

STEM Education in Early Childhood

Mustafa Çetin, Akdeniz University, ORCHID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4461-5969>

H. Özlen Demircan, Middle East Technical University, ORCHID ID: <https://orcid.org/0000-0002-35364643>

Abstract

Establishing connections between the problems that children may encounter in their daily lives and scientific concepts, STEM education is included in the learning processes starting from early childhood. In addition to conceptual learning, STEM is an approach to education in which students' active participation is achieved through learning by doing. In fact, STEM provides opportunities for students to integrate what they have learned with their living experiences. For the effective integration of STEM education in early childhood learning environments, it is crucial to consider the essential points of planning and implementing developmentally appropriate STEM practices in early childhood education. In this context, the purpose of this study is to present a review focused on STEM education through scientific, historical, and multiple perspectives within the current literature. This detailed review was organized under the titles of the history of STEM, approaches to STEM in early childhood education, the orientation, criticism, and questions regarding STEM in early childhood education and recommendations. Children can be influenced by the policies and practices that define home and school settings and the cultural values that shape these environments. For this reason, it is suggested to provide holistic learning environments and experiences that enable curiosity, discovery, and research for children. Thus, it is proposed that individuals compatible with the human understanding of the new world can be raised within the framework of the economic, social, personal, or cultural values of the societies.

Keywords: STEM education, STEM conceptualization, early childhood education, STEM activities



Inönü University
Journal of the Faculty of Education
Vol 21, No 1, 2020
pp. 102-117
DOI: 10.17679/inuefd.437445

Received : 26-06-2018
Accepted : 20-03-2020

Suggested Citation

Çetin, M., & Demircan H.Ö. (2020). STEM Education in Early Childhood. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 21(1), 102-117. DOI: 10.17679/inuefd.437445

EXTENDED ABSTRACT

The purpose of this study is to present a review focused on STEM education through scientific, historical, and multiple perspectives within the current literature. In line with this purpose, the history of STEM, approaches to STEM in early childhood education, the orientation, criticism, and questions regarding STEM in early childhood education and recommendations were presented.

Since the emergence of the idea of integrating four different fields in education context (i.e., science, technology, engineering, and mathematics), STEM education has attracted the attention of the countries (e.g., United States, Canada, Australia) (DeCoito, 2016) and these countries have taken steps on how to support STEM education. The big promises of STEM education have encouraged the spread of the idea over many other countries. One of these countries is Turkey. Recently, there has been some attempts of Ministry of National Education to establish STEM centers for the integration of STEM education with the existing national education system, the enrichment of research on STEM, to train STEM teachers and to update the curriculum and the provision of educational environments and materials (MEB, 2016). Moreover, in addition to the upper grades, the research studies specifically addressing STEM in early childhood education have been conducted (e.g., Authors; Kermani & Aldemir, 2015; Toran, Aydın, & Etgüer, 2020). These types of research studies have revealed that STEM is also promising to enhance the development and education of young children.

By means of STEM education, disciplines of science, technology, engineering, and mathematics are integrated through establishing relationships between real-life problems and the content of the fields (Yamak, Bulut, & Dündar, 2014). More than one of the abovementioned disciplines, which include distinctive knowledge, skills, and beliefs, come together and constitute STEM education (Çorlu, Capraro, & Capraro, 2014). STEM education differs from traditional education practices and offers problem- and inquiry-based learning experiences (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012).

For the integration of STEM education to early childhood learning environments, it is crucial to consider the essential points of planning and implementing developmentally appropriate STEM practices. First and most important, children's curiosity and eagerness to research should be supported within the practices of STEM education (Fusaro & Smith, 2018; Helm & Katz, 2010). An effective way to do this is to establish connections between real life and STEM fields by allowing children to experience real-life problems (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012; Sayari, Forawi, & Mansour, 2015; Vasquez, Comer, & Sneider, 2013). The selection of the problem may be either teacher- or child-oriented. In both cases, the teacher may plan the activity process and guide the process. In addition to the activities planned and implemented by the teacher, the teachers can also provide opportunities for spontaneous STEM experiences by providing children with a variety of materials that children can use in their play during free time (Bewn, Ryoo, & Shea, 2017; Gold et al., 2020). Another important issue is that the materials and equipment provided to children in STEM practices, both in planned and free time activities, should support doing research, making discoveries, and making design and should serve various purposes (Bardige & Russell, 2014). In addition to the usual materials or equipment found in early childhood education classes, more advanced materials and equipment such as screen-based technologies, robotic materials, smart boards, digital cameras, computers should be available to (Aladé, Lauricella, Beaudoin-Ryan, & Wartella, 2016; Bers, Seddighin, & Sullivan, 2013; Authors).

