

Okul Öncesinden Üniversiteye

Kuram ve Uygulamada

STEM Eğitimi

Editör

Dr. Devrim Akgündüz

Yazarlar

Dr. Hamide Ertepinar
Dr. Sibel Erduran
Dr. Havva Yamak
Dr. Erdiñ Çakıroğlu
Dr. Bülent Çavaş
Dr. Sedat Uçar
Dr. Buğrahan Yalvaç
Dr. Pınar Çavaş
Dr. Nusret Kavak
Dr. Ebru Kaya
Dr. Devrim Akgündüz
Dr. Mehmet C. Ayar
Dr. Yasemin Özdem Yılmaz
Uzm. Burçak Ceren Akpınar
Uzm. Elif Dedebaş

Ankara

2018

Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi

Editör: Dr. Devrim Akgündüz

© Tüm Hakları Saklıdır. 2018.

Bu kitabın basım, yayın, satış hakları Anı Yayıncılık Eğitim ve Danışmanlık San. Tic. Ltd. Şti.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri herhangi bir bilgi depolama ve erişim sistemiyle veya mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, aktarılamaz veya dağıtılamaz.

Anı Yayıncılık, kurulduğu 1993 yılından bu yana yayıncılık alanında aralıksız olarak uluslararası düzeyde faaliyet gösteren beş farklı firmanın Türkiye; QSR International şirketinin ise Ortadoğu ve Doğu Avrupa'dan oluşan 21 ülkedeki bölge temsilciliğini yürüten **uluslararası bir yayınevidir**. **ESCI, ERIC, SCOPUS, EBSCO HOST, ERA** vb. veri tabanlarında taranmakta olan **Eurasian Journal of Educational Research/EJER dergisini** 2000 yılından bu yana yayınlayan, yediyüzden fazla yayını bulunan, yüze yakın yabancı dildeki kitabı Türkçeye çevirip yayınlayan Anı Yayıncılık'ın yayınları, dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından taranmaktadır ve indekslenmektedir.

Merkezi Ankara'dadır. Geniş bilgi için <http://www.aniyayincilik.com.tr> sayfasını ziyaret edebilirsiniz.

Yayıncı Sertifika No : 16003
Matbaa Sertifika No : 13268
ISBN : 978-605-170-217-9
Kapak Tasarımı : Kezban KILIÇOĞLU
Mizanpaj : Kezban KILIÇOĞLU
Dil Kontrol : Göksele ÇAKIR
Baskı : Sözkesen Matbaacılık
Adres : İvedik OSB 1518. Sokak Mat-Sit İş Mrk. No: 2/40 Yenimahalle-ANKARA
Tel : 0 312 395 21 10

KÜTÜPHANE BİLGİ KARTI

Editör: AKGÜNDÜZ, Devrim

Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi

Anı Yayıncılık, Ankara/Türkiye
2018, 1. Baskı
328 Sf. 16x24 cm

ISBN: 978-605-170-217-9

Eğitim, Bilim, STEM, Uygulama, Entegrasyon, Bilgi, Kuram, Ölçme, Araştırma, Etkinlik

Anı Yayıncılık
Kızılırmak Sokak 10/A
Bakanlıklar/Ankara
Tel: 0 312 425 81 50 pbx

e-posta: aniyayincilik@aniyayincilik.com.tr
<http://www.aniyayincilik.com.tr>

A harfinin evrimi



Ö N S Ö Z

STEM eğitimi günümüzde en önemli yaklaşımlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yaklaşım, fen bilimleri ve matematiğin bilgilerini mühendislik tasarım basamakları ile üretime dönüştürerek teknoloji üretiminin önünü açmaktadır. STEM eğitimine yönelik eylemlerin, disiplinlerin ayrı olarak kullanılması olarak yüzyıl öncesine kadar gittiği bilinmektedir. STEM disiplinlerinin öğretimi ile ilgili olarak özellikle ABD’de çok önemli reform girişimleri yapılmıştır. Ekonomik ve teknolojik ligde lider olarak kalabilmek için becerileri geliştirmek ve teknoloji üretmek son derece büyük önem taşımaktadır. Bunu sağlayabilmek için de STEM disiplinlerinin güçlendirilmesi, fen ve matematik eğitiminin güncellenmesi ve daha etkin bir şekilde uygulanmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Aynı zamanda bunların bir ürün olarak daha fazla nitelikli temel bilimci ve mühendis yetiştirmek zorunluluğu bulunmaktadır. Yetişen bu altın nesil ile ülkenin kalkınmışlığı yükselecek ve ülke yüksek teknoloji üretkenler liginde yer alacaktır.

Günümüzde bütünleşik olarak uygulanmak için çaba sarf edilen STEM eğitimi için ABD’de 1996 National Science Education Standarts (Ulusal Fen Eğitimi Standartları) ve 2012 Next Generation Science Standarts (Yeni Nesil Fen Standartları) kapsamında güncellemeler yapılmıştır. Son yapılan standartlar değişikliği ile mühendislik fen bilimleri standartları arasına alınmıştır. Türkiye’de de son yıllarda STEM eğitimi ile ilgili önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Bu kapsamda yapılan yayınların sayısında ciddi bir artış söz konusudur. STEM eğitimi ile ilgili üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları bu yola ışık tutan raporlar yayınlamaktadır. Özellikle İstanbul Aydın Üniversitesi’nin yayın ve uygulamaları bu kitaba da büyük katkı vermektedir. ABD’de olduğu gibi Türkiye’de de 2018 yılı başında öğretim programında değişiklikler yapılarak mühendislik disiplini öğretim programı içine dâhil edilmiştir. 2018 Ocak ayında yenilenen Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda, Bilim ve Mühendislik Uygulamaları adlı bir çatı üniteye yer verilmiştir. Bu durum, Fen Bilimleri Müfredatı’nda STEM eğitime yönelik eylemlerin başladığını göstermektedir. Diğer taraftan üniversitelerde de STEM eğitime yönelik eylemlerin arttığını görmekteyiz.

Ancak, gittikçe popülerleşen, popülerleştikçe yanlış bir tarafa evrilen bu yaklaşım konusunda Türkiye’de birçok yanlış uygulama yapılmaktadır. Bu konu hakkında yayınların ve etkinliklerin sayısı gittikçe artmaktadır. Genel olarak yayınlar ve etkinlikler incelendiğinde, yanlış uygulamalardan dolayı bir bilgi kirliliği görülmektedir. Özellikle herhangi bir deneyim olmadan yapılan zorlama yayınlar ya da konu ile ilgili eğitim verme, pedagojik kaygılardan ziyade ürün odaklı çalışma anlayışı ve bu anlayıştan kaynaklanan tüketim kültürü, set satıcılarının ticarî kaygılarla ürün satma telaşına girmeleri ve bu kavramı kullanmaları, bazı kurumların daha çok öğrenciye ve veliye ulaşmak için sadece reklam amaçlı STEM kavramını kullanmaları, STEM disiplinlerinin her birini STEM eğitimi olarak kullanma, Robotik-Maker-Kodlama gibi kavramlarla ilgili çalışanların bilinçli ya da bilinçsiz olarak bu kavramları STEM eğitimi yerine kullanmaları STEM eğitiminin, doğru bir şekilde uygulanmasını ve kavramsallaştırılmasını zorlaştırmaktadır.

Özellikle sınıf ortamında STEM eğitimini öğrencileri ile buluşturmak isteyen öğretmenlerin kaynak arayışı bulunmaktadır. Bu kaynak arayışı genel olarak internet üzerinde yapılan STEM etkinlikleri anahtar kavramlı aramalar yaparak gerçekleşmektedir. Öğretmenlere sürekli eğitim veren kişiler olarak bize bildirilen en önemli sorun, Türkiye’de bu konu hakkında çok sınırlı kaynağın olduğu, örnek uygulamaların yer aldığı yol gösterici kaynakların çok az olması olarak bildirilmektedir. Yaklaşımının doğru uygulanabilmesi bu konuda çalışan uzmanların bir araya gelerek uygulamalarında elde ettikleri deneyimi diğer uygulayıcı ve araştırmacılara aktarmalarına bağlıdır. Öğretim elemanlarının, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM kavramı ile ilgili bilgi kirliliğinden etkilenmelerini asgari düzeye indirmek ve STEM eğitiminin doğru algılanması ve uygulanması için çeşitli materyallere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu yüzden kuramsal ve uygulama kaynağı arayışına çözüm olabilmesi için okul öncesinden üniversiteye STEM eğitimi çeşitli boyutlarda kuramsal olarak irdeleyen ve uygulama örnekleri içeren bu kitap projesi başlatılmıştır. Bu kitabın hedef kitle; akademisyen, öğretmen, lisansüstü öğrencileri, uzmanlar, bilim merkezi personelleri ve uzmanlar olarak belirlenmiştir.

Bu kitap Dr. Devrim Akgündüz editörlüğünde yazılmıştır. Kitap fikri yaklaşık 2 yıl önce oluşmuş ancak Türkiye’de yeterli birikimin olmaması sebebiyle kitabın çıkışı bu tarihe kadar gerçekleşmemiştir. Kitabın yazarları seçilirken bazı hususlara dikkat edilmiştir. Bunlar; STEM eğitimi ile ilgili daha önce yayınlarının olması, STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ile ilgili uluslararası deneyime sahip olmaları, STEM eğitiminin bileşenleri ve bütünleşik STEM eğitimi konusunda uygulamalı eğitimler gerçekleştirmeleridir. Seçilen yazarlar bu kriterlerin en az ikisine sahiptir.

Kitapta bazı bölümler STEM eğitiminin teorik çerçevesine ve bazı bileşenlerine yoğunlaşırken, bazı bölümler uygulamalardan elde edilen deneyimlerin yansıtılmasına odaklanmıştır. Kitap, ihtiyaçların belirlenmesi ve bu ihtiyaçların giderilmesi için tasarlanmıştır. Bu yüzden kitapta; okul öncesi, ilkökul, ortaokul, lise, üniversite seviyelerinde, okul dışı ortamlar ve öğretmen eğitimlerinden örneklerle yer verilmiştir. Ayrıca informal ortamlarda STEM eğitimi de ele alınmıştır. STEM eğitimi ile fen eğitimi arasındaki disiplinlerarası bağlantılar bazı bölümlerde vurgulanmıştır. Bu kitapta Robotik, Maker, Kodlama gibi popüler kavramların tek başına yer aldığı bölümlere yer verilmemiştir. Bu kavramların

STEM eğitimi içerisinde bir bileşen olarak kullanılabileceği ancak tek başına STEM eğitimini temsil etmediği açıktır. Kitap, araç kullanımından ziyade pedagojik kaygıların giderilmesine yoğunlaşmaktadır. Kitapta zorlama bölümlere ve STEM eğitimi adı altında sadece fen bilimleri gibi tek disiplini ele alan uygulamalara yer verilmemiştir. 'Üstün/özel yeteneklilerde STEM eğitimi' gibi bazı konularda bazı yazarların deneyimleri ve yayınları olmasına rağmen bu kitapta şimdilik ele alınmamaktadır. Bu kitapta Ölçme ve Değerlendirme Teknikleri adlı bir bölümün de yer alması düşünülmüş ancak STEM eğitiminin ölçme ve değerlendirmesi adına literatürde yeterli çalışmanın yapılmadığı, kullanılan değerlendirme tekniklerinin şu anda da kullanılan süreci değerlendiren alternatif değerlendirme teknikleri olduğu, bu kapsamda disiplinlerarası uygulamaların ölçme ve değerlendirmesi adına yeni ve orijinal çalışmaların yeterli düzeye gelmesinin beklenmesinin doğru olacağına karar verilmiştir. Kitabın sonraki basımlarında eksik olduğunu düşündüğümüz bölümler tamamlanacaktır.

Kitapta editör tarafından belirlenen şablona uyulmasına özen gösterilmiştir. Bunlar:

Özet, Giriş, Konunun Detaylandırılması, Avantajlar ve Dezavantajlar, Derste Uygulama Rehberi, Öğretmenlere Öneriler, Örnek Uygulamalar, Uygulamada ve Teoride Yararlanılabilecek Yazılı ve Çevrimiçi Kaynaklar; bazı bölümlerde Özet Bilgi Kutuları, Değerlendirme Yöntemleri ve Kontrol Listesi'dir.

Kitap bölümleri editör tarafından 3 turlu bir sistemle değerlendirilmiş, son turda editör tarafından düzenlenerek son halini almıştır. Düzenlenen bölümler Turnitin programı ile denetimden geçirilmiştir.

Bilimsel kitap niteliği taşıyan bu kitapta STEM eğitimi ve STEM eğitimine yönelik eylemler, Türkiye'nin bu alanda önde gelen 15 uzmanı tarafından örneklendirilerek 2 kısımda (kuram ve uygulama) ve 11 konu başlığı altında ele alınmıştır. Bu konular:

STEM Eğitiminin Kuramsal Çerçevesi ve Tarihsel Gelişimi:

Kitabın editörlüğünü ve 4 bölümün yazarlığını yapan Dr. Devrim Akgündüz'ün hazırladığı bu bölüm, STEM ve STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel süreçte STEM eğitimine yönelik evrilmenin nasıl gerçekleştiğini okuyuculara ve uygulayıcılara aktarmaktadır. Dr. Akgündüz STEM eğitimi ile hem teorik hem de uygulama tarafında çok önemli çalışmalara imza atmıştır.

STEM'in Doğası: Aile Benzerliği Yaklaşımı'nın STEM Eğitiminde Uygulanması:

Ülkemiz fen eğitimine uluslararası düzeyde önemli katkılar sunan Dr. Erduran ve Dr. Kaya, Aile Benzerliği Yaklaşımı'nın STEM eğitiminde uygulanması üzerine bir bölüm yazmıştır. Aile Benzerliği Yaklaşımı'nın 3 bileşeni STEM'in doğası bağlamında sunulmaktadır. Bu bileşenler bilimin amaç ve değerleri, bilimsel uygulamalar ve bilimsel bilgidir. Yazarlar, Aile Benzerliği Yaklaşımı'nın STEM eğitiminde uygulanması aracılığıyla hem STEM'i oluşturan her bir alanın hem de STEM eğitiminin değerlendirilmesine katkı sunmaktadır.

Bilim ve Teknoloji Çalışmalarında Disiplinlerarası Yaklaşımlar: Öğrenme Ortamlarının Tasarımı:

Dr. Ayar ve Dr. Yalvaç, uluslararası düzeyde elde ettikleri deneyimleri bu bölümde okuyucu ve uygulayıcılarla paylaşmaktadır. Yazarlar, bu bölümde bilim ve teknoloji çalışmalarından Laboratuvar Çalışmalarına odaklanarak yükseköğretim düzeyinde gerçekleştirilen Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) alanlarındaki çalışmalarını epistemolojik, materyal kültür, sosyolojik, kültürel ve bilişsel açıdan incelemektedirler.

Girişimcilik ve STEM Eğitimi:

STEM eğitimi teorik bilgilerin uygulamalı bir şekilde ürüne dönüştürüldüğü bir süreci ifade etmektedir. Ürün oluşturulurken mühendisliğin temel tasarım basamakları izlenmektedir. Bu süreç ürünlerin test edilip ürüne dönüştürülmesi ile sonuçlanmamaktadır. Önemli son bir aşama daha bulunmaktadır. Bu aşama ürünlerin paylaşılması aşamasıdır. Bunun için de bireylerin çok önemli bir beceri olarak kabul edilen girişimcilik becerisi ile donatılması gerekmektedir. Dr. Uçar, bu bölümde girişimcilik ve STEM eğitimi ele almaktadır.

STEM Eğitiminde Mühendislik Uygulamaları:

Dr. P. Çavaş ve Dr. B. Çavaş tarafından yazılan bu bölüm, STEM eğitiminin önemli bir bileşeni olan mühendislik uygulamaları hakkında teorik bilgi ve uygulama örnekleri içermektedir. Dr. Pınar Çavaş ve Dr. Bülent Çavaş, mühendislik uygulamaları ile ilgili çok sayıda etkinlik gerçekleştirmiştir. Bu etkinliklerde elde ettikleri deneyimleri bu bölüm ile okuyuculara ve uygulayıcılara aktarmaya çalışmaktadırlar.

Okul Öncesinde STEM Eğitimi Uygulamaları:

STEM eğitiminin erken yaşlarda başlaması çocukların gelişiminde önemli kazanımlar sağlamaktadır. Bu kazanımlar Dr. Akgündüz ve Uzm. Akpınar'ın okul öncesinde öğrenim gören çocuklarla yaptığı uygulamalı araştırma ile ortaya konmuştur. Bu araştırmada gözlemler ve görüşmelerden elde edilen veriler ışığında STEM eğitiminin okul öncesinde uygulanması ile ilgili bir yol haritası çıkarılmıştır. Bu yol haritası yazarlar tarafından bu bölümde ele alınmaktadır.

İlkokul ve Ortaokul Fen Bilimleri Eğitiminde STEM Eğitimi Uygulamaları:

Fen bilimleri STEM eğitiminin ana omurgasını ve ana disiplinini oluşturmaktadır. ABD, Avrupa ve Türkiye'de yapılan öğretim programı değişikliklerinde ilk ele alınan disiplin, fen bilimleri disiplini. Fen bilimleri doğanın ve hayatın kendisini ifade etmektedir. Doğada disiplinlerarası bir iş birliği bulunmaktadır. Bu iş birliği fen bilimlerinin içerisinde de gözlenmektedir. Bu bölüm Dr. Akgündüz'ün 2014'ten bu yana gerçekleştirdiği projeler, araştırmalar, okul öncesinden üniversiteye tüm seviyelerde yaptığı eğitimler ve öğretmenler için düzenlediği sertifika programlarında elde edilen deneyimlerden yararlanılarak yazılmıştır. Dr. Akgündüz, deneyimlerinin bazılarını bu bölümde okuyucular ve uygulayıcılar ile paylaşmaktadır. Tüm seviyelerden örnekleri ise 2018 yılında çıkacak diğer kitabında okuyucular ve uygulayıcılar ile paylaşacaktır.

Matematisel Bakış Açısıyla STEM Eğitimi Uygulamaları:

Dr. Çakıroğlu, ODTÜ’de STEM eğitimi ile ilgili kurduğu BİLTEM adlı merkezde çalışmalarını sürdürmekte ve matematik eğitiminde STEM eğitimi uygulamalarını kurgulamaktadır. Lisansüstü öğrencisi Uzm. Dedebaş ile bu bölümde STEM eğitime matematiksel bakış açısıyla bakarak matematiksel modelleme konusunda bilgiler ve örneklere yer vermektedir.

Kimya Eğitiminde STEM Uygulamaları:

STEM eğitimi ile ilgili literatür incelendiğinde Kimya’nın STEM eğitimi ile ilişkisi konusunda yeterli bir birikim oluşmadığı görülmektedir. Özellikle STEM eğitiminin mühendislik bileşeninin Kimya eğitiminde örneklendirilmesi ilgililerin de merakla beklediği bir durumdur. Dr. Yamak ve Dr. Kavak, bütün bu soru işaretlerine yazdıkları bu bölümde cevap vermekte, örnek uygulamalarla kimya eğitiminde STEM uygulamaları konusunda önemli bir açılım yapmaktadır.

Bilim Merkezleri ve STEM Eğitimi Uygulamaları:

STEM eğitimi özellikle Amerika Birleşik Devletleri’nde bir devlet politikası olarak uygulanmaktadır. ABD’de eğitimle ilgili kuruluşların dikkat ettiği iki kavram bulunmaktadır. Bunlar STEM eğitimi ve Yeni Nesil Fen Standartları’dır. Bu iki kavram üniversiteler, okullar, STK’lar ve özellikle bilim merkezlerinde üzerinde çok durulan bir kavram olarak ele alınmaktadır. Bilim merkezleri gibi informal eğitim merkezlerinde de STEM eğitimi ile ilgili hem öğretmenler hem de öğrenciler için çok sayıda etkinlik ve eğitim düzenlenmektedir. Bu bilim merkezlerinden birinde 1 yılını geçirmiş olan Dr. Özdem Yılmaz bu deneyimlerini, yazdığı bu bölümde okuyucu ve uygulayıcılar ile örneklendirerek paylaşmaktadır.

Eğitim Fakültesinde Bütünleşik Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Öğretimi Uygulamaları:

Dr. Akgündüz ve Dr. Ertepinar, Türkiye’de ilk defa İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi’nde STEM öğretimi isimli seçmeli bir ders oluşturarak lisansüstü öğrencilerin STEM eğitimi ile tanışmalarını sağlamıştır. Bu ders, eğitim fakültesinden mezun olacak öğretmen adayının mezun olup öğretmenliğe başladıktan sonra sınıfında STEM eğitimi rahatlıkla uygulayabilecek yetkinliğe erişmesini sağlamak için konulmuştur. Dr. Akgündüz ve Dr. Ertepinar, bu süreçte elde ettikleri deneyimlerini bu bölümde okuyucu ve uygulayıcılarla paylaşmaktadır.

