıcı olmalı	1
		Konularla bağdaşık özgün bir sınıf olmalıdır	1
		U şeklinde sınıflar olmalı	1
		Akıllı tahtalar yer almalı	1

* Görüşmelerde öğretmenler birden fazla cevap vermiştir.

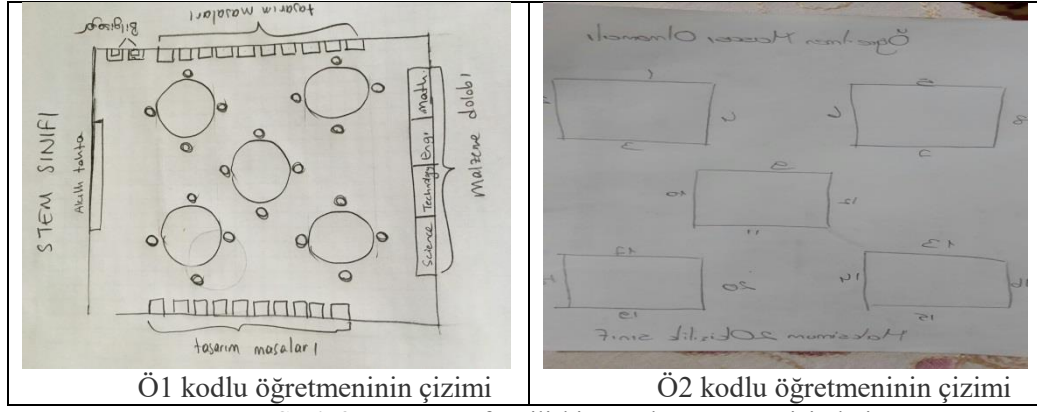
Tablo 7 incelendiğinde, uygulama öncesinde öğretmenlerin tamamı yeterli malzeme olmalı, öğretmenlerin yarısı atölye/laboratuvar tarzı bir sınıfın olması gerektiği üzerinde durmuşlardır. Uygulama sonrası öğretmenler ile yapılan görüşmede ise, öğretmenler bir STEM sınıfında, STEM uygulamaları için yeterli ve her türlü materyalin bulunması, sınıf mevcudlarının en az 12- en fazla 20 kişi olması, yuvarlak masaların yer alması ve grup çalışmalarına uygun olması gerektiği üzerinde durmuşlardır. Öğretmenlerin görüşleri incelendiğinde, öğretmenlerin görüşlerinde Uygulama öncesine göre farklılıkların olduğu görülmektedir. Bir STEM sınıfı nasıl olmalıdır? sorusuna ilişkin örnek öğretmen görüşleri aşağıda verilmiştir. Bunlar:

Ö2: *STEM sınıflarında kare/dikdörtgen masalar yer almamalıdır. Çünkü bu tür masalarda öğrencilerden bazıları uygulamaya uzak kalmaktadır. Ancak yuvarlak masalar tüm öğrencilere eşit uzaklık sağlamaktadır.*

Ö4: *İyi bir STEM sınıfında öğrencilerin araştırma yapmaları için bilgisayarın bulunması gerekmektedir.*

Ö6: *STEM uygulamalarını yaparken her türlü materyalin sınıfta bulunması gerekmektedir. Çünkü materyal eksik olursa uygulamalar yarıda kalabiliyor bunun önüne geçmek için mutlaka tüm materyaller bulunmalıdır.*

Öğretmenlere bir STEM sınıf çizimleri istenmiştir. Öğretmenlerin çizmiş oldukları STEM sınıfına ilişkin görseller Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 2. STEM sınıfına ilişkin örnek öğretmen çizimleri

Öğretmenlerin çizimleri incelendiğinde, sınıfların grup çalışmasına uygun olarak tasarlandığı, sınıf mevcudunun en az 12 en fazla 20 kişiden oluştuğu görülmektedir. Bunun yanında öğretmen masasının yer almadığı, her bir disiplin için ayrı ayrı tasarlanmış malzeme dolapları, bilgisayar, tasarım masaları gibi kısımların olduğu dikkat çekmektedir.