With the increasing familiarity of STEM in early childhood education, STEM-related practices have begun popular in early childhood settings. However, these practices lead to some questions and concerns about the STEM in early childhood education. First, there is confusion about what a STEM activity is. STEM education is criticized for not being a novel approach for early childhood education; on the contrary, it is argued that such activities have been already made within science activities in early childhood classrooms (e.g., Balat & Güneş, 2017). However, this type of understanding may lead focusing on individual fields in STEM instead of integration. For example, Balat and Güneş (2017) suggested a seed germination experiment conducted in preschool classes as a STEM activity. However, although this activity is a good science activity that is remarkable in order to raise awareness about life science and system development in the context of showing the germination stage of plants concretely, it focuses just only one field. In addition, concerning the integration of fields, STEM may also be considered only to do activities in which the fields mentioned in the abbreviation are integrated (e.g., Koyunlu-Ünlü & Dere, 2018). In this regard, integrated activities are implemented by combining more than one STEM field subject in the activities considered as a STEM activity. On the other hand, according to the related literature, the complete implementation of STEM requires presenting opportunities for children to link integrated fields with real-life problems and to ask questions, explore, research, and produce possible solutions for the problems (Breiner et al., 2012; Yamak, Bulut, & Dündar, 2014). Another essential concern is that, instead of allowing children to search for the possible

solutions for a problem, the teacher gives the best “possible solution” and children make represent this solution. It should not be forgotten that STEM understanding is not only about conceptual learning (MacDonald & Maurer, 2015), but rather it is an approach based on learning by living through active participation of children and offers children opportunities to integrate what they have learned with their own lives. In addition to those, there might be also confusion on testing solutions suggested for problems. Testing the real-life application of solutions to all problems may not be possible because of the nature of the problem. For example, a solution to the problem of how to build a road through the forest without cutting the trees in the forest can only be achieved in the phase of model design and this model is tested. It is unlikely to make a real test in such a solution. However, children can test their solutions for the problems related to how they can collect little pieces of paper on the ground or how they can clean the tables after an art activity.

In conclusion, providing STEM experiences for preschool children will help them better prepared for future educational steps and the challenges of the 21st century. A curriculum that indicates features, like being child-centered and providing STEM-related experiences for children, may be a basis to support children’s understanding and skills in STEM for their future learning (Aldemir & Kermani, 2017). On the other hand, the current Turkish early childhood education curriculum has characteristics for the integration of STEM (Ata-Aktürk, Demircan, Şenyurt, & Çetin, 2017). STEM education can be integrated into early childhood settings, both with “advance” materials such as robotic materials and “traditional” materials that exist in early childhood settings. STEM experiences may also be provided for children by reorganizing learning centers or creating new learning centers specifically for STEM education (Moomaw, 2003). With the integration of STEM in the educational system, there is an increasing need for qualified and experienced teachers to plan and implement developmentally appropriate opportunities for children in terms of STEM education. Consequently, there is a need for supporting teachers and preservice teachers in terms of both experience and resources. Moreover, children can be influenced by the policies and practices that define home and school settings and the cultural values that shape these environments. For this reason, it is suggested to provide holistic learning environments and experiences that enable curiosity, discovery, and research for children. Thus, it is proposed that individuals compatible with the human understanding of the new world can be raised within the framework of the economic, social, personal, or cultural values of the societies.

Erken Çocukluk Döneminde STEM Eğitimi Anlayışı

Mustafa Çetin, Akdeniz Üniversitesi, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4461-5969>
H. Özlen Demircan, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-35364643>

Öz

Çocukların yaşamlarında karşılaşılabilecekleri problemler ile bilimsel kavramlar arasında bağ kuran STEM eğitimi, erken çocukluk döneminden başlayarak öğrenme süreçlerine dahil olmaktadır. STEM eğitimi kavramsal öğrenmenin yanı sıra öğrencilerin aktif katılımlarının sağlandığı yaparak yaşayarak öğrenmenin ilke olarak yer verildiği bir eğitim anlayışıdır. Öyle ki STEM, öğrencilerin yaşantıları ile öğrendiklerini bütünleştirme konusunda olanaklar sunar. Erken çocukluk dönemi öğrenme ortamlarında STEM eğitiminin etkin bir biçimde yer alması adına; uygulamaların gelişimsel olarak uygun bir biçimde geliştirilmesinde; STEM eğitiminde önemli bulunan noktaların göz önünde bulundurulması, bu bağlamda planlamaların ve uygulamaların yapılması önemlidir. Bu çalışmanın amacı; erken çocukluk dönemi STEM eğitimi anlayışına odaklanan, güncel bir çerçevede bilimsel, tarihsel ve çoklu bakış açıları ile STEM eğitim anlayışı uygulamalarını ele alan bir değerlendirme oluşturmaktır. İlgili alan yazının detaylı olarak incelendiği bu çalışma; STEM eğitimin yakın tarihsel gelişimi, erken çocukluk döneminde STEM eğitim anlayışı, erken çocukluk döneminde STEM eğitim anlayışı ile ilgili yönelim, eleştiri ve sorular ve son olarak öneriler başlıkları altında düzenlenmiştir. Çocuklar ev ve okul ortamlarında, bu ortamları tanımlayan politikalar ve uygulamaların yanı sıra onları şekillendiren kültürel değerlerden etkilenebilirler. Bu nedenle, merak uyandıran; inceleme, araştırma ve keşif yapılmasına izin veren; bütüncül bir anlayış yapısına sahip öğrenme ortamları ve öğrenme deneyimlerinin oluşturulmasının desteklenmesi önerilmektedir. Bu sayede toplumların ekonomik, sosyal, kişisel veya kültürel değerleri çerçevesinde, yeni dünyanın insan anlayışı ile uyumlu bireylerin yetiştirilebileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, STEM kavramı, okul öncesi eğitimi, STEM etkinlikleri