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu kitaba deneyimlerini aktarmak için büyük emek sarf eden birbirinden değerli yazarlarımıza, kitaba örnek sağlayan lisansüstü öğrencilerimize ve uygulamalar sırasında sarf ettikleri emekle bize yol gösteren öğretmenlerimize, STEM eğitimi ile ilgili ilkleri gerçekleştirmemiz için destek olan İstanbul Aydın Üniversitesi'ne, kitabı literatüre kazandırmak için bize fırsat tanıyan Anı Yayıncılık'a çok teşekkür ediyorum.

Yaptığım her işte beni destekleyen, cesaretlendiren ve deneyimlerini aktaran çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Hamide Ertepinar'a özel teşekkürlerimi sunuyorum.

STEM eğitimi ile ilgilenen okurlarımıza başarı dileklerle...

Editör: Dr. Devrim Akgündüz

Dünyada her şey için, medeniyet için, hayat için, başarı için en gerçek yol gösterici ilimdir, fendir. İlim ve fennin dışında yol gösterici aramak gaflettir, cahilliktir, doğru yoldan sapmaktır... İlim ve fen nerede ise oradan olacağız ve her millet ferdinin kafasına koyacağız. İlim ve fen için kayıt ve şart yoktur.

M. Kemal Atatürk

B Ö L Ü M L E R

KURAM

1. Bölüm: STEM Eğitiminin Kuramsal Çerçevesi ve Tarihsel Gelişimi

Dr. Devrim Akgündüz – Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi

2. Bölüm: STEM'in Doğası: Aile Benzerliği Yaklaşımı'nın STEM Eğitiminde Uygulanması

Dr. Sibel Erduran – Profesör, Oxford Üniversitesi & Limerick Üniversitesi

Dr. Ebru Kaya – Doçent, Boğaziçi Üniversitesi

3. Bölüm: Bilim ve Teknoloji Çalışmalarında Disiplinlerarası Yaklaşımlar: Öğrenme Ortamlarının Tasarımı

Dr. Mehmet Cihad Ayar – Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Buğrahan Yalvaç – Doçent, Texas A&M Üniversitesi

4. Bölüm: Girişimcilik ve STEM Eğitimi

Dr. Sedat Uçar – Doçent, Çukurova Üniversitesi

UYGULAMA

5. Bölüm: STEM Eğitiminde Mühendislik Uygulamaları

Dr. Pınar Çavaş – Doçent, Ege Üniversitesi

Dr. Bülent Çavaş – Profesör, Dokuz Eylül Üniversitesi

6. Bölüm: Okul Öncesi Eğitiminde STEM Eğitimi Uygulamaları

Dr. Devrim Akgündüz - Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi

Uzm. Burçak Ceren Akpınar

7. Bölüm: İlkokul ve Ortaokul Fen Bilimleri Eğitiminde STEM Eğitimi Uygulamaları

Dr. Devrim Akgündüz – Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi

8. Bölüm: Matematiksel Bakış Açısıyla STEM Eğitimi

Dr. Erdinç Çakıroğlu – Profesör, ODTÜ

Uzm. Elif Dedebaş

9. Bölüm: Kimya Eğitiminde STEM Uygulamaları

Dr. Havva Yamak – Profesör, Gazi Üniversitesi

Dr. Nusret Kavak – Doçent, Gazi Üniversitesi

10. Bölüm: Bilim Merkezleri ve STEM Eğitimi

Dr. Yasemin Özdem Yılmaz – Yrd. Doçent, Gaziosmanpaşa Üniversitesi

11. Bölüm: Eğitim Fakültesinde Bütünleşik Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Öğretimi

Dr. Devrim Akgündüz – Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Hamide Ertepinar – Profesör, İstanbul Aydın Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

1. BÖLÜM

STEM EĞİTİMİNİN KURAMSAL ÇERÇEVESİ VE TARİHSEL GELİŞİMİ	19
Özet	19
Giriş.....	20
21. Yüzyıl Becerileri	20
PISA Değerlendirme Sınavı	22
STEM Disiplinleri ile ilgili Eylemler ve ABD’de STEM’in Gelişimi	29
Türkiye’de STEM ve STEM Eğitimi	35
STEM Eğitimi Nedir?	36
STEM Entegrasyon Bilgisi Bileşenlerinin Özellikleri	38
STEM Entegrasyon Bilgisi Bileşenleri	38
STEM Eğitiminin Önemi	41
STEM Eğitimi için Politika Önerileri	43
Kaynakça.....	47

2. BÖLÜM

STEM’İN DOĞASI: AİLE BENZERLİĞİ YAKLAŞIMININ STEM EĞİTİMİNDE UYGULANMASI	
.....	51
Özet	51
Alanlararası Çalışmalar ve STEM.....	52
Bilimin Doğası	53
Amaçlar ve Değerler	55
STEM’in Doğası	59
Öğretmenlere Öneriler.....	60
Derste Uygulama Rehberi	61
Örnek Uygulamalar	62
Avantajlar ve Dezavantajlar	63
Kaynakça.....	65

3. BÖLÜM

BİLİM VE TEKNOLOJİ ÇALIŞMALARINDA DİSİPLİNLERARASI YAKLAŞIMLAR: ÖĞRENME ORTAMLARININ TASARIMI	69
Özet	69
Giriş.....	70

Kuramsal Çerçeve	71
Bilim Sosyolojisi: Laboratuvar Çalışmaları	74
Laboratuvar Çalışmaları: Yakın Gelecekteki Çalışmalar	76
STEM Öğrenme Ortamlarının Tasarımı	80
Sonuç ve Öneriler	84
Kaynakça	92

4. BÖLÜM

GİRİŞİMCİLİK VE STEM EĞİTİMİ	97
Özet	97
Girişimcilik Eğitimi	98
Girişimcilik ve STEM Eğitimi İlişkisi	100
Girişimcilik ve STEM Eğitimi	103
Öğretmenlere Öneriler	104
Ölçme Değerlendirme	106
Örnek Bir Ders Planı için Uygulama Rehberi	107
Kaynakça	109

5. BÖLÜM

STEM EĞİTİMİNDE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI	113
Özet	113
Giriş	114
Mühendislik Tasarım Süreci	116
Bilimsel Sorgulama ve Mühendislik Tasarımı	117
Mühendislik Tasarım Süreci ile ilgili Yürütülen Çalışmalar	118
Mühendislik Tasarım Aşamaları	119
Mühendislik Temelli STEM Eğitiminin Avantaj ve Dezavantajları ...	123
Örnek Mühendislik Tasarım Etkinliği	125
Kaynakça	131

6. BÖLÜM

OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİNDE STEM UYGULAMALARI	135
Özet	135
Giriş	136
Okul Öncesinde STEM Eğitiminin Avantajları ve Dezavantajları	138
Okul Öncesi STEM Eğitiminde Uygulama Rehberi	143
Okul Öncesi Döneminde Etkinlik Planının Uygulanması	147
Kaynakça	164

7. BÖLÜM

İLKOKUL VE ORTAOKUL FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDE STEM EĞİTİMİ

UYGULAMALARI.....	169
Özet	169
Giriş.....	170
ABD ve Türkiye’de Fen Bilimleri Müfredatının STEM’le ilgili Özelliklerinin Karşılaştırılması	171
Türkiye’de meydana gelen değişimler	174
Fen Eğitiminde STEM Uygulamalarının Önemi	176
Uygulama Rehberi.....	176
STEM Entegrasyonu için Kontrol Listesi ve Öneriler	180
Bilimsel araştırma yöntemi ve mühendislik tasarım modeli	182
Kaynakça.....	199

8. BÖLÜM

MATEMATİKSEL BAKIŞ AÇISIYLA STEM EĞİTİMİ UYGULAMALARI 201

Özet	201
STEM Eğitimi	202
Derste Uygulama Rehberi	204
Örnek Stem Aktivitesi ve Ders Planı.....	206
Okuma-Anlama Soruları	208
Değerlendirme Yöntemi	212
Öğretmenlere Öneriler.....	214
Kaynakça.....	218

9. BÖLÜM

KİMYA EĞİTİMİNDE STEM UYGULAMALARI221

Özet	221
Neden Kimyada STEM Eğitimi?.....	222
Kimya Eğitiminde STEM Uygulama Örnekleri	225
Kimyada STEM Eğitiminin Avantaj ve Dezavantajları	230
Kimya Öğretmenlerine Öneriler	243
Kimyada STEM Eğitimi için Kontrol Listesi	244
Kaynakça.....	249

10. BÖLÜM

BİLİM MERKEZLERİ VE STEM EĞİTİMİ UYGULAMALARI255

Özet	255
Giriş.....	256

Bilim Merkezlerinde Öğrenme ve STEM Eğitimi.....	259
Bilim Merkezlerinde STEM Etkinlikleri	260
Yaz kampları	268
Araştırmalar ve Öneriler.....	270
Örnek Ders Planı	275
Kaynakça.....	280

11. BÖLÜM

EĞİTİM FAKÜLTESİNDE BÜTÜNLEŞİK FEN, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK VE MATEMATİK

(STEM) ÖĞRETİMİ UYGULAMALARI	285
Özet	285
Giriş.....	286
Eğitim Fakültesinde STEM Öğretmen Gelişim ve Öğretim Programın Oluşturulması	287
Programın Uygulanması.....	298
STEM Öğretmeni Nedir? STEM Öğretmen Yeterlilikleri	298
Eğitim Fakültelerinde STEM Öğretmeni Yetiştirmek için Öneriler-STEM Politikaları	302
Öğretmen Adaylarına Öneriler	303
Örnek Uygulama	304
Kaynakça.....	316
YAZARLAR HAKKINDA	319

1. B Ö L Ü M

STEM EĞİTİMİNİN KURAMSAL ÇERÇEVESİ VE TARİHSEL GELİŞİMİ

Dr. Devrim Akgündüz

Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Özet

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir araya getirilip, ilişkili ve amaçlı bir şekilde bütünleştirilmesi, STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) eğitimi için oldukça önemli ve gereklidir. Son yıllarda fen eğitimi ile ilgili yürütülen araştırmalar genellikle STEM eğitiminin sınıf içi uygulamalarında fen ve matematik alanlarına ilişkin bilgi ve becerilere daha fazla önem verildiğini göstermektedir. Oysaki günümüz dünyasında bireylerden bu temel bilgi ve becerilere sahip olmaları değil, özellikle günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemlerin çözümünde mühendislik ve teknolojik tasarım süreçlerini de kullanmaları beklenmektedir. Dolayısıyla fen eğitiminin özellikle teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını bir araya getirecek şekilde yeniden düzenlenmesi 21. Yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi açısından önemlidir. STEM eğitimine dayanan programlarda öğrenim görmekte olan öğrencilerden, daha iyi yaşam becerileri geliştirmeleri, daha iyi problem çözücü olmaları, temel fen bilimleri kavramlarını, konularını daha iyi anlamaları beklenmektedir. Bu bölümde 21. Yüzyıl becerileri, Endüstri 4.0, STEM disiplinleri ile ilgili eylemler ve STEM eğitiminin ortaya çıkışı, STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi üzerinde durulmuştur.

Giriş

21. Yüzyıl'da bilim ve teknoloji baş döndürücü bir hızla gelişmektedir. Meydana gelen değişimler toplumların yapısını, ekonomiyi ve eğitimi de şekillendirmektedir. Bu yüzyılda 21. yy. becerileri, Endüstri 4.0 ve PISA gibi kavramlar ülkelerin sık sık gündeminde yer almakta ve tartışılmaktadır. Bu kavramlar hem ekonomi hem de eğitimle doğrudan ilişkilidir. Bu kavramlarla beraber disiplinlerin bütünleştirilmesi ve uygulanması eğitim dünyasında oldukça fazla tartışılmaktadır. Disiplinlerin bütünleştirilmesi ile ortaya çıkan en önemli yaklaşım da STEM (Science=Fen, Technology=Teknoloji, Engineering=Mühendislik, Mathematics=Matematik) eğitimi olarak karşımıza çıkmaktadır. STEM eğitimi ile ilgili bölüme geçmeden önce 21. yy. becerileri, PISA değerlendirme sınavı, Endüstri 4.0 kavramlarının ve içeriklerinin değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

21. Yüzyıl Becerileri

21. Yüzyıl becerileri olarak adlandırılan beceriler P21 (Partnership for 21st Century Learning) tarafından tanımlanmıştır (P21, 2018). Bu becerilerden en önemlileri İngilizce baş harfleri C ile başlayan ve 4C olarak ifade edilen iletişim kurma (communication), iş birliği yapma (collaboration), eleştirel düşünme (critical thinking) ve yaratıcılıktır (creativity).

Kaynakça

- Akgündüz, D. (2016a). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365-1377
- Akgündüz, D. (2016b). Yeni nesil okulda teknoloji entegrasyonu. Mustafa Yavuz (Ed.), *Yeni Nesil Okul-Araştıran Okul* (s.135-185). Konya: Eğitim Yayınları
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015a). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?][White Paper]*. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A. & Türk, Z. (2015b). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M. & Türk, Z. (2018). *STEM eğitiminin öğretim programına entegrasyonu: Çalıştay raporu*. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Common Core State Standards Initiative. (2010). *Common core state standards for mathematics*. <http://www.corestandards.org>
- EMO. (2018). TMMOB EMO Ankara Şubesi haber bülteni 2017/3. http://www.emo.org.tr/ekler/09287020c96f18a_ek.pdf?dergi=1111
- Holdren, J. P., Lander, E. S., & Varmus, H. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future (Executive Report)*. Washington, D.C.: President's Council of Advisors on Science and Technology.
- Maness, J. & Holtzin, R. K. (2015). STEM education for the 21st century and beyond. Opednews. http://www.opednews.com/articles/S-T-E-M-Education-For-the-by-Joe-Maness-Apps_Boeing_Education_Engineering-150110-854.html
- NASA. (2018a). History of national aeronautics and space administration. <http://history.nasa.gov/>
- NASA. (2018b). NASA Patents. <https://technology.nasa.gov/patents>
- NASA Education. (2018). NASA STEM Education. <http://www.nasa.gov/offices/education/about/index.html>
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12635>.
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2010). *Standards for K-12 engineering education?* Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12990>.
- National Academy of Engineering. (2004). *The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10999>.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering and mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>
- OECD. (2015). Education indicators in focus. [http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/EDIF%2031%20\(2015\)--ENG--Final.pdf](http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/EDIF%2031%20(2015)--ENG--Final.pdf)

- OECD. (2017). Share of new entrants to tertiary education, by field of study and gender. http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2017/c3-1-share-of-new-entrants-to-tertiary-education-by-field-of-study-and-gender-2015_eag-2017-table148-en
- OECD. (2018). Programme for international student assessment 2015. <http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>
- Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.
- P21. (2018). Partnership for 21st century learning 2015. http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf
- Pearson. (2018). ABD’de STEM kariyeri ile ilgili istatistiki bilgiler. STEM. <https://www.pearson.com/us/prek-12/why-choose-pearson/thought-leadership/stem.html>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania, *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- SIEMENS. (2013). Industrie 4.0 - The Fourth Industrial Revolution. <https://www.youtube.com/watch?v=HPRURtORnis>
- STEM OKULU. (2018). STEM Okulu. www.stemokulu.com.
- TTKB. (2018). Öğretim programları. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx>.
- TÜBİTAK. (2018). Türkiye bilimsel ve teknolojik araştırma kurumu: Destekler. <http://www.tubitak.gov.tr/tr/destekler/akademik/ulusal-destek-programlari>
- TÜSİAD. (2014). *STEM alanında eğitim almış iş gücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*. http://www.tusiad.org.tr/_rsc/shared/file/STEM-ipsos-rapor.pdf
- TÜSİAD. (2017). 2023’e doğru Türkiye’de STEM gereksinimi. http://tusiad.org/tr/tum/item/download/8649_50851324e41c6e46cab3e6ea3b37411a
- U.S. Department of Education. (2015). Science, technology, engineering and math: Education for global leadership. <http://www.ed.gov/stem>
- Voutour, J. (2014). What is STEM education? – Definition and programs. <http://championmovement.com/what-is-stem-education>
- WEF. (2016). The future of jobs. Global Challenge Insight Report. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf
- White House. (2018). USA R&D budgets. <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/Rdbudgets>
- Winonadailynews. (2011). What is STEM education. http://www.winonadailynews.com/news/local/ramaley-coined-stem-term-now-used-nationwide/article_457afe3e-0db3-11e1-abe0-001cc4c03286.html.

2. B Ö L Ü M

STEM'İN DOĞASI: AİLE BENZERLİĞİ YAKLAŞIMININ STEM EĞİTİMİNDE UYGULANMASI

Dr. Sibel Erduran

Profesör, Oxford Üniversitesi, İngiltere & Limerick Üniversitesi, İrlanda

Dr. Ebru Kaya

Doçent, Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Özet

Bu bölüm, fen eğitimine iki yönlü bir katkı sağlamaktadır. Hem STEM eğitimi alanyazınına bilimin doğası ile ilgili hem de bilimin doğası alanyazınına STEM eğitimi ile ilgili yeni bir yön çizmektedir. “Bilimin Doğası” fen eğitimi alanındaki önemli araştırma alanlarından biridir. Yapılan bazı araştırmalar bilimin doğasının anlaşılması veya bilimin doğasının öğretim programlarındaki içeriği ile ilgilidir. Bu araştırmalar bilimin doğasının fen derslerinde ve öğretim programlarında sınırlı bir şekilde yer aldığını vurgulamaktadır. Fen eğitiminde bilimin doğası Türkiye’de de son yıllarda araştırılan önemli bir alandır. Bu araştırmaların çoğu “Ortak Görüş” çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Son zamanlarda, fen eğitiminde bilimin doğasının yeniden kavramsallaştırılması üzerine yazılan bir kitapta (Erduran & Dagher, 2014a), “Ortak Görüş” sorgulanmış, bu görüşün eksik yönleri tartışılarak yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Erduran ve Dagher (2014a), bilimin birbiriyle uyum içerisinde işleyen farklı yönlerini bütünsel bir şekilde ortaya koyan Aile Benzerliği Yaklaşımı (ABY) Çarkını (Şekil 1) geliştirmiştir. ABY Çarkı, bilimin tüm bileşenlerinin birbirini etkilediğini göstermektedir. Her bir ABY bileşenini “Bilimin Üretken Görüntüleri” olarak isimlendirilen görsel araçlarla detaylandırmıştır. Bu araçlar STEM’i inceleme açısından meta araçlardır. Yani bir araya getirilen bu farklı alanları üst düzeyde analiz etme potansiyeline sahiptir. Sunulan görsel araçlar STEM’in doğası ile ilgili tartışmalara yol göstermesi açısından kullanılabilir. Bu bölümde, Aile Benzerliği Yaklaşımı’nın üç bileşeni STEM’in doğası bağlamında sunulmaktadır. Bu bileşenler bilimin amaç ve değerleri, bilimsel pratikler ve bilimsel bilgidir. Aile Benzerliği Yaklaşımı’nın STEM eğitiminde uygulanması aracılığıyla hem STEM’in hem de STEM’i oluşturan her bir alanın değerlendirilmesine katkı sunmaktadır.

Alanlararası Çalışmalar ve STEM

STEM’in tanımı araştırmaya ve kurumsal açılara dayalı olarak farklılaşabilmektedir. STEM’in ilk kullanımı 1990’larda Amerika’daki Ulusal Bilim Vakfı’nın (National Science Foundation, NSF) “Bilim (S), Matematik (M), Mühendislik (E) ve Teknoloji (T)” için kısaca ‘SMET’i kullanmaya başlamaları ile karşımıza çıkmış; SMET daha sonra STEM olarak değişmiştir (Sanders, 2009). STEM kelimesi ayrı olan bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarını bir araya getirmek amacıyla kullanılmıştır. Bazı araştırmacılar (Bybee, 2010) bu yaklaşımı eleştirmiş ve STEM okuryazarlığını desteklemek amacıyla öğretim programı, öğretim ve değerlendirmede bütünlük bir yaklaşım önermiştir. Böyle bir bütünlük

yaklaşım dünyanın her yerinde popülerite kazanmış ve öğretim programlarına girmeye başlamıştır. Okul eğitimi sisteminde bilimsel ve mühendislik pratiklerin öğrenimini ve öğretimini destekleyen Gelecek Nesil Bilim Standartları (*Next Generation Science Standards*, NGSS) (NGSS Lead States, 2013) bu öğretim programlarına örnek olarak verilebilir.