Tartışma ve Sonuçlar

Çalışma kapsamında, derslerinde STEM uygulamalarına yer veren öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik görüşleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda öğretmenler bir STEM öğretmeni olmak için alan bilgisi, pedagoji bilgisi, mühendislik bilgisi, entegrasyon bilgisi olması gerektiği üzerinde durmuştur. Dahası iyi bir STEM öğretmeninde 21. yy beceri bilgisi, sabır, zamanı iyi kullanmalarının önemli olduğu üzerinde durdukları görülmektedir. Alan yazını da bu çalışmada elde edilen verileri destekler niteliktedir. Felix ve Harris (2010) çalışmalarından öğretmenler için STEM içerik ve pedagoji bilgisinin önemli olduğu üzerinde durmuştur. Benzer şekilde Yıldırım (2017) çalışmasında, öğretmenlerin eğitiminde STEM PAB'in verilmesi gerektiği üzerinde durmaktadır. Yıldırım (2017) çalışmasında iyi bir STEM eğitimi için öğretmenlerin STEM alan bilgisi, pedagoji bilgisi, bağlam bilgisi, entegrasyon bilgisi ve 21. yy beceri bilgisine sahip olması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca çalışma kapsamında öğretmenler STEM alan bilgisi konusunda kendilerini yeterli hissetmediklerini özellikle mühendislik eğitimi konusunda yeterli donanım ve bilgiye sahip olmadıklarını söylemişlerdir. Dahası birçok çalışmada da STEM alan bilgisi konusunda öğretmenlerin yeterli donanımda olması gerektiği üzerinde durulmaktadır. Evans (2015) çalışmasında, öğretmenler için iyi hazırlanmış bir STEM eğitim programının olması gerektiğini vurgulamıştır. Özellikle öğretmenlerin pedagoji bilgisi, ortak çalışma gibi konularda yeterli olmaları üzerinde durulmuştur. Kennedy, Ahn ve Choi'e (2008) göre, iyi bir STEM eğitiminin verilebilmesi için güçlü bir içerik ve pedagoji bilgisine sahip olunması gerekmektedir. Tüm bu çalışma sonuçları bu çalışmayı destekler niteliktedir. Bunun yanında literatür incelendiğinde özellikle iyi bir STEM öğretmeninde STEM PAB olması gerekmektedir (Cantrell, Pakca, & Ahmad, 2006; Haynes & Santos, 2007; Ostler, 2012; Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012; Shulman, 1986; Wang, Moore, Roehring & Park, 2011). Dahası öğretmenler üniversitelerde verilen eğitimlerin STEM eğitimi için yeterli düzeyde olmadığını ifade etmişlerdir. Özellikle de mühendislik ve teknoloji eğitimleri konusunda ciddi eksiklerin olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışma kapsamında STEM uygulamaları sırasında öğretmenlerin karşılaştıkları problemler sorulmuştur. Öğretmenler STEM uygulamaları sırasında sınıfın fiziki yapısı, sınıf mevcudu, müfredatın uygun olmaması, grup çalışması sırasında gürültünün oluşması ve zamanın sorun olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanında öğretmenler öğrencilerin ilgi eksikleri olmasının uygulamayı yaptırmada sıkıntı oluşturduğunu vurgulamışlardır. Wang, Moore, Roehring ve Park (2011) çalışmalarında STEM eğitiminin önündeki bariyerleri açıklarken STEM eğitime uygun bir programın olmaması ve teknoloji entegrasyonunun yeteri düzeyde yapılamamasının olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca öğrenci ilgilerinin de artırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Araştırmacıların yapmış oldukları bu çalışmanın sonuçları bu çalışmayı destekler niteliktedir. Yıldırım (2016) çalışmasında öğretmenlerin karşılaştıkları problemler