Inönü Üniversitesi
Eğitim Fakültesi Dergisi
Cilt 21, Sayı 1, 2020
ss. 102-117
DOI: 10.17679/inuefd.437445

Gönderim Tarihi : 26-06-2018
Kabul Tarihi : 20.03.2020

Önerilen Atf

Çetin, M. ve Demircan H.Ö. (2020). Erken çocukluk döneminde STEM eğitimi anlayışı. *Inönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 102-117. DOI: 10.17679/inuefd.437445

GİRİŞ

Günümüzde ulusların içinde bulunduğu ekonomik rekabet, onları bir adım öne taşıyabilecek adımlar atmaya yönlendirmektedir. Bu süreçte öncü olmak isteyen uluslar, bilimsel okuryazarlığı yüksek olan toplumlar yetiştirme hedefinin yanında, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında kendini geliştirmiş işgücü oluşturabilmek hedefi ile yol almaya devam etmektedirler (Chachashvili-Bolotin, Milner-Bolotin ve Lissitsa, 2016). Bahsedilen süreç başka bir bakış açısı ile değerlendirildiğinde ise; "geleceğin meslekleri" teknolojik yenilikleri, ekonomik gelişimi, küresel rekabeti ve ulusların yaşam standartlarını yönlendirecek meslekler olarak görülmekte ve bu mesleklere ulaşabilmek için temel bilimlerin disiplinler arası ve/veya disiplinler üstü yaklaşımlarla bütünleştirilmesinin önem taşıdığı ifade edilmektedir (Langdon, McKittrick, Beede, Khan ve Doms, 2011). Bu mesleklerde uzmanlaşmış ve donanımlı bireylerden oluşan toplumlar oluşturabilmek için, çağın birey yeterlikleri ile çocukların küçük yaşlardan itibaren tanıştırılması; bu alanlara yönelik deneyim kazanmalarının sağlanması, ulusların başarısı adına bir adım önde yol almaları için önemli unsurlar olarak değerlendirilmektedir (Quigley ve Herro, 2016). Bu nedenle; bilimsel olarak test edilmiş, hedefine ulaşabilen eğitim yöntemleri geliştirebilmek; erken çocukluk dönemi STEM (science [fen], technology [teknoloji], engineering [mühendislik] ve mathematics [matematik]) eğitim anlayışı adına anlamlı yol almak için önemli bir adım olarak görülmektedir (Bilton, 2018; Brenneman, Lange ve Nayfeld, 2018; Helm ve Katz, 2010; Tippett ve Milford, 2017).

Öğrenme üzerine yapılan araştırmalar sonucunda çocukların bağlam odaklı, bütünleştirilmiş disiplinler arası ve/veya disiplinler üstü öğrenme sistemleri aracılığıyla; ilgili kavramları derinlemesine bir yaklaşım ile anladığını, problem çözme becerilerini geliştirdiğini; ayrıca temel bilimsel kavramların bütünlük bir biçimde problemler yardımıyla ile günlük yaşamdaki durumlar ile bir araya geldiğini öğrenmelerini desteklediğini göstermiştir (örn., Berlin, 1994; Fantuzzo, Gadsden ve McDermott, 2011; French, 2004; Mason, 1996). Öyle ki, günlük yaşam problemleri ile kavramsal bilgiler arasında bir bağ kuran STEM eğitim anlayışı aracılığı ile çocuklar; kendileri için anlamlı bir sürecin içinde STEM disiplinlerinin doğasını anlayabilirler. Bu süreçte çocukların çok karmaşık, bilimsel dayanağı olan yapıları derinlemesine anlamlandırmaları; gelişimsel yeterlikleri göz önünde bulundurulduğunda sağlanamaz ancak odaklanılan sistem/yapı veya problem ile ilgili, temel oluşturabilecek başlangıç düzeyinde merak ve fikir oluşturmaları sağlanabilir. Dolayısıyla, STEM eğitimi erken çocukluk döneminden başlayarak çocukların öğrenme süreçlerine dahil olmaya başlamalıdır ki çocukların 21 yy. bilgi ve becerileri ile erken yaşta tanışmaları ve bu bilgi ve beceriler için sağlam bir temel oluşturulması adına fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında bir anlayış geliştirmeleri sağlanabilir (Charette, 2014). Bu sayede, çocuklar evrendeki sistemlerin işleyişi hakkında başlangıç düzeyinde araştırmalar yapmaya olanak bulabilirler (Moomaw, 2013). Bu bağlamda bu çalışmanın amacı; güncel bir çerçevede içerisinde, STEM eğitimi konusuna ilgi duyan uzmanlara ulaşan, STEM eğitimi konusunda erken çocukluk dönemi eğitimine odaklanan; bilimsel, tarihsel ve çoklu bakış açıları ile STEM eğitim anlayışı uygulama ve değerlendirme eğilimini inceleyip önerilerde bulunan bir değerlendirme yazısı oluşturmaktır