STEM'in genelde kabul gören bir tanımı şu şekildedir: STEM eğitimi; öğrencilere okul, toplum, iş ile STEM okuryazarlığının gelişimini sağlayan ve yeni ekonomide rekabet etme yeteneği sağlayan küresel girişim arasında bağlantılar sağlayan durumda bilimi, teknolojiyi, mühendisliği ve matematiği uyguladıkları için zor akademik kavramların gerçek dünya dersleriyle eşleştirildiği alanlararası bir öğrenme yaklaşımıdır (Tsupro, Kohler & Hallinen, 2009). STEM eğitimi STEM ile gerçek yaşam senaryolarını bağlayan disiplinlerarası bir öğrenme yaklaşımıdır. Geniş kapsamlı alanlararası araştırmaların fen eğitimi için önemi vurgulanmıştır (Erduran, 2013). STEM eğitimi temelde düz anlatım, yemek kitabı tarzındaki laboratuvar uygulamaları ve çalışma kâğıtlarına dayalı olan geleneksel konuların birleştirilmiş haline verilen yeni bir isim değildir. Gerçek bilginin öğrenimini desteklemez ve STEM ile ilgili mesleklerin eğitimi ile sınırlı değildir. STEM eğitimi tüm öğrencileri bilgi ekonomileri içerisindeki zorluklar ve fırsatlar için hazırlar. STEM öğretimiyle ilgili pedagojik yaklaşımlar da gerçek bilgilerin düz anlatım yoluyla aktarıldığı geleneksel modellere dayalı değildir. Dahası, STEM öğretim yaklaşımları öğrencilerin öğrenci merkezli aktif öğrenme ortamlarının parçası olan araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme ve problem çözme ile uğraşmaları için tasarlanmıştır (Eurydice, 2011).

STEM eğitimi Türkiye'de son yıllarda fen eğitimi araştırmalarında önemli bir yer edinmiştir (Akgündüz & Ertepinar, 2015). Diğer yandan "bilimin doğası" Türkiye'de araştırmaların hızla arttığı önemli bir alandır (Bilican, Özdem-Yılmaz, & Öztekin, 2014). Ancak ayrı olan bu iki alanyazının bir araya getirildiği araştırma çok sınırlıdır. Bu yüzden bu bölümde, STEM'in doğası, fen eğitimi bağlamında tartışılmış ve STEM eğitimine bilimin doğası açısından farklı bir bakış açısı getirmek hedeflenmiştir. Erduran ve Dagher (2014a) bilimin birbiriyle uyum içerisinde işleyen farklı yönlerini bütünsel bir şekilde ortaya koyan Aile Benzerliği Yaklaşımı'nı geliştirmiştir. Bu bölümde, Aile Benzerliği Yaklaşımı'nın üç bileşeni STEM'in doğası bağlamında sunulmaktadır. Bu bileşenler bilimin amaç ve değerleri, bilimsel pratikler ve bilimsel bilgidir. Aile Benzerliği Yaklaşımı'nın STEM eğitiminde uygulanması aracılığıyla hem STEM'in hem de STEM'i oluşturan her bir alanın değerlendirilmesine katkı sunmaktadır.

Kaynakça

- Akgündüz, D. & Ertepinar, H. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu. İstanbul Aydın Üniversitesi, ISBN: 978-6054303403.
- Aksöz, B., Kaya, E., Erduran, S., Akgün, S., & Taş, T. (2016). *Pre-service science teachers' perceptions of the nature of science: An investigation based on the Family Resemblance Approach*. III. International Eurasian Educational Research Congress, Muğla, Türkiye.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- Aslan, O. & Taşar, M. F. (2013). How do science teachers view and teach the nature of science? A classroom investigation, *Education and Science*, 38(167), 65-80.
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bilican, K., Özdem-Yılmaz, Y. & Öztekin, C. (2014). Tracking the footprints of nature of science in the path of learning how to teach it. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(6), 595-608.
- Brey, P. (2000). Theories of technology as extension of human faculties, in Mitcham, C. (Ed.), *Metaphysics, Epistemology, and Technology (Research in Philosophy and Technology, Vol. 19)*, Amsterdam: JAI, s. 59-78.
- Çakıroğlu, J., Doğan, N., Bilican, K., Çavuş, S., & Arslan, O. (2009). Influence of in-service teacher education program on science teachers' views of nature of science. *The International Journal of Learning*, 16(10), 597-606.
- Erduran, S. (2013). Fen bilimlerine alanlararası bakış ve eğitimde uygulamalar. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 43-49.
- Erduran, S. (2015). What do students learn about science in school? *Science*, 50(2), 32-33.

- Erduran, S. & Dagher, Z. (2014a). *Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other family categories*. Dordrecht: Springer.
- Erduran, S. & Dagher, Z. (2014b). Regaining focus in Irish junior cycle science: Potential new directions for curriculum development on nature of science. *Irish Educational Studies*, 33(4), 335-350.
- Erduran, S. (2014). A holistic approach to the atom. *Educacio Quimica EduQ*, 19, 39-42.
- Eurydice (2011). *Science education in Europe: National policies, practices and research*. Brussels: European Commission.
- Feibleman, J. K. (1983). *Technology and reality*. Dordrecht: Kluwer.
- Franssen, M. P. M. (2009). Analytic philosophy of technology in J. K. B. Olsen, S. A. Pedersen & V. F. Hendricks (Eds), *A Companion to the Philosophy of Technology*, Chichester: Wiley-Blackwell, s. 184-188.
- Irzik, G. & Nola, R. (2014). New directions for nature of science research. In M. Matthews, *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*, s. 999-1021. Springer.
- Kaya, E. & Erduran, S. (2015a). *Missing pieces and holes in the Turkish middle school science curriculum: Towards a reconceptualized holistic account of NOS*. International History, Philosophy and Science Teaching Biennial Conference, Rio de Janeiro, Brazil.
- Kaya, E. & Erduran, S. (2015b). *Parçalardan bütünlere: Bilimin doğasını kimya öğretim programında yeniden nasıl tanımlayabiliriz?* Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi, Ayvalık-Balıkesir.
- Kaya, E. & Erduran, S. (2016a). From FRA to RFN, or how the family resemblance approach can be transformed for curriculum analysis on nature of science. *Science & Education*, 25(9-10), 1115-1133.
- Kaya, E. & Erduran, S. (2016b). Yeniden kavramsallaştırılmış “aile benzerliği yaklaşımı”: Fen eğitiminde bilimin doğasına bütünsel bir bakış açısı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 76-89.
- Kaya, E. & Erduran, S. (2016c). *Nature of science in science education: A curriculum analysis based on the family resemblance approach*. III. International Eurasian Educational Research Congress, Muğla, Türkiye.
- Kaya, E. & Erduran, S. (2017). *A holistic view of nature of science in pre-service science teacher education*. Presentation at the European Science Education Research Association Conference, Dublin, Ireland.
- Kaya, E., Erduran, S., Akgun, S. & Aksoz, B. (2017). Öğretmen eğitiminde bilimin doğası: Bütünsel bir yaklaşım. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 464-501.
- Kuhn, T. (1962/1970). *The structure of scientific revolutions*. (2nd ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Leden, L., Hansson, L., Redfors, A. & Ideland, M. (2015). Teachers' way of talking about nature of science and its teaching. *Science & Education* 4(9), 1141-1172.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Meijers, A. (Ed.) (2009). *Philosophy of technology and engineering sciences*. Handbook of the Philosophy of Science. Boston: Elsevier.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013a). *İlköğretim fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7. ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013b). *Ortaöğretim kimya dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- Mitcham, C. (1999), *Thinking through Technology: The path between engineering and philosophy*, University of Chicago Press, Chicago, s. 19-38.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Retrieved from <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>

- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania, *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sarıbaşı, D. & Ceyhan, G. D. (2015). Learning to teach scientific practices: Pedagogical decisions and reflections during a course for pre-service science teachers. *International Journal of STEM Education*, 2(7), DOI: 10.1186/s40594-015-0023-y.
- Tsupros, N., Kohler, R. & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*, Department for STEM Education and Leonard Gelfand Department for Service Learning and Outreach, PA: Carnegie Mellon University.

3. B Ö L Ü M

BİLİM VE TEKNOLOJİ ÇALIŞMALARINDA DİSİPLİNLERARASI YAKLAŞIMLAR: ÖĞRENME ORTAMLARININ TASARIMI

Dr. Mehmet C. Ayar

Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Dr. Buğrahan Yalvaç

Doçent, Texas A&M Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Özet

Bu çalışmada ana amaç, bilim ve teknoloji çalışmalarında Laboratuvar Çalışmalarına odaklanarak yükseköğretim düzeyinde gerçekleştirilen Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) alanlarındaki çalışmaları epistemolojik, materyal kültür, sosyolojik, kültürel ve bilişsel açıdan incelemektir. Diğer bir amaç ise, uygulama toplulukları kavramının Laboratuvar Çalışmalarındaki yerini ve önemini açıklamaktır. Uygulama toplulukları, öğrenme ve araştırma süreçlerinin sürdürülebilir kılınması sağlar. STEM eğitiminin amacına hizmet etmek için STEM öğrenme ortamlarının tasarlanmasında Laboratuvar Çalışmaları ve uygulama toplulukları kavramları önemli rol oynar. Bu çalışmanın sonunda öğrenme ortamlarının tasarımında hesaplamalı modelleme ve hesaplamalı düşünme becerilerinin dikkate alınması ve bu kapsamda zenginleştirmelerin yapılması önerilmektedir.

Giriş

Bilim, teknoloji ve ekonomi alanlarındaki ülkelerarası rekabet, reformlar yapmayı ve yeni eğitim stratejileri geliştirip uygulamayı gerektirmiştir (American Association for Advancement of Science [AAAS], 1993; National Research Council [NRC], 2003; Next Generation Science Standards Lead States, 2013). Son on yıl içinde, öncelikle Amerika Birleşik Devletleri'nde, okul-üniversite-toplum iş birliği çerçevesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinde bilgi düzeyleri yüksek bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmıştır (NRC, 2011). Erken yaşta itibaren bireylerin eleştirel düşünme, etkili iletişim kurma, problem çözme ve hesaplamalı düşünme gibi becerilere sahip olmasının bilimsel liderlik ve ekonomik kalkınma için önemli olduğu vurgulanmıştır (Bybee, 2010; NRC, 2010, 2011).

Yeni çalışmalar öğrenmenin tanımını farklı yapmaktadır. Örneğin, öğrenme bireylerin bir topluluk içinde günlük etkinliklerini gerçekleştirebilmesi, birbirleri arasında sosyal etkileşimler kurabilmesi, öz-kimlik geliştirebilmesi, kişisel geçmiş oluşturabilmesi ve topluluğa üyeliğini devam ettirebilmesi olarak tanımlanır (Barab ve Duffy, 2000; Bransford, Brown ve Cocking, 2000; Collins, 2006; Lave ve Wenger, 1991; Wenger, 1998, 2010). Öğrenme, bilgiyi hatırlayabilme ya da kişinin tek başına bir iş yapabilmesi şeklinde tanımlanmaz. Aslında öğrenmenin bireylerin bir topluluk içinde kültürel etkinliklere girmesi, topluluğun bir hedefe ulaşmak için belli kurallar geliştirmesi ve kullanması, bilgi ve teknikleri zaman ile edinmesi ve uygulaması, sosyal öğrenme sistemi içinde roller ve sorumluluklar edinmesi ve paylaşması, ortak dil ve araçlar geliştirmesi ve kullanması ile oluştuğu savunulur (Ayar, 2012; Boon ve Knuttila, 2009; Fogelberg ve Glimell, 2003; Nersessian ve Patton, 2009; Wenger, 1998). Öğrenme sistemlerinde gerçekleştirilen etkinliklerin sosyal, kültürel, epistemolojik, bilişsel, tarihsel, duyuşsal ve duygusal yönlerinin olduğuna dikkat çekilir. Bu yönler araştırma laboratuvarlarında bireylerin öğrenme ve araştırma süreçlerini anlamaya yönelik çalışmalar yürütülürken irdelenir (Nersessian, 2005, 2006, 2009; Paletz ve Schunn, 2010).

Bilim ve teknolojideki ilerlemeler, fen bilimleri ve mühendislik alanlarında uğraşan araştırmacıların öğrenme ve araştırma biçimlerini etkilediği ve değişik stratejiler ve yöntemler geliştirerek bilimsel etkinlikleri sürdürebildiklerini göstermiştir (Ayar, 2012; Ayar ve Yalvac, 2011; Nersessian, 2009). Geliştirilen teknolojik araçlar ve inovatif teknikler/metotlar bilimsel uygulamaların gelişmesini sağlarken bir yandan da araştırma gruplarının değişmesine ve gelişmesine neden olabilir (Nersessian, 2009; Sismondo, 2010; Traweek, 1988). Bu bakımdan bilim ve teknoloji alanlarındaki bilgilerimiz ders kitaplarından ve öğretmenlerden öğrenilenler ile sınırlı değildir. Bilim ve teknoloji hakkındaki bilgimiz ve tecrübemiz bir bakıma bilimsel araştırma sürecinin ürünü olan bilgi ve teknikleri içerir. Kuhn'un attığı güncel bilim (normal science) kapsamındaki bilgi ve teknikler öğretilir (Kuhn, 1962). Hâlbuki bilimsel uygulamaların çok yönlü olduğu ve hayatımızı dolaylı veya dolaysız etkilediği ve günlük yaşantımızda yer edindiği bilinir. Kısacası bilim ve teknolojinin epistemolojik, sosyolojik, kültürel, tarihsel, bilişsel, ekonomik ve politik yönleri günlük yaşantımızda yer edinir. Herhangi bir problem ile karşılaştığımızda bilim ve teknolojiyi kullanırken toplum üzerindeki olası etkilerini düşünmemiz gerekebilir. Ya da bilimsel ve teknolojik bir gelişmenin topluma kazandıracağı veya etkileyeceği etkiler çeşitlenir. Bu bakımdan bilim ve teknolojinin farklı yönlerini ve etkilerini araştırmak farklı alanlardaki bilim insanlarının (felsefeci, sosyolog, antropolog, tarihçiler vb.) uzmanlık alanına girmiştir. Kuzey Amerika'da ve Avrupa'da hızla yerleşen Bilim ve Teknoloji Çalışmaları (BTÇ) Yaklaşımı doğmuştur (Sismondo, 2010). BTÇ yaklaşımı, bilim ve teknolojinin köklerini, dinamiklerini ve sonuçlarını anlamamıza yardımcı olan disiplinlerarası bir çalışma alanıdır. BTÇ yaklaşımı kapsamında değerlendirebileceğimiz farklı çalışma alanları vardır. Ancak burada *Laboratuvar Çalışmalarına* (Laboratory Studies) değinilecektir.

Bu çalışmanın amacı, BTÇ yaklaşımı kapsamında Laboratuvar Çalışmalarına odaklanarak yükseköğretim düzeyinde gerçekleştirilen STEM alanlarındaki çalışmaların epistemolojik, materyal kültür, sosyolojik, kültürel ve bilişsel açıdan incelemektir. Bu çalışmaların araştırma ve öğrenme boyutlarını açığa çıkartarak STEM alanları ve STEM eğitimi kapsamındaki anlamalarımıza katkı sağlamak amaçlanmıştır. Ayrıca, öğretmenlere örnek ders planları sunarak STEM eğitimine ilişkin anlamaları desteklenmek istenmiştir (Ek-1, 2,3).

Kaynakça

- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- Ayar, M.C. (2012). *Ethnographic studies of school science and science communities*. Unpublished doctoral dissertation, Texas A&M University, Texas.
- Ayar, M. C. & Yalvac, B. (2010). A sociological standpoint to authentic scientific practices and its role in school science teaching. *Ahi Evran Univ. Kırşehir Journal of Education (KEFAD)*, 11(4), 113-127.
- Ayar, M.C. & Yalvac, B. (2016). Lessons learned: Authenticity, interdisciplinarity, and mentoring for STEM learning environments. *The International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 30-43.
- Ayar, M.C. (2015). Engineering design at first-hand and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6), 1655-1675.
- Ayar, M.C., Aydeniz, M., Yalvac, B. (2015). Critical analysis of science activities in force and motion concepts: Immersion unit design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 95-121.
- Ayar, M. C., Bauchspies, W. K., Yalvac, B. (2015). Examining interpretive studies of science: Meta ethnography. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(1), 253-265.
- Ayar, M.C., Yalvac, B., Stiles, T. (2009). Undergraduate students learning science in a research program: An ethnographic study. Paper presented at the biennial meeting of the European Science Education Research Association (ESERA), Istanbul, Turkey: August 31-September 4, 2009.
- Ayar, M.C. & Yalvac, B. (2011). The cognitive and socio-cultural characteristics of a scientific-engineering community: Implications for STEM education. Paper presented at the biennial meeting of the European Science Education Research Association (ESERA), Lyon, France: September 5-9, 2011.
- Barab, S.A. & Duffy, T.M. (2000). From practice fields to communities of practice. In D.H. Jonassen, & S.M. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments* (pp. 25-55). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bauchspies, W.K., Croissant, J., & Restivo, S. (2006). *Science, technology, and society. A sociological approach*. Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Barr, V. & Stephenson, C. (2011). What is involved and what is the role of the computer science education community? *The ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
- Bloor, D. (1991). The strong program in the sociology of knowledge. In D. Bloor (Ed.), *Knowledge and Social Imagery* (2nd ed., pp. 2-23). Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Boon, M. & Knuttila, T. (2009). Models as epistemic tools in engineering sciences. In A. Meijers (Ed.), *Handbook of The Philosophy of Science: Philosophy of Technology and Engineering Sciences* (pp. 693-724). Burlington, MA: North Holland.
- Bransford, J.D., Brown, A.L., & Cocking, R.R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- Bucciarelli, L. L. (1994). *Designing engineers*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Buxton, C. A. (2001). Modeling science teaching on science practice? Painting a more accurate picture through an ethnographic lab study. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 387-407.
- Bybee, R. (2010). *The teaching of science: 21st-century perspectives*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Collins, H. M. (1985). *Changing order: Replication and induction in scientific practice*. London, Sage.
- Collins, A. (2006). Cognitive Apprenticeship. In R.K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 47-77). New York, NY: Cambridge University Press.
- Crnkovic, G. D. (2010). Constructive research and info-computational knowledge generation. In L. Magnani, W. Carnielli, & C. Pizzi (Eds.), *Model based reasoning in science and technology: Abduction, logic and computational discovery* (pp. 359-380). Heidelberg, Germany: Springer.

- DiSessa, A. A. (2000). *Changing minds: Computers, learning, and literacy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Feldman, A., Divoll, K., & Rogan-Klyve, A. (2009). Research education of new scientists: Implications for science teacher education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 442-459.
- Fogelberg, H. & Glimell, H. (2003). *Bringing visibility to the invisible: Towards a social understanding of nanotechnology*. Göteborg, Sweden: Göteborg University Press.
- Kelly, G.J., Carlsen, W.S., & Cunningham, C.M. (1993). Science education in sociocultural context: Perspectives from the sociology of science. *Science Education*, 77, 207-220.
- Klein, J. T. (2005). Interdisciplinary teamwork: The dynamics of collaboration and integration. In S. J. Derry, C. D. Schunn, & M. A. Gernsbacher (Eds.), *Interdisciplinary collaboration: An emerging cognitive science* (pp. 23-50). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Knorr-Cetina, K. (1981). *The manufacture of knowledge: An essay on the constructivist and contextual nature of science*. Oxford, UK: Pergamon.
- Knorr-Cetina, K. D. (1983). The ethnographic study of scientific work: Toward a constructivist interpretation of science. In K. Knorr-Cetina, & M. Mulkay (Eds.), *Science observed: Perspectives on the social study of science* (pp. 115-140). Beverly Hills, CA: Sage.
- Knorr-Cetina, K. (1995). Laboratory studies: The cultural approach to the study of science. In S. Jasanoff, G. E. Markle, J. C. Peterson, & T. J. Pinch (Eds.), *Handbook of science and technology studies* (pp. 140-166). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Knorr-Cetina, K. (1999). *Epistemic cultures: The cultures of knowledge societies*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Knorr-Cetina, K. (2001). Laboratory studies: Historical perspectives. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 8232-8238). Amsterdam, the Netherlands: Elsevier. doi:10.1016/B0-08-043076-7/03175-2
- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions* (1st ed.). Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Langley, P. & Shrager, J. (2002). Computational discovery of communicable scientific knowledge. In L. Magnani, N.J. Nersessian, & C. Pizzi (Eds.), *Logical and computational aspects of model-based reasoning* (pp. 201-225). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
- Lazaro, M. & Marcos, E. (2005). Research in software engineering: Paradigms and methods. In J. Castro, & E. Teniente (Eds.), *Proceedings of the CAiSE 05 Workshops* (Vol. 2, pp. 517-522). Porto, Portugal: FEUP.
- MacLeod, M. & Nersessian, N.J. (2017). Interdisciplinary problem-solving: Emerging modes in integrative systems biology. *European Journal of Philosophy of Science*, 6(3), 401-418.
- Merton, R. K. (1973). *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Miller, J. H. & Page, S.E. (2007). *Complex adaptive systems: An introduction to computational models of social life*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- National Research Council (2003). *Beyond the molecular frontier: Challenges for chemistry and chemical engineering*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine. (2005). *Facilitating Interdisciplinary Research*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11153>.
- National Research Council. (2011). *Report on a workshop on the scope and nature of computational thinking*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press.