belirtirken sınıfın fiziki yapısı, sınıf mevcudu, gürültü gibi birçok neden açıklamıştır. Bu sonuçlar da bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Öğretmenlere STEM uygulamaları sırasında en çok kullandıkları strateji, yöntem ve tekniklerin neler olduğu sorulmuştur. Bunun üzerine öğretmenler sunuş yoluyla öğrenme ve araştırma temelli öğrenme stratejisini; probleme dayalı öğrenme ve proje tabanlı öğrenme yöntemleri ile anlatım tekniklerini kullandıklarını ifade etmişlerdir. STEM eğitiminde özellikle probleme dayalı, proje tabanlı öğrenme ve araştırma temelli öğretmen kullanılmaktadır (Yıldırım, 2016). Bu strateji ve yöntemlerin kullanılmasının temelinde günlük yaşamla bağlantı kurarak öğrencilerin gerçek dünya problemleri ile karşı karşıya kalmaları bulunmaktadır. Literatür incelendiğinde de benzer bir durumun olduğu görülmektedir (Felix & Harris, 2010). Alumbaugh (2015) çalışmasında STEM eğitime yönelik ilköğretim öğretmenlerin görüşlerini incelemiştir. İlköğretim öğretmenleri özellikle öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmesinden dolayı proje tabanlı öğrenmeyi kullandıkları ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada STEM eğitiminin özellikle öğrenci merkezli, araştırma temelli öğrenme ve proje tabanlı öğrenmede kullanılmasının daha faydalı sonuçlar verdiği üzerinde durulmuştur. Evans (2015) çalışmasında özellikle araştırma temelli öğrenme ve hands on çalışmalarının STEM eğitiminin de etkili sonuçlar vereceği üzerinde durmuştur.

Çalışma kapsamında öğretmenlere bir STEM sınıfının nasıl olması gerektiği sorulmuştur. Öğretmenler derslerinde STEM uygulamalarına yer verdikten sonra bir STEM sınıfının uygulamaları yapabilmek için yeterli malzemenin yer alması gerektiği, grup çalışmasına uygun olmasını, sınıf mevcudunun en fazla 20 kişiden oluşması gerektiğini, sınıflarda bilgisayar ve akıllı tahtanın yer alması gerektiğini ifade etmiştir. Yıldırım (2016) karma çalışmasında hem öğrenci hem de öğretmen görüşlerini almıştır. Bu çalışmada öğretmenler özellikle bir sınıfın STEM çalışmasına uygun olması gerektiğini, grup çalışmasına imkan vermesi gerektiği üzerinde durmuştur. Elde edilen bu sonuçlar bu çalışmayı da destekler niteliktedir. Morrison (2006) bir STEM sınıfında olması gereken farklı özelliklerin olduğunu vurgulamıştır. Bilgisayar donanımları, farklı materyallerin olması, mobilyaların istenildiği şekilde tekrar şekillendirilmeli ve her öğrenciye uygun bir ortamın olması gerektiğini vurgulamıştır. Morrison'un (2006) çalışması bu çalışmayı desteklemektedir.