STEM EĞİTİMİ ANLAYIŞI

STEM science (fen), technology (teknoloji), engineering (mühendislik) ve mathematics (matematik) disiplinlerinin baş harfleri kullanılarak oluşturulmuş bir kısaltmadır. Bu kısaltmayı oluşturmaktaki temel amaç fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirildiği bir anlayışı yansıtmaktır. Bu doğrultuda, STEM eğitim anlayışının temel amacı farklı bilgi, beceri ve anlayışı gerektiren birden fazla disiplini bir araya getirerek bütünleştirilmiş bir biçimde işe koşturmaktır (Bilton ve Walts, 2019; Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014).

STEM disiplinlerini bütünleştirme sürecinde, disiplinler; gerçek yaşamda karşılaşılan birtakım problemler ile ilişkilendirilerek ele alınır (Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). "Ya daha farklıysa?" sorusunun oluşturabileceği merak duygusu aracılığı ile sorgulamaya yönlendiren bilimsel süreçler, öğrenenlerin yaşamlarındaki bilime dair sormaya değer soruları sormak, keşfetmeye değer kavramlara odaklanmak ve nasıl olduğunu anlayabilmelerine odaklanmak, STEM eğitim anlayışını ön plana çıkaran özelliklerdir. STEM öğrenme ortamlarında bilinen bir son nokta olmayabilir ve katılımcıların bir şeyleri yaparken, nasıl bir şey yapacaklarına odaklanarak öğreneceği düşünülmektedir (Bewan, Ryoo ve Shea, 2017). Bu özellik belki de, STEM eğitiminin, eğitim alanında sağladığı en büyük katkılardan biri olabilir. Bunu anlamlı hale getiren ise, okullarda öğrencilerin en çok geliştirilmesini önerdiği konulardan biri, derslerde ya da etkinliklerde ele alınan konuların gerçek/günlük yaşam ile bağlantısının kurulması ve gerçek/günlük yaşamda öğrendiklerinin ne işlerine yarayacağını öğrenmeleri ile ilgili olmasıdır (Cunningham ve Higgings, 2014). Bu noktada, STEM eğitim anlayışının konu içeriği ile gerçek yaşam arasındaki bağlantı kopukluğunu ortadan kaldırma çabası,

öğrencilerin sıklıkla sorduğu “bunu neden öğreniyoruz?” sorusuna bir yanıt olma ümidini canlandırmaktadır (Scherer, 2014, s.7).

STEM eğitim anlayışı öğretmen merkezli eğitim uygulamalarından ayrılarak, problem çözmeye ve sorgulamaya dayalı öğrenme deneyimleri sunmaktadır (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012). Ayrıca, STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını gerçek yaşam durumları bağlamında ele almak için bir alan oluşturmaktadır (Vasquez, Comer ve Sneider, 2013). Bu nedenle, STEM eğitimi öğrencilerin çevrelerinde var olan doğal ve insan yapımı olguların nasıl çalıştığını ve doğasını kavraması için bir olanak sunmaktadır. Anlayış, öğrencilere gerçek yaşam problemleri ile karşılaşma ve bu problemlerin üstesinden gelmek için olası çözümler üretme fırsatı vermektedir (Sanders, 2009). Özetle, STEM eğitim anlayışı fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin gerçek yaşam problemleri ile birlikte öğrencilerin yaşamlarının farklı ve birden fazla yönü arasında bağlantı kurmaya yönelik disiplinler arası bir yaklaşımı temel alır.