- Nersessian, N. J. (2005). Interpreting scientific and engineering practices: Integrating the cognitive, social, and cultural dimensions. In M. Gorman, R. Tweney, D. Gooding, & A. Kincannon (Eds.), *Scientific and technological thinking* (pp. 17-56). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Nersessian, N. J. (2006). The cognitive-cultural systems of the research laboratory. *Organization Studies*, 27, 125-145.
- Nersessian, N. J. (2009). How do engineering scientists think? Model-based simulation in biomedical engineering laboratories. *Topics in Cognitive Science*, 1, 730-757.
- Nersessian, N. J. (2012). Modeling practices in conceptual innovation: An ethnographic study of a neural engineering research laboratory. In Feest, U. & Steinle, F. (Editors), *Scientific Concepts and Investigative Practice* (pp. 245-269). Berlin: DeGruyter.
- Nersessian, N.J. & Patton, C. (2009). Model-based reasoning in interdisciplinary engineering. In A. Meijers (Ed.), *Handbook of the philosophy of science: Philosophy of technology and engineering sciences* (pp. 727-757). Burlington, MA: North Holland.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: NAP.
- Latour, B. & Woolgar, S. (1986). *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Lynch, M. (1985). *Art and artifact in laboratory science: A study of shop work and shop talk in a research laboratory*. Boston, MA: Routledge & Kegan Paul.
- Osbeck, L.M., Nersessian, N.J., Malone, K.R., & Newstetter, W. C. (2011). *Science as psychology. Sense-making and identity in science practice*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Paletz, S. B. F. & Schunn, C. (2010). A social-cognitive framework of multidisciplinary team innovation. *Topics in Cognitive Science*, 2, 73-95.
- Paletz, S. B. F. & Schunn, C. (2010). A social-cognitive framework of multidisciplinary team innovation. *Topics in Cognitive Science*, 2, 73-95.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic books.
- Restivo, S. & Zenzen, M. (1982). The mysterious morphology of immiscible liquids: A study of scientific practice. *Social Science Information*, 21(3), 447-473.
- Roth, W-M. (1998). *Designing communities*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
- Roth, W-M., McGinn, M.K. (1997). Graphing: Cognitive ability or practice? *Science Education*, 81, 91-106.
- Roth, W. M. (2009). Radical uncertainty in scientific discovery work. *Science, Technology & Human Values*, 34, 313-336.
- Ruivenkamp, M. & Rip, A. (2010). Visualizing the invisible nanoscale study: Visualization practices in nanotechnology community of practice. *Science Studies*, 23(1), 3-36.
- Pickering, A. (1992). *Science as practice and culture*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Pickering, A. (1995). *The mangle of practice: Time, agency, and science*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Sismondo, S. (2010). *An introduction to science and technology studies* (2nd ed.). West Sussex, UK: John Wiley & Sons.
- Star, L. S. & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, translations and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's museum of vertebrate zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420.
- Vinck, D. (2003). *Everyday engineering: An ethnography of design and innovation*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Traweek, S. (1988). *Beamtimes and lifetimes: The world of high energy physicists*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning and identity*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W.M. (2002). *Cultivating communities of practice*. Boston, MA: Harvard Business School Press.

- Weinstein, M. (2008). Finding science in the school body: Reflections on transgressing the boundaries of science education and the social studies of science. *Science Education*, 92, 389-403.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Zenzen, G. & Restivo, S. (1982). The mysterious morphology of immiscible liquids: A study of scientific practice. *Social Science Information*, 21, 447-473.

4. B Ö L Ü M

GİRİŞİMCİLİK VE STEM EĞİTİMİ

Dr. Sedat Uçar

Doçent, Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Özet

Güncel bilimsel ve teknolojik gelişmelerin sonucunda yaşantımız, eğitim ihtiyaçlarımız ve eğitim programlarımız yeniden şekillenmektedir. Bu gelişmelerin en güncel sonuçlarından bir tanesi de STEM eğitimi yaklaşımının eğitim ortamlarında oldukça yüksek ilgi görmesi ve öğretim programlarına girmesidir. Bireylerin ve toplumların gelişiminde STEM çalışma alanlarının ve öğretiminin vazgeçilmezliği artık tartışılmazdır. Son on yıllık dönemde STEM eğitimi yaklaşımı eğitim programlarına köklü değişimler getirmiştir. Değişen dünyanın öğretim yaşantımıza kattığı diğer bir kavram da girişimciliktir. Birçok araştırma 21. yy. insanının sahip olması gereken beceriler arasında girişimcilik becerilerine yoğun vurgu yapmaktadır. Bu bölümde girişimcilik eğitiminin farklı bakış açılarından tanımı yapıldıktan sonra STEM eğitimi uygulamaları ve girişimcilik kavramlarının birbirleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Girişimcilik ve STEM eğitiminin etkili öğretimi için gerekli pedagojik yaklaşımlar hakkında yapılan bilgilendirmenin ardından öğretmenlere öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, girişimcilik, fen öğretimi.

Girişimcilik Eğitimi

21. yy. becerileri, günümüz insanının sosyal yaşam ve iş yaşamında etkili olarak varlığını sürdürebilmesi için gerekli olan becerilerdir. Bireyler bu becerileri örgün ve yaygın eğitim ortamlarında; örgün eğitimde genellikle zorunlu eğitimin kapsadığı süre içerisinde, yaygın eğitimde ise hayat boyu öğrenme programları kapsamında oluşturulan öğrenme ortamlarında kazanabilmektedir. Bu beceriler durağan bir yapıda olmayıp çağın ihtiyaçları ve teknolojik ilerlemeyle beraber şekillenmekte ve değişmekte, dolayısıyla yakın geçmişte sahip olunması gerekenden farklılık gösteren beceriler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konuda en somut örnek olarak bilgisayarların modern yaşamın her alanına girmesi gösterilebilir. Bunun sonucu olarak bireyler 20-30 yıl öncesi ihtiyaç duydukları becerilerden çok farklı beceriler kazanmak zorunda kalmıştır. Bilgisayarların yaygınlaşmasına paralel olarak iş üretme şekillerimiz ve meslek türleri de farklılaşmıştır. 21. yy. becerileri olarak sunulan beceriler; yaşam ve kariyer, öğrenme ve yenilik, bilgi medya ve teknoloji olarak 21. yy. çerçeve belgesinde sunulmuştur (Partnership for 21st Century Skills, P21, 2007). Bu beceriler çeşitlilik göstermesine rağmen belirli anahtar beceriler daha öne çıkmakta ve diğer becerileri kapsayıcı veya yol gösterici nitelikler göstermektedir. Bu niteliklere sahip en kapsamlı becerilerden bir tanesi de girişimciliktir.

21. yy. becerilerinin yanında farklı kurum ve organizasyonlar girişimcilik konusuna vurgu yapmakta ve girişimciliği ön plana çıkarmaktadırlar. Avrupa Birliği (AB) tarafından yayınlanan ve 2020 hedefleri olarak belirtilen 8 anahtar bileşen

arasında da girişimcilik yer almaktadır. Bu 8 anahtar bileşenden birisi 7. bileşen olan “İnisiyatif alma ve Girişimcilik Duygusu”dur (European Commission, 2006). “Eğitim ve Öğretimde İşbirliği için Stratejik Çerçeve” başlıklı dokümanda da AB Konseyi sonuç bildirgesinde belirtilen eğitim ve öğretim 2020’nin 4 ana hedefinden bir tanesinin de eğitim ve öğretimin her aşamasında girişimciliğin teşvik edilmesi ve bu alanda üye ülkeler arasında iş birliği yapılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (AB, 2014). Görüldüğü üzere birçok ülkenin eğitim politikalarına yön veren uluslararası rapor ve dokümanlarda girişimcilik gelecek nesillerin şekillenmesinde önemli bir beceri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Girişimcilik “bir bireyin fikirlerini eyleme dönüştürmesi; yaratıcılık, yenilik, risk alma ve bir amaca ulaşmak için projelendirme ve projeyi yönetebilme becerisi” olarak tanımlanmaktadır.

European Commission, 2006

Girişimciliğin nasıl tanımlandığının açıklığa kavuşturulması gerekmektedir çünkü tanımlamada farklı yaklaşımlar görülmektedir ve bu farklılaşma öğretim uygulamalarında kendini göstermektedir. Genellikle girişimcilik becerileri ticarî faaliyetleri ön planda tutmasına rağmen Avrupa Komisyonunun tanımlaması girişimciliği sadece ticarî faaliyetler ile sınırlandırmayıp, gündelik ve mesleki yaşantısında bireyin sahip olması gereken bilgi, beceri ve tutumlar olarak sunmaktadır (European Commission, 2014). Girişimcilik sadece ekonomi ve işletme ile ilgili bir terim olmaktan çıkıp sosyoloji, psikoloji ve eğitim gibi disiplinlerde de çalışma alanı bulmaktadır (Anette, 2011). Girişimcilik Avrupa Komisyonu (European Commission, 2006, s.17) tarafından “bir bireyin fikirlerini eyleme dönüştürmesi; yaratıcılık, yenilik, risk alma ve bir amaca ulaşmak için projelendirme ve projeyi yönetebilme” becerisi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımda vurgulanan girişimcilik eylemi bireyin sadece özel yaşantısında, kendi evinde ve sosyal çevresinde değil, iş ortamında da toplumsal ve bireysel fayda sağlayacak fırsatların farkında olması veya yaratmasının önemini vurgulamaktadır. Yine aynı belgede girişimcilik ile ilgili bilgi, beceri ve tutumlar da vurgulanmıştır. Girişimcilik ile ilgili sahip olunması gereken becerileri içeren bir model Heinonen ve Poikkijoki’den (2006) adapte edilerek “Entrepreneurship Education at School in Europe” (2012, s.19) belgesinde yayınlanmıştır. Bu modele göre girişimcilik için tutum, bilgi ve beceriler listelenmiştir.

Tutum: Öz-farkındalık, özgüven, inisiyatif almak, risk almak, eleştirel düşünme, problem çözme.

Bilgi: Kariyer seçenekleri, iş dünyası, ekonomik okuryazarlık, işletme organizasyonu ve süreci.

Beceri: İletişim, temsiliyet, planlama, takım çalışması, fırsatları keşfetme.

Yukarıda sıralanan bilgi, tutum ve beceriler öğrenilebilir olgulardır. Bunun temel göstergelerinden bir tanesi ilk, orta ve yükseköğretim seviyelerinde girişimcilik temelli programlar, dersler veya ünitelerin okutulması ve her geçen gün bu uygulamaların sayısının artmasıdır. Dolayısıyla girişimci olunmaz girişimci doğulur (Fayolle and Gailly, 2008; Thompson, 2004) savının aksine girişimcilik uygun öğretim ortamlarında öğrenilebilir bir bilgi, tutum ve beceri bütünüdür (Hindle, 2007). Yapılan araştırmalarda girişimciliğe yönelik yapılan eğitimlerin bireylerin girişimciliklerini olumlu yönde değiştirdiği gözlenmiştir (Fayolle ve diğerleri, 2006; Kuratko, 2005; Oosterbeek ve diğerleri, 2010; Peterman and Kennedy, 2003; von Graevenitz ve diğerleri, 2010). Bu bağlamda Avrupa Birliği’nin temel hedefleri arasında yer alan girişimcilik eğitimi ilkokuldan üniversiteye ve ötesine yaşamın her aşamasında desteklenmelidir (European Commission, 2014).

Kaynakça

- Achor, E. E. & Wilfred-Bonse, K. U. (2013). The need to integrate entrepreneurship education into science education teachers’ curriculum in Nigeria. *Journal of Science and Vocational Education*, 7, 111-123.
- Agommuoh P. C., & Akanwa, U. N. (2014). Senior secondary school physics teachers assessment of entrepreneurial skills needed for global competitiveness. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 4(1), 25-29.
- Alvarez, S. A. & J. B. Barney. (2007). Discovery and creation: alternative theories of entrepreneurial action. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1 (1–2), 11–26.

- Anette, C. (2011). Mapping of teachers' preparation for entrepreneurship education. Final Report. San Fancisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Ardichvili, A., Cardozo, R. & Ray, S. (2003). A theory of entrepreneurial opportunity identification and development. *Journal of Business Venturing* 18 (1), 105–123.
- Avrupa Birliği [AB] (2014). *Eğitim ve Öğretim 2020 Bilgi Notu: Sosyal, Bölgesel ve Yenilikçi Politikalar Başkanlığı*. Erişim tarihi:10.12.2016, Web sitesi:http://www.ab.gov.tr/files/SBYPB/Egitim%20ve%20Kultur/web_egitim_ve_ogretim_2020_3_.pdf
- Baumol, W. J. (2004). Entrepreneurial enterprises, large established firms and other components of the free-market growth machine. *Small Business Economics*, 23(1), 9-21.
- Biz in a boxx. (2017). Web adresi: <https://www.bizinaboxx.com/stemcurriculum> Erişim tarihi: 15.10.2017
- Dancz, C. L. A., Plumlee, J. M., Bargar, D., Brunner, P. W., High, K. A., Klotz, L., & Landis, A. E. (2016), *A Rubric to assess civil engineering students' grand challenge sustainable entrepreneurship projects* Paper presented at 2016 ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, Louisiana.
- Deveci, İ. & Çepni, S. (2014). Entrepreneurship in science teacher education. *Journal of Turkish Science Education*, 11(2), 161-188.
- European Commission. (2014). Making progress in promoting entrepreneurial attitudes and skills through Primary and Secondary Education. Brussel, Belgium. Erişim tarihi:10.08.2017, Web sitesi:<http://europa.eu.int/comm/enterprise/entrepreneurship/index.htm>
- European Commission, (2007). Key competences for lifelong learning: European reference framework. Belgium.
- European Commission, (2006). Recommendation of the European Parliament and of the council on key competences for lifelong learning. *Official Journal of the European Union*, 394, 10-18.
- European Commission, (2014). *Entrepreneurship education: A guide for educators*. Erişim tarihi:08.08.2017, Web sitesi: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/7465>
- Fayolle, A., Gailly, B. & Lassas-Clerc, N. (2006). Assessing the impact of entrepreneurship education programmes: a new methodology. *Journal of European Industrial Training*, 30(9), 701-720.
- Fayolle, A. & Gailly, B. (2008). From craft to science: Teaching models and learning processes in entrepreneurship education. *Journal of European Industrial Training*, 32(7), 569-593.
- FSWC. (2016). What is STEM? Erişim tarihi: 10.08.2017, Web sitesi: <http://www.fsw.edu/wp/lchs/about/>
- Harlen, W. & Holroyd, C. (1997). Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19(1), 93–105.
- Hayat Boyu Öğrenme Strateji Belgesi. (2009). Erişim tarihi:10.08.2017, Web sitesi: <http://mesbil.meb.gov.tr/genel/hayat%20boyu%20öğrenme%20dokuman.pdf>
- Jones, M.G. & Carter, G. (2007). *Science teacher attitudes and beliefs*. In: Abel S (ed) Handbook of research on science teaching. Lawrence Erlbaum, Mahway.
- Kirzner, I. (1978). *Competition and entrepreneurship*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Kleine, R.E. & Yoder, J.D. (2011). Operationalizing and assessing the entrepreneurial mindset: A rubric based approach. *The Journal of Engineering Entrepreneurship*, 2(2), 57-86.
- Kuratko, D.F. (2005). The emergence of entrepreneurship education: development, trends and challenges. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 29(5), 577-597.
- MacLeod, I. (2009). The education of innovative engineers. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 17(1), 21–34.
- Mäkimurto-Koivumaa, S. & Belt, P. (2015). About, for, in or through entrepreneurship in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 41(5), 512-529.

- Margaret E. Blume-Kohout, (2014). *Understanding the gender gap in STEM fields entrepreneurship*. Erişim tarihi:21.10.2017, Web sitesi: <https://www.sba.gov/sites/default/files/rs424.pdf>
- Middleton, K. E., Mueller, S., Blenker, P. Neergaard, H. & Tunstall, R. (2014). Experience-based learning in entrepreneurship education - a comparative study of four programmes in Europe. *Research in Entrepreneurship and Small Business*, 18, 1-15.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2017a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Erişim tarihi:10.09.2017, Web sitesi: <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=143>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2017b). *Ortaöğretim kurumları haftalık ders çizelgesi*. Erişim tarihi:10.09.2017, Web sitesi: ttkb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_06/13095433_ortogretim_hdc.rar
- Mitchelmore, S. & Rowley, J. (2010). Entrepreneurial competencies: a literature review and development agenda. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 16, 2, 92-111.
- Morrison, J. (2006). *STEM education monograph series: Attributes of STEM education*. Teaching Institute for Essential Science, Baltimore, MD.
- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE ve NRC] (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press. Erişim tarihi:10.09.2017, Web sitesi: www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards
- Observatory. (2016). *The global race for STEM skills*. Erişim tarihi:09.09.2017, Web sitesi: www.obhe.ac.uk/newsletters/borderless_report_january_2013/global_race_for_stem_skills
- Oosterbeek, H., van Praag, M. & Ijsselstein, A. (2010). The impact of entrepreneurship education on entrepreneurship skills and motivation. *European Economic Review*, 54(3), 442-454.
- Partnership for 21st Century Skills. (2007). *Framework for 21st century learning*. Erişim tarihi:23.10.2017, Web sitesi: http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_framework_0816.pdf
- Peterman, N.E. & Kennedy, J. (2003). Enterprise education influencing students' perceptions of entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 28(2), 129-144.
- Pihie, Z. A. L. & Bagheri, A. (2011). Are teachers qualified to teach entrepreneurship? Analysis of entrepreneurship attitude and self-efficacy. *Journal of Applied Science*, 11(18), 3308-3314.
- Salminen, L., Lindberg, E., Gustafsson, M.-L., Heinonen, J. & Leino-Kilpi, H. (2014). Entrepreneurship education in health care education. *Education Research International*, 2014(ID:312810), 1-8.
- Sarasvathy, S. D. (2001). Causation and effectuation: toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. *The Academy of Management Review*, 26 (2), 243-263.
- Seikkula-Leino, J. (2007) *Opetussuunnitelma uudistus ja yrittäjyyskasvatuksen toteuttaminen*. Opetusministeriön julkaisu 2007:28, Helsinki: Yliopistopaino.
- Seikkula-Leino, J., Ruskovaara, E., Ikavalko, M., Mattila, J., & Rytölä, T. (2009). Teachers' reflections about entrepreneurial Education. *13th EARLI Conference*, Amsterdam, the Netherlands, August 25-29.
- Shaywitz, D. A., (2005). Entrepreneurs: the missing link in the training of medical scientists. *Nature Biotechnology*, 23(11), 1447-1448.
- Skamp, K. (1989). General science knowledge and attitudes towards science and science teaching of pre-service primary teachers: implications for pre-service science units. *Research in Science Education*, 19, 257-267.
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*. Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach, Carnegie Mellon University, Pennsylvania.

Ulvenblad, P., Berggren, E. & Winborg, J. (2013). The role of entrepreneurship education and start-up experience for handling communication and liability of newness. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research*, 19(2), 187-209.

Von Graevenitz, G., Harhoff, D. & Weber, R. (2010). The effects of entrepreneurship education. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 76(1), 90-112.

5. B Ö L Ü M

STEM EĞİTİMİNDE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI

Dr. Pınar Çavaş

Doçent, Ege Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Dr. Bülent Çavaş

Profesör, Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi

Özet

Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir araya getirilip, ilişkili ve amaçlı bir şekilde bütünleştirilmesi STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimi için oldukça önemli ve gereklidir. Son yıllarda fen eğitimi ile ilgili yürütülen araştırmalar, genellikle STEM eğitiminin sınıf içi uygulamalarında fen ve matematik alanlarına ilişkin bilgi ve becerilere daha fazla önem verildiğini göstermektedir. Oysaki günümüz dünyasında bireylerden bu temel bilgi ve becerilere sahip olmaları değil, özellikle günlük yaşamalarında karşılaştıkları problemlerin çözümünde mühendislik ve teknolojik tasarım süreçlerini de kullanmaları beklenmektedir. Dolayısıyla fen eğitiminin özellikle fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını bir araya getirecek şekilde yeniden düzenlenmesi 21. Yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi açısından önemlidir. STEM eğitime dayanan programlarda öğrenim görmekte olan öğrencilerin, daha iyi yaşam becerileri geliştirmeleri, daha iyi problem çözücü olmaları, temel fen bilimleri kavramlarını konularını daha iyi anlamaları beklenmektedir. Bu bölümde STEM eğitiminin sınıf içerisinde mühendislik tasarım süreçleri göz önüne alınarak nasıl tasarlanması gerektiği açıklanmaya çalışılmıştır. Bunun için öncelikle STEM ve mühendislik tasarım süreçleri ile ilgili genel bilgiler verilmiş, daha sonra mühendislik tasarım sürecinden bahsedilmiş ve en son olarak da öğretmenlerin sınıf içerisinde uygulayabilecekleri örnek bir etkinlik önerisine yer verilmiştir.