Araştırmanın sonuçları doğrultusunda araştırmacılar ve uygulamacılara ilişkin aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Bu çalışma 2016-2017 eğitim-öğretim uygulama bahara yarıyılında STEM eğitimi alan ve derslerinde STEM uygulamalarına yer veren 6 öğretmen ile gerçekleştirilmiştir. STEM eğitimi üzerine öğretmen görüşlerinin inceleneceği çalışmalar için farklı örneklemeler üzerinde çalışmalar yapılabilir.
- Çalışma kapsamında öğretmenlerin STEM PAB konusunda ciddi eksiklerinin olduğu tespit edilmiştir. Yapılacak çalışmalarda özellikle STEM eğitimi konusunda ilk önce teorik alt yapının verilmesi yapılacak uygulamaların daha verimli ve etkili olmasını sağlayacaktır. Bunun yanında öğretmenlere STEM PAB konusunda yeterli bilgilerin verilmesi önemlidir. Bunun yanında öğretmen eğitimleri için yeni ve farklı modellerin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında bir öğretmen eğitim modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modelin geliştirilmesi de sağlanabilir. Bunun yanında bu eğitimlerin öğretmenler tarafından alınabilmesi için Eğitim Fakültelerinde eğitimin 6 yıllık bir süreç içerisinde verilmesi ve STEM Eğitimi Öğretmenliği adında bir alanın eklenmesi faydalı olacaktır.
- Çalışma sonucunda öğretmenler üniversitede verilen eğitimlerin STEM eğitimi için yetersiz düzeyde olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar eğitim fakültelerinde verilen eğitimlerin STEM eğitimi için yetersiz düzeyde olduğu göstermektedir. Bu bağlamda bakıldığında eğitim fakültelerinin müfredatlarının STEM eğitimi kapsamında düşünülerek yeniden dizayn edilmesi gerekmektedir. Özellikle eğitim fakültelerinde mühendislik ve teknoloji eğitime yönelik derslerin eklenmesi önem arz etmektedir. Bunun yanında teknoloji eğitimi kapsamında özellikle kodlama eğitimleri, Endüstri 4.0 gibi güncel konularda eğitim alacakları derslerin bulunması önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Alumbaugh, K. M. (2015). The Perceptions of Elementary STEM Schools in Missouri. (Unpublished doctoral dissertation). Lindenwood University, Missouri.
- American Institute of Physics. (2015). *President Obama on STEM education*. Retrieved May 2017, <https://www.aip.org/fyi/2015/president-obama-stem-education>.
- Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: How teachers and schools can meet the challenge*. London: Routledge.
- Cantrell, P., Pekca, G., & Ahmad, I. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*. 95(4), 301-309.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. (Eds.). (2013). *Project-based learning: an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (2nd ed.). Rotterdam: Sense.
- Creswell, J.W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dass, P.M. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K- 12 STEM Education*. 1(1), 5-12.
- Evans, E. M. (2015). Preparing Elementary Pre-Service Teachers to Integrate STEM: A Mixed-Methods Study. Doctor of Education. Northern Illinois University, Illinois.
- Dugger, W. E. (2010). *Evolution of STEM in the united states*. the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research. (8-11 December), Gold Coast, Queensland, Australia.
- Felix, A., & Harris, J. (2010). A project-based, STEM integrated: Alternative energy team challenge for teachers. *The Technology Teacher*. 69(5), 29-34.
- Glesne, C. (2014). *Nitel araştırmaya giriş* (A. Ersoy & P. Yalçınoğlu, Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Gonzalez, H. B. & Kuenzi, J. J. (2012). *science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A Primer*. Congressional Research Service. Retrieved July 2017, <https://www.fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 13(5), 1089-1113.
- Haynes, M.M., & Santos, A.D. (2007). Effective teacher professional development: Middle school engineering content. *International Journal of Engineering Education*. 23(1), 24-29.
- Hynes, M. M. (2008). Middle-school teachers' use and development of engineering subject matter and pedagogical content knowledge: a pilot study. (Unpublished doctoral dissertation). Tufts University, Medford.
- Kabaran, G. G. & Uşun, S. (2017). Eğitim fakültesi öğrencilerinin fakülte ve öğretim elemanı kavramlarına ilişkin metaforları. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*. 3(2), 35-49.
- Kennedy, M. M., S. Ahn & J. Choi (2008) The value added by teacher education. In M. Cochran-Smith, S. Feiman-Nemser, and J. McIntyre (Editors). *Handbook of research on teacher education: enduring issues in changing contexts* (pp. 1249-1273) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). *STEM eğitim raporu*. Ankara: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: a tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*. 2(1), 28-33.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). *Framework for 21st century learning*. Retrieved July 2017, www.21centuryskills.org.
- Selvi, M. & Yıldırım, B. (2017). *STEM öğretme-öğrenme modelleri: 5e öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme ve STEM SOS modeli*. S. Çepni (Ed.). Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi (s.203-236). Ankara: Pegem.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15(2), 4-14.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. H. (2012) Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. 2(1).
- Sözer, E. (2008). Eğitimin felsefi temelleri. M. Gültekin (Ed.). Eğitim bilimine giriş içinde (s. 57-75). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

- Teaching Institute for Excellence in STEM (2010). What is STEM education?. Retrieved March 2017, <http://www.tiesteach.org/stem-education.aspx>.
- Yıldırım, B. & Altun, Y. (2014). *STEM eğitimi üzerine derleme alışması: Fen bilimleri alanında örnek ders uygulanmaları*. VI. International Congress of Education Research (5-8 Haziran), Ankara, Türkiye.
- Yıldırım, B. (2017a). *Fen eğitiminde STEM*. M. P. Demirci Güler (Ed.). Fen Bilimleri đretimi (s. 283-295). Ankara: Pegem Akademi.
- Yıldırım, B. (2017b). *Bilim merkezleri ve STEM*. A. Güney (Ed.). Her Yönüyle Bilim Merkezi: Bilim Merkezlerine Dair Kavramsal Bir Okuma (s. 207-220). Konya: izgi Kitapevi.
- Yıldırım, B., (2016). *7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. 1(2), 2.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*. 112(1), 12-19.