Öğrencilerin yaşamlarından problemleri STEM disiplinleri birikim ve kazanımları aracılığı ile çözebilecekleri öğrenme ortamlarında bulunmaları, onlara deneyimleyerek öğrenme olanağı sunar. Örneğin, madde ve güç gibi fizik bilimi kavramları, mühendislik tasarımları (ör. bina yapıları, suyun taşınması için sistemler oluşturulması, rampalar üzerinde nesnelere kayıp kaymaması) ile bütünleştirildiğinde hayattan ilham alır hale gelir. Benzer bir biçimde, matematik öğrenimi, iyi tasarlanmış, eğlenceli teknolojiler (örn., araştırma tabanlı bilgisayar oyunları) tarafından desteklendiğinde geliştirilebilir (McClure vd., 2017). STEM eğitiminin kullanılabilirliği örnek durumların tümünde en temel ortak nokta STEM eğitimin sadece kavramsal öğrenmeyle ilgili olması değil (MacDonald ve Maurer, 2015), aksine öğrencilerin aktif katılımlarının sağlandığı yaparak yaşayarak öğrenme ile ilgili bir yaklaşım olmasıdır. Çünkü STEM öğrencilerin kendi yaşamları ile öğrendiklerini bütünleştirme konusunda olanaklar sunar. Daha geniş bir çerçeveden bakıldığında ise, STEM eğitim anlayışı, fikirleri, soruları ve stratejileri görünür hale getirir. Erişilebilir materyaller kullanıldığında, yaratıcı bakış açısı ile problemlere odaklanıldığında ve yapılanların paylaşıldığı bir öğrenme ortamı oluşturulduğunda, problemler için birden fazla çözümün üretildiği yapıcı öğrenme ortamları oluşur. Bütün bu süreçte yetişkinler düzenli ve yansıtıcı konuşmalar aracılığıyla sorgulama, test etme ve uygulama süreçlerinin modelleri olurlar (Bewan vd., 2017). Diğer bir yandan, odaklandıkları problemlere çözüm bulma sürecinde çocuklar birtakım tasarımlar yapabilir ve bu tasarımlarını test edebilirler. Örneğin, tekerlekli eşyaları sınıflarında bir yerden bir yere taşıyabilmek için nasıl bir sistem kurabilecekleri problemini ele alarak bir takım çözüm önerileri üretebilirler. Bu amaç doğrultusunda bir rampa tasarımı yapabilirler. Tasarım sürecinde öğrenciler farklı disiplin bilgilerinden yararlanıp yapacakları araştırmalar aracılığı ile üzerine yenilerini ekleyerek yol alırlar. Örneğin, matematik bilgilerini kullanarak rampanın uzunluğunu ve eğimini hesaplayabilirler. Bunun yanında, rampanın yüzeyinin nasıl olacağı konusunda fizik ile ilgili bilgilerini kullanabilirler. Üretebilecekleri farklı teknolojilerin bu rampayı nasıl daha etkili bir hale getireceği konusunda çalışmalar yapabilirler.

STEM Eğitiminin Yakın Tarihsel Gelişimi

STEM, 2001 yılında Amerikan Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation) eski yöneticilerinden Judith A. Ramaley tarafından (Teaching Institute for Excellence in STEM, 2010), ülkelerin gelecek refahlarında bir rol oynayan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının önemine dikkat çekmek amacıyla öne sürülen bir terimdir (Cunningham ve Higgins, 2014). Ortaya çıkışı ile birlikte STEM, eğitim alanında popüler bir araştırma konusu olmaya başlamıştır (Breiner vd., 2012). Eğitim araştırmalarındaki popülerliğinin yanı sıra bazı devletler ulusal eğitim programlarını STEM eğitimi ile bütünleştirme çabası içine girmişlerdir. Örneğin, STEM eğitiminin öncüsü olan Amerika Birleşik Devletleri “Educate to Innovate (Yenilik İçin Eğitim)” adı altında bir program başlatmıştır (Obama, 2009). Bu program öğrencilerin STEM etkinliklerine katılımını sağlama ve onların STEM kariyer alanlarına olan ilgilerini artırmayı amaçlamıştır. Ayrıca, STEM alanları açısından ülkenin eğitim sisteminin bir kriz içinde olması, hükümeti STEM eğitimi geliştirme ve yaygınlaştırma adına bu doğrultuda birtakım adımlar atmaya zorlamıştır. İlk somut adım, 100.000 öğretmene STEM alanlarında eğitim verilmesini içermektedir. Bununla birlikte, Usta Öğretmen Birliği'nin (Master Teacher Corp.) kurulması için yatırımlar yapılmıştır (The White House, 2012). Ayrıca, Amerika Birleşik Devletleri STEM eğitimi okul öncesi eğitimden lisansüstü eğitime kadar bütün eğitim seviyeleri ile bütünleştirmek için ulusal bir stratejik plan oluşturmuştur. Bu yolla, STEM eğitiminin geliştirilmesi ile birlikte okul öncesinden lisansüstüne kadar eğitimin bütün kademelerinde yer alan öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında yetişmiş insan gücü olmaları için gerekli becerileri edinmeleri amaçlanmıştır.

STEM eğitim anlayışı Avustralya ile Kanada gibi devletler tarafından da değerlendirilmiş, bu ülkeler de STEM eğitiminin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için adımlar atmışlardır (DeCoito, 2016). Türkiye’de de STEM eğitim anlayışıyla ilgili bir takım çalışmalar yapılmıştır. Yakın zamanda Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından STEM eğitimi ile ilgili bir rapor hazırlanmıştır. Bu

rapor STEM eğitim anlayışının ne olduğu ile ilgili bir giriş niteliğinde olup, STEM eğitiminin mevcut ulusal eğitim sistemi ile bütünleştirilmesi için STEM merkezlerinin kurulması, bu konuda yapılan araştırmaların zenginleştirilmesi, STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesi, öğretim programlarının güncellenmesi ve eğitim ortamlarının ve materyallerin sağlanması gibi birtakım önerileri içermektedir (MEB, 2016). Ayrıca bu raporda, 2016-2018 yılları için bir eylem planı önerisinde bulunulmuştur.

Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı STEM eğitiminin ulusal öğretim programlarında yer alması açısından bazı adımlar atmıştır. İlkokul ve ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında, matematik, fen, teknoloji ve mühendislik uygulamalarına yer verilmekte ve bu disiplinler arası bir bağın kurulması ile bu disiplinler arasındaki ilişkisel özellikleri öğrencilerin kazanmasının önemine vurgu yapılmaktadır (MEB, 2018). Bu programda ele alınan her bir ünite, öğrencilerin Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kapsamında konu ile ilgili günlük yaşam problemlerine ilişkin olası çözüm önerileri ve tasarımlar yapmaları beklenmektedir.

Milli Eğitim Bakanlığı'nın fen bilgisi eğitimi programında STEM eğitim anlayışına yer vermesi, STEM'in eğitim sistemimize dahil edilmesinde atılan önemli adımlardan biridir. Ancak, 3. sınıftan daha alt kademelerde bu yaklaşım ile ilgili herhangi bir yeniliğe güçlükle rastlanmaktadır. STEM eğitim anlayışının erken çocukluk dönemi çocukları için de uygulanabilir olduğu ve eğitimin bir parçası olması gerektiğinin değeri ilgili alan yazında vurgulanmaktadır (örn., Aldemir ve Kermani, 2016; Aronin ve Floyd, 2013; Balat ve Güneş, 2017; Kermani ve Aldemir, 2015; Moomaw, 2013; Soylu, 2016; Torres-Crespo, Kraatz ve Pallansch, 2014). Son yıllarda gerçekleştirilen güncel ulusal araştırmalarla, STEM eğitimi uygulamalarının okula hazır bulunuşluk ve kavram kazanımı üzerindeki etkileri (Toran, Aydın ve Etküer, 2020), okul öncesi öğretmenlerinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkileri (Kale, 2019), STEM eğitiminde mühendislik uygulamaları (Ata-Aktürk, 2019), STEM öğretmen eğitimi (Karamete-Gözcü, 2019; Koyunlu-Ünlü ve Dere, 2018; Sağbaş, 2019) gibi farklı açılardan STEM eğitimi ele alınmakta ve ilgili alanyazın gün geçtikçe zenginleşmektedir. Bunlara ek olarak, Ata-Aktürk, Demircan, Şenyurt ve Çetin (2017) tarafından yapılan araştırmanın bulgularına göre, Milli Eğitim Bakanlığı Okul Öncesi Eğitim Programı'nın ve öğretmenlere yol göstermesi amacıyla sunulan etkinlik kitapçığının STEM eğitimi açısından birçok temel kavramı ve disiplini içeriyor olması, STEM eğitiminin okul öncesi eğitim ile bütünleştirilebileceğine dair olanakların var olduğunu göstermektedir. STEM eğitim anlayışı ile okul öncesi eğitim programı arasında ortak noktaların varlığı Türk eğitim sistemi içerisinde okul öncesi dönemde STEM eğitiminin uygulanabilirliği konusunda umut vermektedir.

Erken Çocukluk Döneminde STEM Eğitimi Anlayışı

STEM eğitiminin erken çocukluk döneminden ziyade, konu tabanlı bir sistemi barındıran eğitimin üst basamaklarındaki büyük yaş çocuklar için uygun olduğu düşünülebilir (Gartell, 2016). Ayrıca, teknoloji ve mühendislik alanları, çocuklar için "karmaşık" ya da "zor" olarak değerlendirilebilir. Fen ve matematik disiplinlerin yer almasına ise okul öncesi eğitim ortamlarında sıkça değinilse de mühendislik ve teknoloji bu yaş çocukları için gelişimsel açıdan uygun olmayan alanlar olarak değerlendirilebilmektedir (Sarama vd., 2018). 21. Yüzyılın eleştirel düşünme, problem çözme, bilgi ve medya okuryazarlığı, girişimcilik, üretkenlik gibi becerileri ön plana çıkarması, STEM eğitim anlayışının erken çocukluk döneminden başlayarak ele alınmasını gerekli hale getirmektedir (Charette, 2014; Partnership for 21st Century Learning [P21], 2017; Quigley ve Herro, 2016). Dolayısıyla, STEM eğitim anlayışı okul öncesi dönemden başlayarak ele alınmalı ve çocuklar erken yaşlardan itibaren STEM ile tanıştırılmalıdır. Doğumdan başlayarak 8 yaşına kadar sürdürülebilir, belirli bir düzeni olan, bilimsel veri tabanlı bir öğrenme sistemi oluşturulup, STEM eğitimi onun bir parçası olarak değerlendirilmelidir (McClure vd., 2017). Erken çocukluk eğitimi bağlamında STEM eğitiminin eğitimde etkin bir biçimde yer alması adına; uygulamaların doğru ve uygun bir biçimde geliştirilmesinde; erken çocukluk eğitiminin doğasının gerektirdiği gibi, STEM eğitiminde önemli bulunan noktaların göz önünde bulundurularak planlamaların ve uygulamaların yapılması önemlidir. Bu bağlamda farklı yaklaşımlar izlenerek STEM eğitimi gerçekleştirilebilir.