Giriş

Günümüzde hızla değişen ve gelişen dünyaya uyum sağlayabilmek için, toplumların özellikle bazı öncelikli alanlarda problem çözebilen ve yenilik üretebilen bireylere ihtiyaçları vardır. Bu öncelikli alanların başında da fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları gelmektedir. İçinde bulunduğumuz bilgi ve teknoloji çağı, bireylerden hem günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemleri çözmelerini hem de yaşadıkları çevreye ve ülkeye karşı sorumluluk bilinciyle kişisel katkı sunmalarını destekleyen becerilere sahip olmalarını gerektirmektedir. Eğitim alanında son yıllarda yapılan çalışmalar, toplumların hedeflediği bireylerin yetiştirilmesinde özellikle eğitim programlarının yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ve oluşturulacak öğrenme ortamlarının öğrencilerin 21. Yüzyıl bilgi ve becerilerini arttıracak şekilde tasarlanması gerektiği fikrini ortaya koymuştur. Bu nedenle pek çok ülke eğitim programlarını bu yüzyılın gereksinim duyduğu bireylerin yetiştirilmesini sağlamak üzere yeniden yapılandırmakta ve özellikle fen eğitiminde

disiplinlerarası bütüncül bir yaklaşımı benimseyen program içerikleri oluşturmaktadır (Dugger, 2010; NAE, 2010; NAE ve NRC, 2009). Bu bütüncül yaklaşımların başında eğitimin tüm seviyelerini kapsayacak şekilde tasarlanmaya çalışılan ve fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (mathematics) disiplinlerinin entegrasyonuna dayanan STEM yaklaşımı gelmektedir (Bybee, 2010; Çorlu, 2014).

Eğitim ile ilgili son yıllarda yapılan en önemli reformlardan biri olan STEM eğitimi ile öğrencilerin fen ve matematik ile ilgili bilgi ve becerilerini arttırmak, teknolojik ve mühendislik tasarım süreçlerini fark etmelerini sağlamak, fen, matematik, teknoloji ve mühendislik gibi alanlara karşı olumlu tutumlara sahip olmalarını desteklemek ve de ileride bu alanlarla ilgili bir meslek seçmelerini sağlamak hedeflenmektedir (Akgündüz ve diğerleri, 2015; Akgündüz, 2016; NAE, 2009; NAS, 2006). STEM eğitimi ile öğrencilerin birden fazla disiplini kapsayan gerçek yaşam problemlerini çözmelerini ve disiplinlerarası ilişkiler kurmalarını sağlayacak öğrenme ortamları oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu öğrenme ortamlarında öğrencilerin iş birliği içerisinde çalışmaları ve her bir disiplin alanı için bir yeterlik geliştirmeleri beklenmektedir. Bunun nedeni 21. Yüzyıl'da öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri sosyo-bilimsel problem durumlarının STEM alanlarını içeren karmaşık problemler içermesi ve bu problemlerin çözümü için bu alanlara ait bilgi ve becerilerin bir arada kullanılmasının gerekliliğidir (Moore ve diğerleri, 2014; Wang, 2012). Bununla birlikte, sınıf içerisinde STEM entegrasyonunun nasıl yapılması gerektiği konusu henüz çok iyi tanımlanabilmiş ve sınırları çok iyi belirlenebilmiş bir alan değildir. Bu alandaki çalışmalara bakıldığında STEM eğitimi için en iyi modelin, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir araya getiren bütünleştirilmiş programların olduğu dikkati çekmektedir (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016). STEM eğitiminde bütünleştirilmiş yaklaşımını savunanlar, özellikle gerçek dünya problemlerini içeren konularla öğrencilerin ilgi, başarı ve motivasyonlarının artırılabilirliğini vurgulamakta ve bunun sonucunda da bu öğrencilerin gelecekte STEM alanlarıyla ilgili kariyer yapma olasılıklarının artacağını öne sürmektedirler (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014; Knezek, Christensen, Tyler-Wood ve Periathiruvadi, 2013). Bu bütünleştirilmiş programların oluşturulmasında özellikle mühendislik odaklı STEM uygulamalarının fen bilimleri programında yer alan konu ve kavramların öğretilmesinde anlamlı ve etkili bir yol olabileceği düşünülmektedir. Fen eğitiminin, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin entegrasyonunun sağlandığı bir bağlamda gerçekleştirilmesi fikri özellikle Ulusal Mühendislik Akademisi (NAE) ve Ulusal Araştırma Kurulu (NRC) tarafından 2009 yılında yayınlanan "K-12 Eğitiminde Mühendislik: Durumun Anlaşılması ve Beklentilerin Karşılanması" adlı raporda yerini bulmuştur (Ercan, 2014). Mühendislik odaklı STEM öğrenme ortamları, öğrencilerin günlük hayatlarında karşılaştıkları gerçek yaşam durumları ile ilgilidir ve öğrencilerin problemlerin birden fazla farklı çözümlerini kavramalarına yöneliktir (Bozkurt, 2014; Tsupros, Kohler ve Hallinen, 2009). Mühendislik tasarım süreçlerinin öğrenme ortamlarında kullanılması ile hem öğrencilerin mühendislik becerilerinin geliştirilmesi hem de fen ile ilgili temel kavram ve prensiplere ilişkin bilgilerin öğrenilmesi desteklenebilir. Ayrıca mühendislik tasarım süreçlerinin fen eğitiminde kullanılması öğrencilerin başta üst düzey düşünme, sorgulama ve bilimsel süreç becerileri ile karar verme becerilerinin gelişimi açısından da oldukça önemli görülmektedir (Bozkurt, 2014; Denson, 2011; Jonansen, 2011; NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012; Schnittka ve Bell, 2011). Yıldırım ve Altun (2015) ise STEM eğitimi ve mühendislik tasarım süreçlerinin birlikte kullanılmasının öğrencilerin eleştirel ve üst düzey düşünme becerilerini desteklediği, yaratıcılıklarının gelişmesine imkân sağladığı ve ayrıca öğrencilerin STEM eğitimi sayesinde disiplinlerarası bakış açısı kazanarak, mühendislik alanında dizayn etme ve prototip geliştirme olanağı sağladığını belirtmişlerdir.

Son yıllarda, hem Amerika hem de Avrupa Birliği'ne bağlı ülkelerde, STEM eğitimi ve Mühendislik uygulamalarının sınıf içinde kullanılması önemle üzerinde durulan konuların başında gelmiştir. Bu konuyla ilgili olarak yürütülen pek çok araştırma, sınıf seviyeleri arttıkça öğrencilerin fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgi ve tutumlarında düşüşler olduğunu göstermektedir. Özellikle Avrupa Birliği'nin yayınladığı raporlarda, fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğe yönelik bir alanda kariyer yapmak isteyen öğrenci sayısının azaldığı rapor edilmiştir (Rocard, 2007). Bu alandaki bir diğer önemli proje olan ROSE projesi ise, öğrencilerin bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik ilgi ve isteklerinin azaldığını ve bu alanlarda meslek sahibi olmayı çok tercih etmediklerini göstermektedir (Sjoberg ve Schreiner, 2010). Bu sonuçlar, okullardaki fen öğretimi ve öğrenimi üzerine etkin ve verimli öğretim yöntemlerinin geliştirilmesi gereğini ortaya koymaktadır. Bunun için başta ABD olmak üzere pek çok ülke fen öğretim programlarının içerisine mühendislik bileşenini de entegre etmiştir. Bu konudaki ilk çabaların 2001 yılında Massachusetts Eğitim Departmanı (MDOE) tarafından yayınlanan raporda fen ve teknoloji ile birlikte mühendislik kazanımlarına da yer verilmesi olduğu görülmektedir. Daha sonra ise NAE ve NRC (2009) tarafından yayınlanan raporda, ilkökul ve ortaokul mühendislik eğitiminin genel prensipleri belirlenmiş ve ilkökul ve ortaokul öğrencilerine, "fen ve matematik öğretimindeki başarılarını, mühendislik ve mühendislerin işleri ile ilgili farkındalıklarını, mühendislik tasarımına yönelik anlayış ve becerilerini artırma, mühendisliği kariyer olarak seçmelerini destekleme ve teknoloji okuryazarlığını geliştirme" olmak üzere katkılar sağladığı belirtilmiştir (akt. Ercan, 2014, s.44). Ülkemizde ise dünyada yaşanan bu

gelişmelere yönelik rekabet gücünü arttırabilmek ve ekonomik hedeflerine ulaşabilmek için STEM eğitimi 2017 yılında Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda "beceri" öğrenme alanı kapsamında Mühendislik ve Tasarım Becerileri olarak eklemiştir. Mühendislik ve Tasarım Becerisi yeni öğretim programında "Fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, problemlere disiplinlerarası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak yenilikçi ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılacakları konusunda stratejileri geliştirmesini kapsamaktadır." şeklinde açıklanmaktadır (MEB, 2017).

Kaynakça

- Akgündüz, D. (2016). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 12(5), 1365–1377. DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1518a>
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?][White Paper]. İstanbul, Turkey: Aydın Üniversitesi.
- Alberts, C. Mballo, N. F. & Ackermann, C.J. (2003). Adolescents' perceptions of the relevance of domains of identity formation: South African cross-cultural study, *Journal of Youth and Adolescence*. 32. 3. 169-184.
- Altan, E. B., Yamak, H. ve Kırıkkaya, E. B. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerileri, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Brunsell, E. (2012) The engineering design process. Brunsell, E. (Ed.) *Integrating engineering + science in your classroom (3-5)*. Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA] Press.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Cavas, B., Cakiroglu, J., Cavas, P., Ertepinar, H. (2011). Turkish students' career choices in engineering: Experiences from Turkey. *Science Education International*, 22(4), 274-281.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3 (1), 4-11.
- Dugger, W. E. (2010, December). Evolution of STEM in the United States. Presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Australia. <http://www.iteaconnect.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>
- Denson, C. (2011). *Building a framework for engineering design experiences in STEM: A synthesis*. National Center for Engineering and Technology Education.
- Ercan, S. (2014). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber, H. (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and agenda for research. http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=18612
- Jonassen, D. H. (2011). Design problems for secondary students. National Center for Engineering and Technology Education. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537388.pdf>
- Knezek, G., Christensen, R. Tyler-Wood, T. & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24 (1), 98-123.
- Lachapelle, C. (2012). Engineering is elementary: An evaluation of year 6 field testing. NARST. http://www.museumofscience.org/eie/pdf/research/NARST_EiE_Yr6_Evaluation_FINAL.pdf
- Maltese, A. V. & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the Fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32, 669-685.

- MEB. (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: MEB. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx>
- Moore, T. J., Stohlmann, M.S., Wang, H.-H., Tank, K.M., Glancy, A.W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In Ş. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice* (pp. 35-60). West Lafayette: Purdue Press
- National Academy of Engineering (NAE) (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering [NAE]. (2010). *Standards for K-12 engineering education*. Washington, DC: National Academies Press
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Sciences (NAS) (2006). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Stveards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H. W., Hemmo, V. (2007). *Science education now: A new pedagogy for the future of Europe*. European Commission Directorate General for Research Information and Communication Unit.
- Schnittka, C. & Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887.
- Schiebinger, L. (2008) Gendered innovations in science and engineering, <http://hdl.handle.net/10822/548381>
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). The ROSE project. An overview and key findings. <http://roseproject.no/>
- Tsupros, N., Kohler, R. & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit 1*. Carnegie Mellon: Pennsylvania.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y (2015). STEM Eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar ders indeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2); 28-40.
- Wang, H. (2012). *A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota.
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Qualifying Paper, Tufts University.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, KY.

6. B Ö L Ü M

OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİNDE STEM UYGULAMALARI

Dr. Devrim Akgündüz

Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Uzm. Burçak Ceren Akpınar

Özet

Bu bölüm okul öncesi eğitiminde STEM eğitiminin uygulanması ile ilgili öğretmenlere ve akademisyenlere gerçek uygulamalardan elde edilen deneyimleri aktarmak için yazılmıştır. STEM eğitimi Türkiye’de hızla moda haline gelirken, ilgililere STEM eğitiminin doğru uygulanması konusunda bir rehber sunulmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca Türkiye’de okul öncesinde uygulama örnekleri oldukça sınırlıdır. Bu kitap bölümünün özellikle uygulayıcılara destek olacağı öngörülmektedir. Okul öncesinde STEM eğitiminin uygulanması erken yaşlarda bireylerin 21. Yüzyıl becerileri kazanmasını sağladığı yazarların yaptığı çalışmalarda ortaya çıkmıştır. Bu kitap bölümü yazarların deneyimlerinden faydalanılarak oluşturulmuştur. Öncelikle okul öncesinden itibaren STEM eğitime neden gereksinim duyulduğu açıklanmıştır. Daha sonra okul öncesinde STEM eğitiminin uygulanmasının öğretmen, öğrenci ve veliler açısından avantaj ve dezavantajları ortaya konmuştur. Bölüm okul öncesi STEM eğitiminde ders planı hazırlama basamakları ile devam etmiş, bu kısımda dersin uygulama basamakları örneklerle açıklanmıştır. Öğretmenlere çeşitli önerilerin getirildiği bölümde çeşitli konu örneklerine yer verilmiş ve bölüm, örnek bir ders planı ile tamamlanmıştır.

Giriş

Okul öncesi dönemde çocukların, çevresi ile daha fazla etkileşimde bulunması, yaşamında kullanacağı temel bilgi ve becerileri elde etmesi (Gropen, Clark-Chiarelli, Hoisington ve Ehrlich, 2011) ve okul hayatına hazırlanması gerekmektedir. Bu becerilerden en önemlileri The Partnership for 21st Century Learning (P21, 2018) tarafından eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim kurma ve iş birliği olarak tanımlanmaktadır. Dünya Ekonomik Forumu (WEF, 2016), yayınladığı Geleceğin İşleri Raporu’nda, 2020 yılında bireylerin sahip olması gereken 10 önemli beceriyi sıralarken aynı paralellikte becerilere yer vermiştir. Okul öncesi dönem eğitiminin, öğrencilerde bu becerileri geliştirmesi üzerine kurulması gereklidir. Ancak, Akbaba ve Kaya (2015), okul öncesi öğrencilerinin düşünme becerilerinin gelişmesine yönelik öğretmen görüşlerini incelediği çalışmasında, okul öncesi dönemdeki çocukların 21. yy. becerileri olarak ifade edilen becerilerden bazılarını kapsayan düşünme becerilerinin eğitim ile geliştirilebileceği fakat ana akım eğitim sistemimizde bulunan okul öncesi eğitim kurumlarının programında, düşünme becerileri öğretiminin yer almadığını saptamıştır.

Bu dönemde çocuklar büyük bir hayal gücüne sahiptir. Meraklı, araştırmacı, sorgulayıcı bir kişilik özelliği sergilerler. Bu yüzden sürekli soru sorma eğilimindedirler. Günlük yaşamda karşılaştıkları olayların nedenleri ve sonuçları arasında ilişki kurmaya çalışırlar (Aktaş Arnas, 2003; Küçükturan, 2005). Çocuklar için bu dönem çok önemli bir gelişim dönemidir. Bundan dolayı, bu dönemden itibaren çocuklarla fen ve doğa ile ilgili etkinlikler gerçekleştirilmelidir. Çünkü çocuklar gerçekleştirilecek etkinlikler sırasında bilimsel süreç becerileri basamaklarını kullanma, gerekli materyalleri doğru kullanma, düşünme vb. beceriler elde edebilirler (Ünal ve Aral, 2010). Şahin ve Yıldırım'ın yaptığı bir araştırmaya göre (2006), bilim etkinlikleri ile çocukların bilimsel sorgulama, planlama, planı gerçekleştirme ve problem çözme becerilerinde, yaratıcılıklarında artış gözlemlenmiştir. Ancak bu etkinliklerin hazır materyaller yerine basit ve atık malzemelerden olması daha faydalı olacaktır. Stoll ve diğerleri (2012), yaptıkları çalışmada basit araçların kullanıldığı etkinliklere katılan çocukların, geleneksel yöntemlere göre problem çözme becerilerinin daha yüksek olduğunu vurgulamaktadır. Ancak, Kıldan ve Pektaş (2009), "Erken Çocukluk Döneminde Fen ve Doğa ile ilgili Konuların Öğretilmesinde Okul Öncesi Öğretmenlerinin Görüşlerinin Belirlenmesi" başlıklı çalışmalarında, çalışma grubunda yer alan öğretmenlerin büyük bir kısmının, mevcut okul öncesi programında bulunan fen ve doğa içerikli konuların, öğrencileri gelecekteki yaşamlarına ve akademik hayata yeterince hazırlamadığı görüşünde oldukları sonucuna ulaşmıştır.

Okul öncesi dönemde çocukların 21. Yüzyıl'ın gerekli becerilerini elde etmesi kadar, çocukların etkinlikler ve stratejiler ile ilgili farkındalık kazanmaları da sağlanmalıdır. Ayrıca çocukların plan yapmaları, izleme, kontrol etme ve değerlendirme gibi süreçleri içeren (Adagideli ve Ader, 2014) mühendislik becerileri olarak sayılabilecek becerilerinin geliştirilmesi gereklidir.

Bireylerin bu becerileri elde etmesi için 21. Yüzyıl'da ortaya çıkan paradigmatlara yönelik olan eğitim yaklaşımları ile eğitim alması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca fen ve matematiğe yönelik yapılan etkinliklerde elde edilecek bilgilerin günlük yaşamda da kullanılabilmesi ve bu disiplinlerin birbirine entegre şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu bütünleştirmede yürütücü işlev becerilerinin kullanılması öğrencilerin becerilerinin gelişimini hızlandırmaktadır. Yapılan araştırmalar yürütücü işlev becerilerinin en çok okul öncesi dönemde geliştirildiği ve 7 yaşında gelişimin büyük oranda tamamlandığını göstermektedir (Balat ve Günşen, 2017; Center on the Developing Child, 2011).

Bütün bu beceriler Science, Technology, Engineering & Mathematics kelimelerinin baş harflerinden oluşan STEM yani Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitimi olarak ortaya konan yaklaşım ile elde edilebilmektedir. (Akgündüz ve diğerleri, 2015a, Bybee, 2010). STEM eğitimi fen ve matematiğin içeriklerinin mühendislik ve teknoloji ile birlikte kullanılarak ürüne dönüştürülmesi, aynı zamanda 21. yy. becerileri elde edilmesi açısından önemlidir (Akgündüz, 2016; Özçelik ve Akgündüz, 2018). STEM eğitimi birbirine entegre edilmiş disiplinlerle akademik ilerlemeyi sağladığı gibi aynı zamanda hem yukarıda bahsedilen becerilerin gelişimini hem de mühendislik tasarımı gibi sistematik problem çözme ve ürün elde etme yeteneklerini de geliştirebilmektedir.

Kaynakça

- Achieve. (2012). Next generation science standarts. <http://www.achieve.org/next-generation-science-standards>.
- Adagideli, F. H. ve Ader, E. (2014). *Okul öncesi dönemde üstbilis ve özdüzenleme: değerlendirme, öğretim ve beceriler*. G. Sakız (Ed), *Özdüzenleme: öğrenmeden öğretime özdüzenleme davranışlarının gelişimi, stratejiler ve öneriler* içinde, s. 130-154. Ankara: Nobel Akademik.
- Akbaba, A. ve Kaya, B. (2015). Okul öncesi öğrencilerinin düşünme becerilerinin gelişmesine yönelik öğretmen görüşleri. *Electronin Journal of Social Sciences*, 14 (55), 148-160.
- Akcanca, N., Gürler, S. A. ve Alkan, H. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin fen eğitimi uygulamalarına yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *Caucasian Journal of Science*. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/408408>
- Akgündüz, D. (2016). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015a). STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?][White Paper]. İstanbul Aydın Üniversitesi.

- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A. & Türk, Z. (2015b). STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Aktaş Arnas, Y. (2003). Küçük bir bilim adamı yetiştirmenin ilk adımları. *Çocuk ve Aile, Ekim*, 42-46.
- Aslan, E., Aktan, E. ve Kamaraj, I. (1997). Anaokulu eğitiminin yaratıcılık ve yaratıcı problem çözme becerisi üzerindeki etkisi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9, 37-48.
- Balat, G. U. ve Günşen, G. (2017). Okul öncesi dönemde STEM yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(42), 337-348.
- Başdaş, E. (2007). İlköğretim fen eğitiminde basit malzemelerle yapılan fen aktivitelerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve motivasyona etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Bilgin, İ. (2006). The Effects of hands-on activities incorporating a cooperative learning approach on eight grade students' science process skills and attitudes toward science. *Journal of Baltic Science Education*, 1 (9), 27-37.
- Bornfreund, L. A. (2011). *Getting in sync: Revamping licensing and preparation for teachers in pre-K, kindergarten, and the early grades*. Washington, DC: The New America Foundation.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. Yayımlandığı Kitap, R. W. Bybee (Editör), *Learning Science and The Science of Learning*. Arlington, Virginia, NSTA Press.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Center on the Developing Child at Harvard University. (2011). Building the brain's "air traffic control" system: How early experiences shape the development of Executive Function: Working Paper No.11.
- Coltman, P. (1997). In search of the elephant's child: Early years science. In D. Whitebread (Ed.). *Teaching and learning in the early years*. 243-254. London-New York: Routledge.
- Etcioğlu, Ö. (2010). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik basit araç gereçlerle geliştirilen rehber materyal kullanmanın öğrenmeye etkisi ve öğrenilenlerin günlük hayata aktarılma düzeylerinin incelenmesi, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzincan.
- Gropen, J., Clark-Chiarelli, N., Hoisington, C. ve Ehrlich, S. (2011). The importance of executive function in early science education. *Child Development Perspectives*, 5(4), 298-304
- Güler, D. ve Bıkmaz, F. H. (2002). Ana sınıflarında fen etkinliklerinin gerçekleştirilmesine ilişkin öğretmen görüşleri. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 1 (2), 249-267.
- Kanlı, U. (2009). Yapılandırmacı kuramın ışığında öğrenme halkasının kökleri ve evrimi-örnek bir etkinlik. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 44-64.
- Karamustafaoğlu, S. (2003). Maddenin iç yapısına yolculuk ünitesi ile ilgili basit araç gereçlere dayalı rehber materyal geliştirilmesi ve öğretim sürecindeki etkililiği, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karamustafaoğlu, S., Çostu, B. ve Ayas, A. (2005). Basit araç-gereçlerle periyodik cetvel öğretiminin etkililiği, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), 19-31.
- Kıldan, O. ve Pektaş, M. (2009). Erken çocukluk döneminde fen ve doğa ile ilgili konuların öğretilmesinde okul öncesi öğretmenlerinin görüşlerinin belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10 (1), 113-129
- Koç, A. ve Büyük, U. (2012). Basit malzemelerle yapılan deneylerin fene yönelik tutuma etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9 (4), 102-118.
- Korkmaz, H. B. (2002). *Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenmenin yaratıcı düşünme, problem çözme ve akademik risk alma düzeylerine etkisi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Köksal, O., Dağal, A. B. ve Duman, A. (2016). Okul öncesi öğretmenlerinin okul öncesi eğitim programı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *International Journal of Social Science*, 46, 379-394.
- Küçükturan, G. (2005). *Okul ve aile eğitimi*. Ankara: SMG Yayıncılık.

- Lawson, A. E. (1995). *The learning cycle. science teaching and the development of thinking*. S. Horne, International Thomson Publishing. 164: 132-175.
- Rule, A. C. (2002). Learning theory and national standarts applied to teaching clay science. *Teaching Clay Science*. Aurora, CO, The Clay Mineral Society: 1-20.
- Martin, D. J. (1997). *Elementary science methods: A constructivist approach USA*: Delmar Publishing.
- McNairy, M. R. (1985). Sciencing: Science education for early childhood. *School Science And Mathematics*, 85 (5), 383-393.
- Metin, M. ve Özmen, H. (2009). Sınıf öğretmeni adaylarının yapılandırmacı kuramın 5E modeline uygun etkinlikler tasarlarlarken ve uygularken karşılaştıkları sorunlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3(2), 94-123.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Retrieved from <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>
- Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 334-351.
- Öztürk, G. (2007). Öğrencilerin basit malzemelerle yaptıkları deneylerin kuvvet-enerji kavramını öğrenmelerine ve fene karşı tutumlarına etkisi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- P21.(2018). Partnership for 21st century learning 2015. http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf
- Parlak yıldız, B. ve Aydın, F. (2004). *Okul öncesi dönem fen eğitiminde fen ve doğa köşesinin kullanımına yönelik bir inceleme*. XIII Ulusal Eğitim Birimleri Kurultayında Sunulmuş Bildiri. İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Saygın, Ö., Atılboz, G. ve Salman, S. (2006). Yapılandırmacı öğretim yaklaşımının biyoloji dersi konularını öğrenme başarısı üzerine etkisi: Canlılığın temel birimi-hücre. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 51-64.
- Senemoğlu, N. (1994). Okul öncesi eğitim programı hangi yeterlilikleri kazandırmalıdır? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 10, 21-30.
- STEM OKULU. (2018). STEM Okulu. www.stemokulu.com
- Stoll, J., Hamilton, A., Oxley, E., Eastman, A. M. ve Brent, R. (2012). Young thinkers in motion. *Problem solving and physics in preschool*. *Young Children*, 67(2), 20-26.
- Şahin, F. ve Yıldırım, M. (2006). Okul öncesinde örnek olaya dayalı problem çözme ile ilgili bir araştırma. *I. Uluslararası Okul Öncesi Eğitim Konferansı, 30 Haziran-3 Temmuz 2004, Bildiri Kitabı-1* (s.201-210), İstanbul: Yapa.
- Trowbridge, L. W., R. W. Bybee, et al. (2000). *Models for effective science teaching. teaching secondary school science*. 232-251. B. J. P. New Jersey, USA, Prentice Hall.
- TTKB. (2018). Öğretim programları. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx>.
- Tuğrul, B. (2002). Erken çocukluk döneminde öğrenmeyi ve öğretimi kolaylaştıran özellikler. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 142-147.
- TÜSİAD. (2014). STEM alanında eğitim almış iş gücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması. http://www.tusiad.org.tr/_rsc/shared/file/STEM-ipsos-rapor.pdf
- TÜSİAD. (2017). 2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi. http://tusiad.org/tr/tum/item/download/8649_50851324e41c6e46cab3e6ea3b37411a
- Ünal, M. ve Aral, N. (2010). Bilim ve çocuk. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 35(378), 35-42.
- WEF. (2016). The future of jobs. Global Challenge Insight Report. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

- Yangın, S., Sidekli, S. ve Gökbulut, Y. (2007). *Sınıf öğretmenleri ve fen bilgisi öğretmen adaylarının fen dersine yönelik tutumları ve öğrenme stilleri arasındaki ilişki*. XVI. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Gazi Osman Paşa Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 5- 7 Eylül, Tokat.
- Yılmaz, N. (2008). *İlköğretim altıncı, yedinci ve sekizinci sınıfları lise birinci sınıf ve fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilgisindeki temel bilgilerle günlük hayatı ilişkilendirme becerileri*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

7. B Ö L Ü M

İLKOKUL VE ORTAOKUL FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİNDE STEM EĞİTİMİ UYGULAMALARI

Bu bölümdeki uygulamalar, ilkokuldan üniversiteye kadar tüm seviyelerde kullanılabilir.

Dr. Devrim Akgündüz

Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

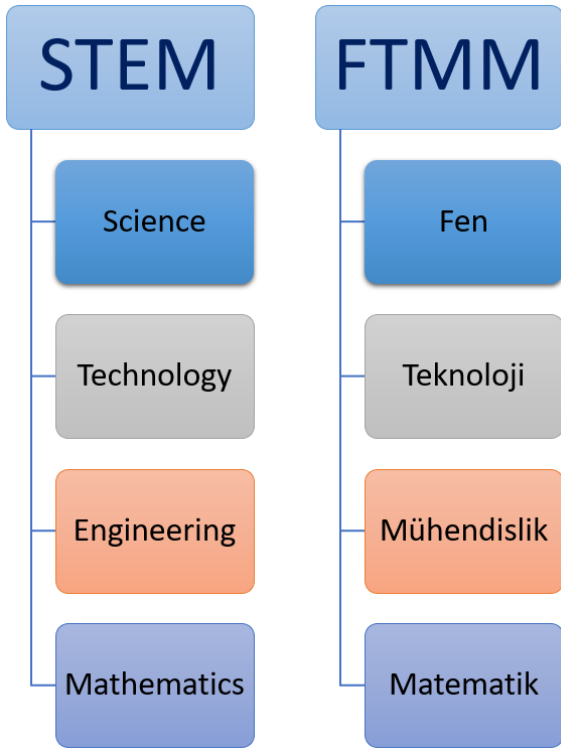
Özet

Fen eğitimi STEM eğitiminin en önemli disiplini. ABD’de Yeni Nesil Fen Standartları’na STEM eğitiminin önemli bir bileşeni olan mühendislik tasarımı okul öncesinden lise sona kadar (K12) tüm seviyelerde eklenmiştir. Böylece fen eğitiminde tam olarak olmasa da bütünleşik STEM eğitime yönelik eylemler daha güçlü bir şekilde yer almaya başlamıştır. Türkiye’de de son yapılan öğretim programı değişikliği ile fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulamaları adı altında çatı bir ünite eklenmiştir. Bu ünite 4. sınıftan 8. sınıfa kadar yer almaktadır. Ancak henüz öğretmenlerin nasıl bir uygulama yapacağı ile ilgili bir planlama ortaya konmamıştır. Bu bölüm STEM eğitiminin ve STEM eğitime yönelik eylemlerin fen eğitiminde doğru bir şekilde uygulanabilmesi için yazılmıştır.

Bu bölümde fen eğitiminde STEM uygulamalarının sınıf içerisinde mühendislik tasarım süreçleri göz önüne alınarak nasıl tasarlanması gerektiği açıklanmaya çalışılmıştır. Bu-nun için öncelikle STEM ve mühendislik tasarım süreçleri ile ilgili genel bilgiler verilmiş, daha sonra mühendislik tasarım sürecinden bahsedilmiş ve en son olarak da öğretmenlerin sınıf içerisinde uygulayabilecekleri örnek bir etkinlik önerisine yer verilmiştir. Bu bölümde öğretmenlere çeşitli öneriler getirilmiş, öğretmenlerin sınıflarında STEM eğitimi uygulayabilmelerini sağlayacak ders planlarının oluşturma süreci üzerinde durulmuştur.

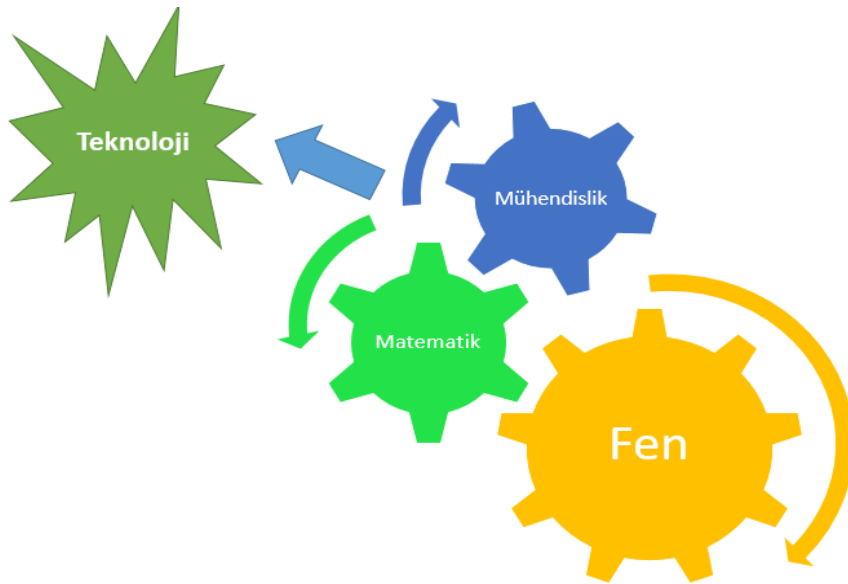
Giriş

21. Yüzyıl’da yeni yaklaşımların en önemlilerinden birisi STEM eğitimi yaklaşımıdır. STEM; Science, Technology, Engineering, Mathematics disiplinlerinin baş harflerinin oluşturduğu bir kısaltmadır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine karşılık gelmektedir.



Şekil 1. STEM disiplinleri

Amerika Birleşik Devletleri kökenli bir kavram olan STEM; fen ve matematiğin teorik bilgilerinin, mühendislik ve teknolojinin uygulamaları ile bütünleştirilmesi anlamına gelmektedir (Akgündüz ve diğerleri, 2015a; 2015b). STEM eğitimi okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm süreci kapsayan bir eğitim yaklaşımıdır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının disiplinlerarası olarak birbirine entegre edilmesi anlamına gelen STEM eğitiminin amacı, bu alanlarda nitelikli iş gücü yetiştirerek ekonomik ve toplumsal olarak güçlü bir ülke yaratmaktır (Akgündüz, 2016; Akgündüz ve diğerleri, 2018). STEM eğitimi aynı zamanda bir teknoloji üretim yaklaşımıdır (Şekil 2). Öğrenciler fen ve matematik bilgilerini sadece teorik değil aynı zamanda günlük yaşamla ilişkilendirerek uygulamalı bir şekilde öğrenirler.



Şekil 2. Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımının Görsel Gösterimi

Kaynakça

- Akgündüz, D. (2016). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015a). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?]*[White Paper]. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A. & Türk, Z. (2015b). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M. & Türk, Z. (2018). *STEM eğitiminin öğretim programına entegrasyonu: Çalıştay raporu*. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific inquiry, student learning, and the science curriculum. Yayımlandığı Kitap, R. W. Bybee (Editör), *Learning Science and The Science of Learning*. Arlington, Virginia, NSTA Press.
- Kanlı, U. (2009). Yapılandırmacı kuramın ışığında öğrenme halkasının kökleri ve evrimi-örnek bir etkinlik. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 44-64.
- Lawson, A. E. (1995). *The learning cycle. science teaching and the development of thinking*. S. Horne, International Thomson Publishing. 164: 132-175.
- Metin, M. ve Özmen, H. (2009). Sınıf öğretmenleri adaylarının yapılandırmacı kuramın 5E modeline uygun etkinlikler tasarlarlarken ve uygularken karşılaştıkları sorunlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3(2), 94-123.
- NASA Education. (2018). NASA STEM Education. <http://www.nasa.gov/offices/education/about/index.html>
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>
- OECD. (2018). Programme for international student assessment. <http://www.oecd.org/pisa/>
- Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.
- Rule, A. C. (2002). Learning theory and national standards applied to teaching clay science. *Teaching Clay Science*. Aurora, CO, The Clay Mineral Society: 1-20.
- Saygın, Ö., Atılboz, G. ve Salman, S. (2006). Yapılandırmacı öğretim yaklaşımının biyoloji dersi konularını öğrenme başarısı üzerine etkisi: Canlılığın temel birimi-hücre. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 51-64.
- Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 334-351.
- P21. (2018). Partnership for 21st century learning. http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf
- Science Buddies. (2018). Scientific Method & Engineering Method. <http://www.sciencebuddies.org/blog/graphics/2013-blog-scientific-method-engineering-design-charts-750px.png>
- Trowbridge, L. W., R. W. Bybee, et al. (2000). *Models for effective science teaching. teaching secondary school science*. 232-251. B. J. P. New Jersey, USA, Prentice Hall.
- TTKB. (2018). Fen Bilimleri Öğretim Programı. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>.

8. B Ö L Ü M

MATEMATİKSEL BAKIŞ AÇISIYLA STEM EĞİTİMİ UYGULAMALARI

Dr. Erdinç Çakıroğlu

Profesör, ODTÜ, Eğitim Fakültesi

Uzm. Elif Dedebaş

Özet

Fen bilimleri ve teknolojinin ön planda olduğu STEM etkinlik örneklerine sıkça rastlanmakla birlikte matematik derslerine yönelik olanlarla daha nadir karşılaşılmaktadır. Fen bilimleri kavramlarının temelde olduğu etkinliklerde matematik kavramları kullanılabilmekte, fakat çoğu zaman matematiksel düşünme süreçleri açısından oldukça sınırlı kalabilmektedir. Matematik derslerinde STEM eğitimi yaklaşımı için kullanılacak etkinlik türlerinden bir tanesi matematiksel modelleme çalışmalarıdır. Bu bölümde matematiksel modellemenin gerçekçi bağlamı esas alan problem yapısı, matematiğin ön planda olduğu STEM etkinlikleri açısından bir alternatif olarak önerilmekte ve bir örnekle açıklanmaktadır.

STEM Eğitimi

Son yıllarda toplumsal, politik ve iktisadî kaygıların da etkisiyle bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarına yönelik eğitimde yeni arayışlar eğitimcilerin gündemini oldukça meşgul etmektedir. Halen olgunlaşma sürecinde olan “STEM eğitimi” kavramı bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına odaklanmış yaygın ve örgün eğitim çabalarını kapsayan farklı ve güncel bir ilerlemeci eğitim paradigması arayışı olarak düşünülebilir. Bu kapsamda bireylere yirmi birinci yüzyılın değişen şart ve problemleriyle baş edebilmeyi sağlayacak bilgi ve becerileri kazandırmayı ve dolaylı olarak bireyleri toplumsal ve iktisadi gelişimin etmenleri haline getirmeyi hedefler. Öte yandan okullarda var olan eğitim uygulamaları ve öğretim yöntemleri 21. Yüzyıl toplumunun gerektirdiği ölçüde STEM alanlarında donanımlı bireyler yetiştirmek için yeterli değildir (Bulgar, 2008). Bu noktada, eleştirel ve analitik düşünce, problem çözme, yaratıcılık, iş birliği ve iletişim gibi 21. Yüzyıl becerilerini kazandıracak bir yaklaşımdaki STEM eğitimine ihtiyaç duyulmaktadır (Şahin, Ayar, & Adıgüzel, 2014).

Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği ülkeleri başta olmak üzere birçok ülke STEM eğitimi okul öncesinden üniversite düzeyine kadar yaygınlaştırmak için çalışmalar başlatmıştır. Örneğin, ABD 2009 yılında STEM eğitiminin ülkenin geleceği ve ekonomik gelişimi için önemini açıklayan ayrıntılı bir rapor yayınlamış ve kendi gereksinimleri doğrultusunda bir STEM eğitimi stratejisi ortaya koymuştur (The President’s Council of Advisors on Science and Technology, 2010). Türkiye’de Milli Eğitim Bakanlığı, STEM eğitimi konusuna kayıtsız kalmamış ve genel durumu betimleyen bir rapor yayınlamıştır (MEB, 2016). Öte yandan, STEM eğitimi kavramının batı ülkelerinde yoğun olarak gündemde olması, zaman zaman Türkiye’de “batıdan alınan gelip geçici, özenti ve moda uygulamalardan bir tanesi” olarak değerlendirilebilmektedir. Fakat bu durum STEM eğitiminin Türkiye açısından önemsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Eğitimle ilgili birçok gösterge Türkiye’de eğitimin henüz 21. Yüzyıl’ın rekabetçi ekonomilerinin gerektirdiği becerilere sahip bireyler yetiştirebilecek anlayışına sahip olmadığına işaret etmektedir. Buna rağmen Türkiye’de henüz STEM eğitimi ile ilgili ulusal bir strateji bulunmamaktadır.

STEM kavramına ilişkin sürekli büyüyen ve gelişen bir literatür olmasına rağmen herkesçe kabul edilen “evrensel” bir tanım görmek mümkün olmamaktadır. Bu da STEM eğitimi konusundaki çalışmalar açısından dikkat edilmesi gereken, fakat dinamik gelişim sürecine devam eden bir yaklaşım için olağan karşılanması gereken bir durumdur. Eğitim ortamlarındaki farklı gereksinimlere ve önceliklere göre farklı STEM eğitimi yaklaşımları ortaya çıkabilmektedir. Örneğin okullarda ders içi etkinlikler ve ders dışı kulüp faaliyetleri STEM eğitimi açısından farklı bir yaklaşım ortaya koymayı gerektirebilmektedir. Ayrıca STEM eğitiminin amacı hedef kitleye göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin Bybee (2013), STEM eğitimi konusunda üç farklı hedef kitlesine yönelik farklı amaçlar olması gerektiğini belirterek toplumun geneli için STEM okuryazarlığı, genel iş gücü yetiştirilmesi açısından 21. Yüzyıl becerileri ve ileri düzey iş gücüne yönelik ise inovasyon becerilerinin ön plana çıktığı yaklaşımları vurgular. Bu farklılıklara rağmen STEM eğitiminin genel kabul gören özellikleri bulunmaktadır. Öncelikle STEM eğitimi bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında birbirinden izole şekilde verilen eğitimi değil, hayatımızın içindeki problemleri disiplinlerarası bir yaklaşımla ele almayı temel alır. Yaygın yaklaşımlardan bir tanesi “Bütünleşik STEM Eğitimi”dir (Bryan, Moore, Johnson, & Roehrig, 2015). Bu anlayışa göre STEM eğitimi matematik ve fen bilimlerindeki öğretme ve öğrenme süreçlerinin mühendislik pratikleriyle birlikte bütünleştirilerek uygun teknolojiler üretilmesi temelinde ilerler (Bryan ve diğerleri, 2015). Öğretim programlarındaki bilgi ve becerilerin birden fazla STEM alanının birleşmesiyle oluşturulan STEM etkinlikleri sayesinde kazandırılması önemsenir (Çorlu, Capraro, & Capraro, 2014). Diğer bazı yaklaşımlarda ise bu 4 disiplinin bütünleştirilmesine vurgu yapmak yerine gerçek hayattan bir bağlam temelinde STEM alanlarındaki bilginin işe vurulabileceği problem temelli uygulamalara vurgu yapılır (Bybee, 2010). Bu tip bağlam temelli yaklaşımlarda, problem gerçek hayattan geldiği için, farklı disiplinler gerektiği ölçüde işe vurulur ve yine disiplinlerarası bir yaklaşım ortaya çıkar.