STEM eğitim uygulamalarının gerçekleştirildiği sistemler içerisinde çocukların merak duygusu ve araştırma isteklerinin desteklenmesi son derece önemlidir (Fusaro ve Smith, 2018; Helm ve Katz, 2010). Doğumlarından itibaren çocuklar çevrelerini öğrenmeye istek duymakta ve çevrelerindeki sistemlerin nasıl çalıştığını merak ile incelemektedirler. Benzer bir biçimde, yaşamın ilk yıllarından başlayarak, dünyanın nasıl işlediğini analiz etme konusundaki doğal meraklarının yardımıyla küçük çocuklar, fen bilgisinin temelini oluşturan çevreye yönelik öğrenme konusunda oldukça istekli, ilgili ve meraklıdır (Moomaw, 2013). STEM eğitimi anlayışı, çocukların bu ilgi, istek ve meraklarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirilmesinin benimsendiği bir süreçte beslenebileceği deneyimler kazanmaları adına olanaklar sunabilir. Bu bağlamda çocuklar, STEM disiplinleri ve gerçek/günlük yaşam arasında bir bağ kurma olanağını bulabilirler (Breiner vd., 2012; Sayary, Forawi ve Mansour, 2015; Vasquez vd., 2013). Bu süreçte,

çocuklar doğrudan yer alacakları deneyimler yolu ile STEM'i oluşturan disiplinlerin gerektirdiği bilgi ve becerileri bir arada kullanma olanağına sahip olurlar. Gerçek yaşam ile STEM alanları arasındaki bağ, çocuklara gerçek yaşam problemlerinin öğretmen ya da ebeveyn gibi bir yetişkin tarafından sunulması ya da çocukların ilgileri dahilinde kendilerinin farkına vardıkları problemlerinin ele alınması ile kurulabilir. Örneğin, öğretmen çocukların ellerini yıkadıkları lavabonun bulunduğu yerin zemininin ıslanmasına dikkat çekerek, buna çözüm bulmak için neler yapılabileceğini demokratik bir ortamda çocuklarla tartışabilir. Daha sonra, bu probleme yönelik çözüm önerileri belirlenip zeminin ıslanmaması için kullanılacak araç tasarımları yapıp, işlerliği çocuklarla beraber denenebilir. Öğretmenin çocuklara sunacağı problemle ilgili dikkat etmesi gereken en önemli nokta, çocukların ilgi ve ihtiyaçları doğrultusunda, ilgilerini çekebilecek ortak bir problemi belirlemesidir (Helm ve Katz, 2010). Bu problemin çocuklar için anlam ifade etmesi ve basit düzeyde empati kurulabilir nitelikte olması önemlidir. Diğer yandan, bir çocuğun dile getirdiği bir problemde de yola çıkarak bu probleme yönelik çözüm yolu aranabilir. Örneğin, güneşli bir sonbahar gününde, bir çocuk, ağacın yüksek bir dalında gördüğü ayvaya ulaşamadığını, ama o ayvaya ulaşmayı çok istediğini çünkü böylece, sınıfa getirip arkadaşları ile paylaşabileceğini ifade edebilir. Bu durumda, öğretmen çocukların dikkatini bu probleme çekerek olası çözüm yollarını araştırmalarını sağlayabilir. Çocuklar ile birlikte, sınıfta çeşitli materyalleri kullanarak belirlenen uzaklığa/yüksekliğe ulaşmak üzere hazırlanacak bir sistem kurmak planlanabilir. Verilen iki örnek problem durumu ve gerçek yaşam durumlarından yola çıkılarak ele alınabilecek sayısız problem aracılığıyla; çocuklar gerçek yaşam bağlamında ele alabilecekleri yöntemleri (sorgulamaya dayalı öğrenme ve değerlendirme yöntemleri) deneyimleyerek eleştirel ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirebilir ve bilimle bütünleşmiş bir bakış açısı oluşturur (Popa ve Ciascai, 2017). Çocuklar bu süreçte; STEM eğitimi aracılığıyla problem çözme, bilimsel araştırmalar yürütme, matematik uygulamaları yapma ve teknolojik tasarımlar oluşturma konularında deneyim kazanabilirler (Sanders, 2009). Problemin kaynağı konusunda dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, iki problem kaynağı arasında denge kurmaktır (Donegan-Ritter ve Zan, 2017).