Kaynakça

- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & J. T. Moore içinde, *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education* (s. 23-37). Taylor and Francis Inc.
- Bulgar, S. (2008). *Enabling more students to achieve mathematical success*. B. Sriraman içinde, *Creativity, Giftedness, and Talent Development in Mathematics*, (s. 133-154). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 30-35.

- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM education*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifter mathematicians. *The Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37-47.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-84.
- Coxbill, E., Chamberlin, S. A., & Weatherford, J. (2013). Using model-eliciting activities as a tool to identify and develop mathematically creative students. *Journal for the Education of the Gifted*, 36(2), 176-197.
- Dedebaş, E. (2017). An investigation of fifth grade students' behaviors and difficulties through multiple implementation of model eliciting activities. Ankara, Türkiye.
- English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5-24.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., Alacalı, C., Kertil, M., Çakıroğlu, E., & Baş, S. (2014). Mathematical modeling in mathematics education: Basic concepts and approaches. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(4), 1621-1627.
- Hamilton, E., Lesh, R., Lester, F., & Brilleslyper, M. (2008). Model-eliciting activities (MEAS) as a bridge between engineering education research and mathematics education research. *Advances in Engineering Education*, 1(2), 1-25.
- Kertil, M., & Gürel, C. (2016). Mathematical modeling: A bridge to STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*, 4(1), 45-55.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving*. R. Lesh, & H. M. Doerr içinde, *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching* (s. 3-33). NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lesh, R. & English, L. (2017). *Case Studies for Kids*.
<https://engineering.purdue.edu/ENE/Research/SGMM/CASESTUDIESKIDSWEB/index.htm>
- Lesh, R. & Zawojewski, J. (2007). *Problem solving and modeling*. In F. Lester, *The second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 763-798). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H. M., Post, T. & Zawojewski, J. S. (2003). *Model development sequences*. In R. Lesh & H. M. Doerr, *Beyond Constructivism: Models And Modeling Perspectives On Mathematics Problem Solving, Learning, And Teaching* (pp. 35-58). NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Magiera, M. T. (2013). Model eliciting activities: A home run. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 18(6), 348-355.
- MEB. (2016). *STEM eğitim raporu*. Ankara: MEB.
- Moore, T. J., Doerr, H. M., Glancy, A. W. & Ntow, F. D. (2015). Preserving pelicans with models that make sense. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(6), 358-364.
- Şahin, A., Ayar, M. C. & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 1-26.
- The President's Council of Advisors on Science and Technology. (2010). *K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for america's future*. Washington: Executive Office of the President.
- Zawojewski, J. S., Lesh, R. & English, L. (2003). *A models and modeling perspective on the role of small group learning activities*. R. Lesh, & H. M. Doerr içinde, *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching* (s. 337-358). NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

9. B Ö L Ü M

KİMYA EĞİTİMİNDE STEM UYGULAMALARI

Dr. Havva Yamak

Profesör, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi

Dr. Nusret Kavak

Doçent, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi

Özet

Sürekli değişim ve gelişim içinde olan dünyamızda nitelikli insan tanımı da değişmektedir. Günümüzde nitelikli insan yaratıcı, yenilikçi, bilimsel ve teknolojik gelişmelere ve değişmelere uyum sağlayabilecek insan olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla dünyada ülkeler teknolojik ve ekonomik yarışta lider olabilmek için 21. Yüzyıl becerilerine sahip bir toplum yaratmak zorundadır. Bu becerilerin kazandırılabilmesi için yaklaşımlardan birisi STEM eğitimidir. STEM kelimesinin ilk harfi İngilizce "Science" kelimesinin yani fenin kısaltmasıdır. "Fen" kelimesi aslında kimya, fizik, biyoloji disiplinlerini kapsamaktadır. Bu nedenle bu bölümde özellikle kimya disiplininin STEM ile ilişkisi derinlemesine incelenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda öncelikle kimyada STEM eğitime neden gereksinim duyulduğunun açıklaması özellikle uluslararası alanyazın ile tartışılarak yapılmıştır. Daha sonra alanyazından kimya eğitimindeki önemli STEM uygulama örnekleri verilerek, bu alanda araştırma yapan araştırmacılara ve derslerinde STEM uygulama örneklerini kullanmak isteyen öğretmenlere yardımcı olmak amaçlanmıştır. STEM konusunda uygulama yapan ya da yeni uygulamaya başlayacak araştırmacılar ve öğretmenler açısından bu konunun avantajları ve dezavantajları hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Akademik bir çalışma sırasında veya yeni bir çalışmaya başlamadan ya da eğitim-öğretim sürecinde bu avantaj ve dezavantajlara dikkat edilerek yaşanan aksaklıklar giderilebilir ya da mevcut durum daha verimli hale getirilebilir. Bunun yanında etkili bir eğitim-öğretim sürecinin en önemli aşamalarından bir tanesi derse başlanmadan öğretmenler tarafından hazırlanması gereken ders planıdır. Bu bölümde kimya dersinde kullanılmak üzere örnek bir ders planı, "Su Kirliliği" konusu ile ilgili bir STEM uygulama örneği üzerinden verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin bu uygulamanın her aşamasını ayrıntılı bir şekilde ifade edebilmeleri için de bir çalışma kâğıdı hazırlanmıştır. Fen bilimleri dersi programı STEM çerçevesinde yeniden revize edildiği için ve özellikle özel okullarda program dışında STEM eğitime ayrı bir önem verildiği için öğretmenler için STEM konusu ayrı bir önem arz etmektedir. Bu nedenle "Kimya Öğretmenlerine Öneriler" başlığı altında bu konu ile ilgili onlara yardımcı olabilecek çeşitli öneriler sunulmuştur. Öğretmenlerin ders sırasında uygulamalarını daha etkili gerçekleştirebilmeleri için yol gösterici olarak da bir kontrol listesi verilmiştir. Son olarak bu bölümde araştırmacılara ve öğretmenlere kaynakçadaki alanyazına ilave olarak, STEM eğitimi hakkında önemli bilgilerin bulunduğu ve kimya dersinde uygulama örneklerinin verildiği bazı internet adresleri ve kitaplar önerilmiştir.

Neden Kimyada STEM Eğitimi?

Fen bilimleri alanında kariyer yapmayı planlayan öğrenciler için kimya zorunlu bir derstir. Ancak gerek lise gerekse üniversite öğrencileri için kimya zor bir disiplindir (Cousins, 2007). Kimyanın öğrenme zorluğunun en temel nedeni öğretilecek kavramların soyut olmasıdır (Reid, 2000). Çünkü kimyasal olayları kavrama, çoğunlukla görünmez ve dokunulmaz şeyleri anlamaya dayanır (Barak ve Hüseyin Farraj, 2013).

Kimya kavramlarının öğreniminde makroskopik, mikroskopik, sembolik ve süreç olmak üzere dört düzey vardır. Kavramlarla ilgili doğru anlayış geliştirebilmek için makroskopik düzeydeki değişimin atom ve moleküller arasındaki etkileşimlerle açıklanması ve bu dört düzey arasında bağlantı kurulması gerekir (Barak and Dori, 2005; Dori and Hameiri, 2003). Ancak araştırmalar pek çok öğrencinin düzeyler arasında doğru ilişkiler kuramadığını göstermektedir (Chandrasegaran ve diğerleri, 2008; Dori ve Barak, 2001). Örneğin, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu çözünme kavramını, günlük hayattaki karışımla ilgili makroskopik düşüncelerini kullanarak açıklamaktadır. Onlar şekerin suda çözünmesini açıklarken tanecikler arasındaki etkileşimleri hiç dikkate almamaktadır. Diğer taraftan öğrenciler tanecikli yapıyı açıklarken maddelerin gözlemlenebilir özelliklerini kullanmakta, makroskopik özellikleri mikroskobikliğe indirgemektedir (Haidar, 1988). Öğrenciler moleküllerin makroskopik ve mikroskopik tasviri, sembollerin anlamı ve kimyasal denklemlerin formülleri hakkında yeterli bilgiye sahip değillerdir (Kaberman ve Dori, 2009).

Kaynakça

- Barak, M. ve Hussein-Farraj, R. (2013). Integrating model-based learning and animations for enhancing students' understanding of proteins structure and function. *Research in Science Education*, 43(2), 619-636.
- Barak, M. ve Dori, Y. J. (2005). Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*, 89(1), 117-139.
- Barak, M., Harward, J., Kocur, G. ve Lerman, S. (2007). Transforming an introductory programming course: From lectures to active learning via wireless laptops. *Journal of Science Education and Technology*, 16(4), 325-336.
- Bozkurt, E., Kavak, N., Yamak, H., Canbazoglu Bilici, S., Darici, Ö. ve Özkaya, Y. (2012). Secondary school teachers' opinions about in-service teacher training: a focus group interview study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3502-3506.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C. ve Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bruce, M. R., Wilson, T. A., Bruce, A. E., Bessey, S. M. ve Flood, V. J. (2016). A Simple, Student-Built Spectrometer To Explore Infrared Radiation and Greenhouse Gases. *Journal of Chemical Education*, 93(11), 1908-1915.
- Bruce, M.R.M., Wilson, T.A., Bruce, A.E., Bessey, S.M. and Flood, V.J. (2016). Infrared radyasyonu ve gazların sera etkisini keşfetmek için basit öğrenci yapımı spektrometre, *Journal of Chemical Education*, 93, 1908-1915.
- Burrows, A. C., Breiner, J. M., Keiner, J. and Behm, C, (2014). Biodiesel and Integrated STEM: Vertical Alignment of High School Biology/Biochemistry and Chemistry, *Journal of Chemistry Education*, 91, 1379-1389.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A. ve Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309.
- Cengiz E. (2011). *Yatılı İlköğretim Bölge Okullarındaki Fen ve Teknoloji Laboratuvarlarının Durumu*. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F. ve Mocerino, M. (2008). An evaluation of a teaching intervention to promote students' ability to use multiple levels of representation when describing and explaining chemical reactions. *Research in Science Education*, 38(2), 237-248.
- Chonkaew, P., Sukhummek, B. ve Faikhamta, C. (2016). Development of analytical thinking ability and attitudes towards science learning of grade-11 students through science technology engineering and mathematics (STEM education) in the study of stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 842-861.

- Coll, R. K., France, B. ve Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Cousins, A. (2007). Gender inclusivity in secondary chemistry: A study of male and female participation in secondary school chemistry. *International Journal of Science Education*, 29(6), 711-730.
- Cullum, J., Childress, V., Dorward, J., Hailey, C., Householder, D. ve Maurizio, D. (2007). Infusing engineering design into the technology education curriculum professional development model. *Unpublished internal research report, NCETE*.
- DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Dori, Y. J. ve Barak, M. (2001). Virtual and physical molecular modeling: Fostering model perception and spatial understanding. *Educational Technology ve Society*, 4(1), 61-74.
- Dori, Y. J. ve Hameiri, M. (2003). Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems: Symbol, macro, micro, and process aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(3), 278-302.
- Dugger, W. E. (1993). *The Relationship between Technology, Science, Engineering, and Mathematics*, Erişim adresi: <https://eric.ed.gov/?id=ED366795>
- Ejiwale, J. A. (2012). Facilitating teaching and learning across STEM fields. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(3), 87.
- Eliás, C. (2009). The decline of natural sciences: confronting diminishing interest, fewer scientists and poorer working conditions in western countries. A comparative analysis between Spain and the United Kingdom. *Papers: revista de sociologia*, (93), 69-79.
- Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of education for teaching*, 15(1), 13-33.
- Fakayode, S. O., Pollard, D. A., Snipes, V. T. ve Atkinson, A. (2014). Offering a geoscience professional development program to promote science education and provide hands-on experiences for K-12 science educators. *Journal of Chemical Education*, 91(11), 1882-1886.
- Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J. (2012, Ağustos). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service, Library of Congress, , Erişim adresi: <https://www.upd.edu/ph/~updinfo/oct13/articles/R42642.pdf>
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N. (2016). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807.
- Haidar, A. H. (1988). *A comparasion of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter*. Phd Thesis, The University of Oklahoma. Oklahoma, USA
- Halim, L., Abdullah, S. I. S. S. ve Meerah, T. S. M. (2014). Students' perceptions of their science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Education and Technology*, 23(2), 227-237.
- Handal, B. ve Herrington, A. (2003). Mathematics teachers' beliefs and curriculum reform. *Mathematics education research journal*, 15(1), 59-69.
- Honey, M., Pearson, G., and Schweingruber H (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Hynes, M. ve Dos Santos, A. (2007). Effective teacher professional development: Middle-school engineering content. *International Journal of Engineering Education*, 23(1), 24.
- Kaberman, Z. ve Dori, Y.J. (2009). Question Posing, Inquiry, and Modeling Skills of Chemistry Students in the Case-Based Computerized Laboratory Environment, *International Journal of Science and Mathematics Education* 7(3), 597-625

- Katehi, L, Pearson, G, ve Feder, MA (Eds.). (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. Committee on K-12 Engineering Education. National Academy of Engineering*, National Academies Press.
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action*, , Erişim adresi: <http://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35/>
- Marle, P. D., Decker, L., Taylor, V., Fitzpatrick, K., Khaliqi, D., Owens, J. E. ve Henry, R. M. (2014). CSI–Chocolate science investigation and the case of the recipe rip-off: Using an extended problem-based scenario to enhance high school students’ science engagement. *Journal of Chemical Education*, 91(3), 345-350.
- Marle, P. D., Decker, L., Taylor, V., Fitzpatrick, K., Khaliqi, D., Owens, J.E. and Henry, R.M. (2014). CSI–Chocolate Science Investigation and the Case of the Recipe Rip- Off: Using an Extended Problem-Based Scenario To Enhance High School Students’ Science Engagement, *Journal of Chemical Education*, 91, 345–350.
- MEB Ortaöğretim Genel Müdürlüğü, (2017). *Kimya Dersi Öğretim Programı*, Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=178>
- Nadelson, L. S., Seifert, A., Moll, A. J. ve Coats, B. (2012). i-STEM summer institute: An integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(2), 69.
- NRC, (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press.
- NRC, (2014). *STEM learning is everywhere: Summary of a convocation on building learning systems*. National Academies Press.
- Osborne, J., Simon, S. ve Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International journal of science education*, 25(9), 1049-1079.
- Reid, N. (2000). The Presentation of Chemistry Logically Driven or Applications-Led. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(3), 381-392.
- Schnittka, C. ve Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887.
- Shahali, M., Hafizan, E., Halim, L., Rasul, S., Osman, K., Ikhsan, Z. ve Rahim, F. (2015). Bitara-STEMt training of trainers’ programme: impact on trainers’ knowledge, beliefs, attitudes and efficacy towards integrated stem teaching, *Journal of Baltic Science Education*, 14(1).
- Shaner, S. E., Hooker, P. D., Nickel, A. M., Leichtfuss, A. R., Adams, C. S., de la Cerda, D. ve Khaliqi, D. (2016). Discovering Inexpensive, Effective Catalysts for Solar Energy Conversion: An Authentic Research Laboratory Experience. *Journal of Chemical Education*, 93(4), 650-657.
- She, H. C. (2004). Fostering radical conceptual change through dual-situated learning model. *Journal of research in science teaching*, 41(2), 142-164.
- Smith III, J. P., Disessa, A. A. ve Roschelle, J. (1994). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The journal of the learning sciences*, 3(2), 115-163.
- Stohlmann, M. S., Moore, T. J. ve Cramer, K. (2013). Preservice elementary teachers' mathematical content knowledge from an integrated STEM modelling activity. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(8), 18-31.
- Tamburini, F., Kelly, T., Weerapana E. ve Byers J.A. (2014). Paper to Plastics: An Interdisciplinary Summer Outreach Project in Sustainability, *Journal of Chemical Education*, 91, 1574–1579
- Villafan, S.M., Garcia C.A. and Lewis, J.E. (2014). Exploring diverse students’ trends in chemistry self-efficacy throughout a semester of college-level preparatory chemistry, *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 114.
- Wayne, C. (2012). What is STEM and why do I need to know. *STEM Magazine*, August, 3-4. Erişim adresi: <https://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online>
- Wendell, K. ve Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513-540.

- Wilkins, J. L. ve Ma, X. (2003). Modeling change in student attitude toward and beliefs about mathematics. *The Journal of Educational Research*, 97(1), 52-63.
- Yaylacı Altınkaynak Ö., Yamak H. ve Kavak N. (2011). Examining pre-service science teachers' opinions about holistic approach in science: Electrical energy example. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 2764-2770.

10. B Ö L Ü M

BİLİM MERKEZLERİ VE STEM EĞİTİMİ UYGULAMALARI

Dr. Yasemin Özdem Yılmaz

Yrd. Doçent, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Özet

Eğitim alanında son yılların en büyük atılımı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında (STEM) eğitim ile yenilikçi ve girişimci zihinsel yapıyı güçlendirmek yönünde olmuştur. Bu yönde, yalnızca okulların değil okul dışı öğrenme ortamlarının da sorumluluk aldığı çok sayıda örnek bulmak mümkündür. Bu bölümde, okul dışı öğrenme ortamlarından bilim merkezlerinde yapılan STEM alanlarına yönelik eğitim uygulamaları tanıtılmaktadır. STEM liseleri, okul sonrası STEM eğitimi uygulamaları, STEM kampları ve kendin yap (Maker) alanları, bilim merkezlerinde STEM eğitimi uygulamaları olarak bu bölümde açıklanmaktadır. Bölümde örneklendirilen uygulamalar, bilim merkezlerinde STEM eğitimi yaygınlaştırmayı, okulda STEM eğitimi desteklemeyi ve okul-bilim merkezi iş birliğini STEM alanları eğitimi açısından güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Bölümde ayrıca örneklendirilen uygulamaların Türkiye’de bilim merkezlerinde uygulanabilirliği üzerine görüş ve öneriler sunulmuştur.

Giriş

Günümüzde bilim ve teknolojiye yaşanan gelişmeler, hayatın her gün biraz daha fazla teknoloji ile şekillenmesine, ülkelerin ekonomilerinin her geçen gün sahip oldukları bilim ve teknoloji tabanlı yenilikçiliğe daha fazla bağımlı olmasına ve iş dünyasının daha fazla teknoloji becerisi gerektiren çalışanlara ihtiyaç duymasına neden oluyor (Ulusal Araştırmalar Konseyi [National Research Council, NRC], 2002). Buna bağlı olarak bilim eğitiminin de artık yalnızca okullarda verilen eğitimle sınırlı olmadığı, özellikle gençlerin bilimle ilgili bilgi ve becerilerinde okul dışı öğrenme ortamlarının da önemli rolleri olduğu bilinmektedir (Dillon, 2012; Ulusal Araştırmalar Konseyi [National Research Council, NRC], 2009; Yoon ve diğerleri, 2012). Okul dışı ortamlarda öğrenme ile ilgili raporlarda; hayvanat bahçesi, akvaryum, bilim merkezleri ve müzeleri gibi öğrenme ortamlarının halkın gerçek bilimle etkileşimini sağlamak açısından önemine değinilmektedir (Ulusal Araştırmalar Konseyi, [National Research Council, NRC], 2009).

Özellikle son yıllarda Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (Science, Technology, Engineering and Mathematics [STEM]) alanlarındaki eğitim ve öğrenme süreci hızla değişim gösterirken STEM eğitim ortamları da talebe bağlı olarak gösterdiği çeşitlilik ile bu sürece dâhil olmaktadır. Örneğin, STEM eğitimi kavramını yalnızca okullarda değil, özel kurslarda, bilim merkezlerinde, yaz kamplarında, çevrimiçi öğrenme platformlarında ve hatta sosyal aktivitelerde (Maker festivalleri gibi) duymak mümkündür.

Okul dışı öğrenme ortamları STEM eğitimini farklı yönlerden desteklemektedir. Örneğin, okul dışı ortamlarda yapılan STEM etkinlikleri öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgisini ve bu alanlardaki anlayışını geliştirmekte, öğrencilerin bu alanlarda rol model olarak alabileceği bilim insanları ve mühendislerle buluşması için fırsat yaratmakta ve ekonomik açıdan az ve çok kazanan ailelerin çocukları arasındaki akademik başarı farklılığını azaltmaktadır (NRC, 2015). Birçok alanda yapılan araştırmalar da (örneğin bilişsel ve sosyal gelişim, okul dışı öğrenme, çocuk gelişimi gibi) STEM alanlarında öğrenmenin, öğrenmenin gerçekleştiği çeşitli ortamların ve öğrenenin içinde bulunduğu toplum ve kültürün dinamik etkileşiminden ve aynı zamanda öğrenenlerin kişisel ilgisi, alana yönelik eğilimi ve sahip olduğu değerler gibi özelliklerinden etkilendiğini göstermektedir (NRC, 2015).

Bilim merkezleri, bir okul dışı öğrenme ortamı olarak, bilimsel yeniliklerin her yaşta insanla farklı seviyelerde doğal olarak konuşulabileceği, böylece insanların var olan yaratıcılık ve hayal güçlerinin ortaya çıkabileceği bilgi derinliğine ve fiziksel alana sahip ortamlardır (NRC, 2014). Bu öğrenme ortamında, bilime ilişkin içerik bilgisine ve teknik becerilere kıyasla bilime yönelik tutumun gelişmesine, öğrencinin günlük yaşamında kullanabileceği bilimsel bilgi ve becerileri edinmesine ve öğrencinin bilim uygulamalarına ilgisinin artmasına daha fazla önem verilmektedir. Bu nedenle bilim merkezlerinde öğrencinin aktif olacağı çok sayıda sergi ve atölye gibi uygulamalara, özellikle bilim ve mühendislik alanlarından gelen öğretmenlerle çalışılmasına ve hem çocuklar hem de aileleri için güvenli ortamlar oluşturulmasına dikkat edilir. Bu durum öğrenmeye yönelik motivasyonu da artırır (Müze ve Kütüphane Hizmetleri Enstitüsü [Institute of Museum and Library Services, IMLS], 2009). Benzer şekilde, Türkiye’de bilim merkezleri tarafından ücretsiz sağlanmakta olan STEM atölyelerinin, dönem arası ve yaz kamplarının her seviyeden ve her ekonomik düzeyden çocuğa aynı imkânları sunması ve öğretmenlerin bilim ve mühendislik alanlarından seçilmiş olmasının STEM alanında eğitimi olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Ancak bu konuda ya da hangi programların hangi öğrenen grubu için daha verimli olduğu ile ilgili alanda henüz yeterli araştırma ya da değerlendirme yapılmamıştır.

Bilim merkezlerinde gerçekleşen bilim öğreniminin, toplumun bilim ile ilgili bilgi ve anlayışında farklılık yaratması mümkündür. Özellikle STEM alanında farklı ülkelerde yayınlanan raporlarda bu yönüyle bilim merkezlerine değinildiği görülmektedir. Örneğin, ABD’de Akademik Rekabet Konseyi (Academic Competitiveness Council) STEM eğitim programlarının etkililiğini değerlendirdiği raporunda okul dışı öğrenme ortamlarının STEM eğitiminin üç tamamlayıcı ayağından biri olduğunu (diğer ikisi temel eğitim- ilkokuldan lise sonuna kadar- ve yükseköğrenim) belirtmektedir (ABD Eğitim Departmanı [US Department of Education], 2007, s.5). Benzer şekilde, ABD Ulusal Bilim Kurulu (National Science Board, 2007), STEM eğitim programlarının nasıl okul eğitimiyle ilişkilendirilebileceğine dair öneriler raporunda STEM eğitimi için vazgeçilmez unsurları belirtirken okul ve okul dışı öğrenme ortamlarının STEM eğitiminde birbirini tamamlayıcı olması gerektiğine ve STEM eğitimi veren kişilerin bu yönde iyi bir eğitim almış, etkili eğiticiler olmasına değinmektedir. Her iki raporun da ortak noktası; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında toplumun ilgisini, anlayışını ve bu alanda yapılan çalışmalara gösterdiği takdiri artırmak için okul dışı öğrenme ortamlarını gerekli kurumlar olarak görmesidir (NRC, 2009). Ancak araştırmacılar, STEM eğitimi ve kariyerleri alanlarında okul dışı ortamların potansiyelinin yalnızca bu konuda sistematik bir yaklaşımla hazırlanmış öğrenme tasarımları ile mümkün olabileceği konusunda uyarılmaktadırlar (NRC, 2009; Rennie ve diğerleri, 2003).

Kaynakça

- Alliance, A. (2011). Afterschool: A vital partner in STEM education. http://www.afterschoolalliance.org/Afterschool_as_STEMpartner.pdf
- Alliance, A. (2013). *Evaluations backgrounder: a summary of formal evaluations of afterschool programs' impact on academics, behavior, safety and family life.* <http://www.afterschoolalliance.org/documents/EvaluationsBackgrounder2011.pdf>
- Alpert, C. L. (2008). Joining forces for public engagement. *Materials Today*, 11(5), 6.
- Alpert, C. L. (2009). Broadening and deepening the impact: A theoretical framework for partnerships between science museums and STEM research centres. *Social Epistemology*, 23(3-4), 267-281.
- Ayar, M. C. (2015). First-Hand Experience with Engineering Design and Career Interest in Engineering: An Informal STEM Education Case Study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6), 1655-1675.
- Arcand, K. K. & Watzke, M. (2010). Bringing the universe to the street: A preliminary look at informal learning implications for a large-scale non-traditional science outreach project. *JCOM: Journal of Science Communication*, 9, 1-13.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51, 267-272.
- Bachman, N., Bischoff, P. J., Gallagher, H., Labroo, S., & Schaumloffel, J. C. (2008). PR[^] sup 2[^] EPS: Preparation, recruitment, retention and excellence in the physical sciences, including engineering. A report on the 2004, 2005 and 2006 science summer camps. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 9(1-2), 30.
- Bell, L. (2009). Engaging the public in public policy. *Museums & Social Issues*, 4(1), 21-36.
- Bevan, B., Gutwill, J. P., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2015). Learning through STEM-rich tinkering: Findings from a jointly negotiated research project taken up in practice. *Science Education*, 99(1), 98-120.
- Bevan, B. & Ryo, J. J. (2016). Making as a strategy for afterschool STEM learning: Report from the California Tinkering Afterschool Network Research-Practice Partnership. https://www.exploratorium.edu/sites/default/files/pdfs/CTAN_Final_Report_Sept2016.pdf
- Bischoff, P. J., Castendyk, D., Gallagher, H., Schaumloffel, J. & Labroo, S. (2008). A science summer camp as an effective way to recruit high school students to major in the physical sciences and science education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(3), 131-141.
- Chi, B., Dorph, R. & Reisman, L. (yılı belirsiz, 2017 yılında indirildi) Evidence & impact: Museum-managed STEM programs in out-of-school settings. *National Research Council Committee on Out-of-School Time STEM. Washington, DC: National Research Council.*
- Cleveland Metropolitan School District [CMSD] (2016). *MC2 STEM high school.* <http://www.clevelandmetroschools.org/mc2stem>
- Cole, M. (1996). *Cultural Psychology: A once and future discipline.* Cambridge, MA: Belknap Press.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge*, 30(3), 11-17.
- Dal, B., Özdem, Y., Öztürk, N. & Alper, U. (2013). Building capacity for public understanding of science: A report on the role of science centers. *Bilge Strateji*, 5(8).
- Deci, E. L. (1992). The relation of interest to the motivation of behavior: A self-determination theory perspective. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 43-70). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dillon, J. (2012). Science, society and sustainability: education and empowerment for an uncertain world. *Environmental Education Research*, 18(5), 727-731

- Elam, M. E., Donham, B. L. & Solomon, S. R. (2012). An engineering summer program for underrepresented students from rural school districts. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(2), 35.
- Falk, J. H. (2006). An identity-centered approach to understanding museum learning. *Curator*, 49(2), 151-166.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Altamira Press.
- Falk, J. H., Osborne, J., & Dorph, R. (2014). Supporting the implementation of NGSS through research: Informal Science Education. https://www.narst.org/NGSSpapers/Informal_Science_Education_June2014.pdf
- Falk, J. & Gillespie, K. (2009). Investigating the role of emotion in science center visitor learning. *Visitor Studies*, 12(2), 112-132.
- Falk, J. H. & Storksdieck, M. (2005). Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Education*, 89(5), 744-778.
- Gutwill, J. P. & Allen, S. (2010). Facilitating family group inquiry at science museum exhibits. *Science Education*, 94, 710-742.
- Gutwill, J. P. & Allen, S. (2012). Deepening students' scientific inquiry skills during a science museum field trip. *Journal of the Learning Sciences*, 21(1), 130-181.
- Holmes, J. A. (2011). Informal learning: Student achievement and motivation in science through museum-based learning. *Learning Environments Research*, 14(3), 263-277.
- Kim, K. Y. & Crowley, K. (2010). Negotiating the goal of museum inquiry: How families engineer and experiment. M. K. Stein & L. Kucan (Eds). *Instructional Explanations in the Disciplines*. New York, NY: Springer.
- Klein, C., Corse, J., Grigsby, V., Hardin, S. & Ward, C. (2001). *A museum school: Building grounded theory as two cultures meet*. Paper presented at the meeting of the Annual Meeting of the American Educational Research Association. Seattle, WA.
- Krishnamurthi, A. & Sankar, R. (2012). STEM learning in afterschool: Ready to soar. *Dimensions*, July-August, 38-43.
- Köseoğlu, F. & Tümay, H. (2015). *Fen eğitiminde yapılandırıcılık ve yeni öğretim yöntemleri*. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine (2007). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (2002). *Scientific research in education*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Committee on Learning Science in Informal Environments. Philip Bell, Bruce Lewenstein, Andrew W. Shouse, & Michael A. Feder, Editors. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2014). *STEM learning is everywhere: Summary of a convocation on building learning systems*. S. Olson and J. Labov, Rapporteurs. Planning Committee on STEM Learning Is Everywhere: Engaging Schools and Empowering Teachers to Integrate Formal, Informal, and Afterschool Education to Enhance Teaching and Learning in Grades K-8, Teacher Advisory Council, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2015). *Identifying and supporting productive STEM programs in out-of-school settings*. Committee on Successful Out-of-School STEM Learning. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Board. (2007). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education issues and legislative options. In R. Nata (Ed.), *Progress in education* (vol. 14, pp. 161-189). Washington, DC: Author.

- Institute of Museum and Library Services [Müze ve Kütüphane Hizmetleri Enstitüsü, IMLS] (2009). *Making + Learning In Museums And Libraries*. <https://www.imls.gov/sites/default/files/publications/documents/makinglearning-museumslibraries-practitionersguideframework.pdf>
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). (2009). Education at a glance 2009: OECD indicators. Washington, D. C.: OECD. <http://www.oecd.org/edu/eag2009>
- Ohio STEM Learning Network [OSLN] (2016). MC2 STEM High School. <https://www.osln.org/hubs/northeast-ohio-hub/mc2-stem-high-school/>
- Piaget, J. (1928). La causalité chez l'enfant. *British Journal of Psychology*, 18, 276–301.
- Phillips, D. C. (Ekim, 1995). The good, the bad, and the ugly: The many faces of constructivism. *Educational Researcher*, 5-12.
- Rennie, L. J., Feher, E., Dierking, L. D. & Falk, J. H. (2003). Toward an agenda for advancing research on science learning in out-of-school settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 112-120.
- Robbins, M. E. & Schoenfisch, M. H. (2005). An interactive analytical chemistry summer camp for middle school girls. *J. Chem. Educ*, 82(10), 1486.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford University Press.
- Rounds, J. (2006). Doing identity work in museums. *Curator*, 49(2), 133-150.
- Saxon, J. A., Treffinger, D. L., Young, G. C. & Wittig, C. V. (2003). Camp invention: A creative inquiry-based summer enrichment programme for elementary students. *Journal of Creative Behavior*, 37(1), 64–74.
- Scharon, C. (2016). *Long-term impacts of a museum school experience on science identity*. (Doctoral dissertation). University of Washington, DC, USA.
- Skinner, B. F. (1945). "The operational analysis of psychological terms". *Psychological Review*, 52(270–7): 290-4.
- Stavrova, O. & Urhahne, D. (2010). Modification of a school programme in the Deutsches Museum to enhance students' attitudes and understanding. *International Journal of Science Education*, 32(17), 2291-2310.
- Stevens, S., Shin, N., Delgado, C., Cahill, C., Yunker, M. & Krajcik, J. (2007, April). *Fostering students' understanding of interdisciplinary science in a summer science camp*. Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, New Orleans, LA.
- U.S. Department of Education. (2007). *Report of the Academic Competitiveness Council*. Washington, DC: Author.
- Vossoughi, S., Escudé, M., Kong, F. & Hooper, P. (2013, October). Tinkering, learning & equity in the after-school setting. In *annual FabLearn conference*. Palo Alto, CA: Stanford University.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Watson, J. B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review*, 20, 158–177.
- Yoon, S., Elinich, K., Wang, J., Steinmeier, C. & Tucker, S. (2012). Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 7(4), 519-541.

11.B Ö L Ü M

EĞİTİM FAKÜLTESİNDE BÜTÜNLEŞİK FEN, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK VE MATEMATİK (STEM) ÖĞRETİMİ UYGULAMALARI

Dr. Devrim Akgündüz

Yrd. Doçent, İstanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Dr. Hamide Ertepinar

Profesör, İstanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Özet

STEM eğitimi, fen ve matematik eğitiminde yer alan kazanımların mühendislik ve teknoloji ile bütünleştirilerek disiplinlerarası bir şekilde uygulanması anlamına gelmektedir. STEM eğitiminin ve disiplinlerin bütünleştirilmesinin amacı, öğrencilerin 21. yy. becerileri (yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve iş birliği) ile donatılmasını, karmaşık ve gerçek yaşam problemleri ile başa çıkabilmelerini, STEM alanlarında kariyer yapmalarını, problem çözme ve mühendislik becerileri ile tasarımlarını ve üretmelerini sağlamaktır.

STEM günümüzde Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere pek çok ülkede önem verilen bir yaklaşım haline almıştır. STEM alanlarında yetişecek nitelikli iş gücü ülkelerin güçlü bir ekonomiye sahip olmalarını ve lider ülkelerden birisi haline gelmesini sağlayacaktır. Bundan dolayı STEM eğitiminin bütün eğitim seviyelerinde uygulanması gereklilik arz etmektedir.

STEM eğitiminin okullarda başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için STEM eğitimi bilen öğretmenlere ihtiyaç bulunmaktadır. STEM eğitimi bilen öğretmenler yetiştirilmesi için de eğitim fakültelerinde bu alanda derslerin konulması gerekmektedir. Böylece bölüm ve ana bilim dallarında disiplinlerarası entegrasyon için önemli bir adım atılmış olacaktır.

Bu bölümde eğitim fakültelerinde STEM öğretmeni yetiştirme üzerinde durulmuştur. ABD'deki STEM eğitimi ve öğretmeni yetiştirme politikaları ele alınmış, STEM öğretmenlerinin yeterlilikleri ve görevleri açıklanmış, eğitim fakültesinde yazarlar tarafından örnek olarak uygulanmış olan STEM öğretimi dersinin gelişimi, içeriği ve programı detaylandırılmıştır. Eğitim fakülteleri yönetimlerine bir yol haritası sunulmuştur. En son bölümde ise öğretmen adayları tarafından gerçekleştirilmiş bir uygulamaya yer verilmiştir.

“Başkan olarak odaklandığım hedeflerden birisi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik yaklaşımını uygulamayı görev edinen kişileri nasıl yaratabiliriz? Bu alanlardaki yeni öğretmenler ordusunu eğitmenin önceliğimiz olması gerekli. Ayrıca hepimiz bu konuların ülkeyi yukarı taşıyacak konular olduğundan emin olmalıyız. Gelecek yıllarda 100.000 yeni STEM öğretmeni yetiştirmeliyiz.”

ABD eski Başkanı Barack Obama

Giriş

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi yaklaşımı, fen bilimleri ve matematik eğitimi kazanımlarının mühendisliğin ve teknolojinin uygulamaları ile harmanlanmasını hedefleyen disiplinlerarası bir yaklaşımdır. STEM eğitimi aynı zamanda 21. Yüzyıl becerilerinin (P21, 2018) elde edilmesini de kolaylaştırmaktadır (Akgündüz ve diğerleri, 2015a; 2015b; Akgündüz, 2016a). STEM eğitimi ile öğrenenler ayrı ayrı değil birbirine entegre bir şekilde kazanımları elde ederler. STEM eğitimi, ekonomik olarak ilerlemeyi, bilgi ve bilişim çağını yakalamış yaratıcı liderler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Doğru uygulanan bir STEM eğitimi, öğrencilerin araç-gereçlerin çalışma prensiplerini anlama ve teknolojiyi etkin bir biçimde kullanma gibi özelliklerini geliştirir (Bybee, 2010). K-12’deki (okul öncesinden lise sonuna) STEM eğitimi, hayatla ilişkili disiplinlerarası bilgi ve becerileri teşvik eden ve aynı zamanda, öğrencileri bilgi bazlı bir ekonomi için hazırlamaktadır (National Research Council, 2011).

ABD’de STEM yaklaşımı bir devlet politikası olarak uygulanmaktadır. STEM disiplinleri ve STEM eğitime devlet bütçesinden her yıl 3 milyar dolar olmak üzere son üç yılda toplam 9 milyar dolar ayrılmıştır (Akgündüz ve diğerleri, 2015a). ABD Eğitim Bakanlığının yayınladığı rapora göre STEM iş alanları 2010-2020 yılları arasında ortalama % 14 olarak büyüyecektir (US Department of Education, 2016). Bu talebi karşılamak için son yıllarda STEM eğitime çok önem verilmektedir. Öğretmenler için STEM eğitimi programları düzenlenmekte, öğrencilere okul dışı STEM eğitimleri verilmektedir. Bu kapsamda 2020 yılına kadar 100 bin STEM öğretmenin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca öğretim programında da değişiklikler yapılmıştır. ABD’de STEM eğitimi öğretim programına Next Generation Science Standards (NGSS Lead States, 2013) (NGSS) denilen yeni nesil fen eğitimi standartları ile birlikte girmiştir. NGSS’de STEM eğitiminin unsurları olan mühendislik ve teknolojiye de vurgu yapılmaktadır. Ancak NGSS’nin uygulanması konusunda büyük sıkıntılar yaşanmaktadır.

Türkiye’de de son yıllarda STEM alanlarında sınırlı sayıda da olsa çalışmalar gerçekleştirilmiştir ancak STEM eğitimi ile ilgili henüz yeterli bilgi birikimi oluşmamıştır. STEM eğitiminin doğru olarak kavramsallaştırılmasına ve uygulanmasına, öğretmenlere ve öğrencilere yönelik uygulanacak STEM eğitimlerine ve bu konuda yapılacak rehberliğe ihtiyaç bulunmaktadır.

Bundan dolayı okullarda fen ve matematik öğrenimini geliştirmek, mühendislik ve teknolojinin uygulamalı bir biçimde öğretim programına entegre edilmesi gerekmektedir. Sadece öğretim programı değişikliği değil aynı zamanda hem öğretmen adaylarının hem de öğretmenlerin bu eğitimi uygulayabilecek donanım ve becerilere sahip olması bu yaklaşımın başarılı bir şekilde uygulanmasını sağlayacaktır. Bu nedenle eğitim fakültesinde öğrenim gören öğretmen adaylarının STEM eğitimi yaklaşımının bileşenleri ve uygulaması ile ilgili eğitim almasına ihtiyaç vardır.

Kaynakça

- Akgündüz, D. (2016a). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015a). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?]*[White Paper]. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D. (2016). *Türkiye’de ilk: STEM öğretmeni sertifika programı*. 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. 28–30.09.2016. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon.

- Akgündüz, D. ve Ertepinar, H. (2016). *Türkiye’de ilk: Dezavantajlı öğrenciler, üstün/özel yetenekliler ve özellikle kızlar için STEM Eğitimi projesi*. 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. 28–30.09.2016. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A. & Türk, Z. (2015b). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M. & Türk, Z. (2018). *STEM eğitiminin öğretim programına entegrasyonu: Çalıştay raporu*. İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Columbia University. (2015). Columbia University outreach programs. <http://engineering.columbia.edu/outreach>
- Common Core State Standards Initiative. (2010). *Common core state standards for mathematics*.
<http://www.corestandards.org>
- Holdren, J. P., Lander, E. S. & Varmus, H. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America’s future (Executive Report)*. Washington, D.C.: President’s Council of Advisors on Science and Technology.
- Johns Hopkins University. (2018). Johns Hopkins Üniversitesi Center for Talented Youth. <https://cty.jhu.edu/>
- Maness, J. & Holtzin, R. K. (2015). STEM education for the 21st century and beyond. Opednews.
http://www.opednews.com/articles/S-T-E-M-Education-For-the-by-Joe-Maness-Apps_Boeing_Education_Engineering-150110-854.html
- MIT. (2015). MIT Office of engineering outreach programs. <http://oeop.mit.edu/programs/stem>
- NASA. (2018). NASA education programs. <http://www.nasa.gov/offices/education/programs/index.html>
- National Academy of Engineering. (2004). *The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10999>.
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/12635>.
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press.
<https://doi.org/10.17226/18612>.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2010). *Standards for K-12 engineering education?* Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12990>.

National Research Council. (2011). *Successful K-12 education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering and mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states.

<http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>

Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.

P21. (2017). Partnership for 21st century learning 2015.

http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf

STEM Okulu. (2018). STEM for disadvantaged students especially girls. www.stemokulu.com.

TTKB. (2018). Öğretim programları. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx>.

U.S. Department of Education. (2016). Science, technology, engineering and math: Education for global leadership.

<http://www.ed.gov/stem>

WEF. (2018). The future of jobs. Global Challenge Insight Report.

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

White House. (2015). USA R&D budgets. <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/Rdbudgets>