Öğretmenlerin planlayıp çocuklarla paylaştığı STEM çalışmalarının yanı sıra, yine öğretmenler çocuklara serbest zaman etkinliklerinde tasarımlar yapabilecekleri çeşitli materyaller sağlayarak kendiliğinden oluşan STEM deneyimleri için olanak sağlayabilirler. Bu az müdahale gerektiren uygulamanın en önemli getirisi, çocuklara özgürce çalışma ve üretme fırsatı vermesi ve çocukların fikirlerine değer verildiği mesajını iletmesidir (Turner ve Williams, 2020). Bu durum Bewan ve arkadaşları (2017) tarafından verilen örnek ile açıklanabilir. Bir araba inşa etmekte olan ve deneyip yanılma, aynı zamanda araştırma aşamasında olan bir çocuk, kullanacağı malzemelerin bulunduğu alanda çalışırken; bir bebek evi inşa etmek için aynı alanda bulunan bir arkadaşı ile konuşmaya başlayabilir. Bu konuşma, ikisinin bir bebek arabası oluşturmak için iş birliği yapmasıyla sonuçlanabilir.

Bir önceki örnekte de görüldüğü üzere, erken çocukluk dönemi öğrenme ortamlarında, çocukların oynadıkları oyunlarında doğal bir parçası olarak STEM eğitim anlayışı yer alabilir. Oyun, çocukların fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla ilgili birçok kavram ve beceriyi deneyimledikleri bir ortam yaratır. Örneğin, çocuklar, yemek pişirmeyle ilgili kurdukları dramatik oyunda maddenin hali, ısı, kimyasal değişim gibi birçok kavramla karşılaşacaklar ve mekanik karıştırma, erime gibi bilimsel olayları deneyimleme olanağına sahip olacaklardır (Tunnicliffe ve Gkouskou, 2020). Bu oyunda ayrıca ölçme gibi matematik kavramlarını da deneyimleyeceklerdir. Daha ileri seviyede, bu oyun çocukların yaptıkları yemekleri sergileyebilecekleri ya da satabilecekleri bir dükkân ya da tezgâh tasarımlarına kadar giderek, onların mühendislik tasarım süreçlerinde yer almaları ya da bir probleme yönelik çözüm olabilecek basit teknolojiler tasarımlarıyla devam edebilir. Benzer bir biçimde çocuklar sınıflarda bulunan bloklarla kurdukları bir oyunla STEM eğitimi bağlamında gerçekleşen bir etkinlikte yer alabilirler (Gold vd., 2020). Tahta bloklar ile çevrelerindeki binaların ya da içinde buldukları çevrenin bir krokiğini oluşturabilirler. Bir nevi, üç boyutlu olarak çevrelerini bloklar yardımı ile inşa ederek sembolize edebilirler. Bunlara ek olarak, çocuklar kendi içinde buldukları çevrenin bir problemini çözmeyi planladıkları bir tasarım yapabilirler. Bu tasarım ve inşa sürecinde çocuklar; ihtiyaç ve problemlerin belirlenmesi, amacın belirlenmesi ve tanımlanması, modeller ya da planlar oluşturulması, bu model ve planların test edilmesi, tasarımın veya işlevselliğin değerlendirilmesi ve fikir alışverişinde bulunulması, diğer çocuklar veya öğretmenlerle işbirliği içinde çalışılması süreçlerinde yer alarak temel mühendislik uygulamalarıyla ilgili deneyimler kazanırlar (Bagiati ve Evangelou, 2016). Çocuklar bloklarla bir bina tasarlayıp inşa ettiklerinde, bu deneyim ve ürün, binanın çevredeki diğer binalar ile ortak yanlarının olduğu ve yaptıklarıyla gerçek hayatta mimarların ve inşaat mühendislerinin yaptıkları arasında benzerlikler olduğunu keşfetmelerini sağlar (Moomaw, 2013). Tekrar vurgulamak gerekirse, ele alınan bu iki örnek bağlamında, öğretmenin rolü çocukların başlattığı bu süreci çok fazla yönlendirmeden, sürecin devam etmesi için çocukları isteklendirmek ve teknik destek sağlamaktır. Ayrıca öğretmenler çocukların araştırmalarına model olabilir, çocuklara destek verebilecek önemli pedagojik hamleleri (örn., soru sormak) yerine getirerek ve sonuçta ortaya çıkan ürünün değil sürecin olduğu önemini gözeterek çocukları bu anlamda cesaretlendirebilirler (Bewan vd., 2017).

STEM eğitim uygulamalarının gerçekleştirildiği sistemler içerisinde; gerek planlanmış etkinliklerde gerekse serbest zaman etkinliklerinde çocuklara sunulan materyallerin çocukların yapacakları araştırmaları, keşifleri ve tasarımları destekleyici nitelikte ve çeşitli amaçlara hizmet edecek nitelikte olması bir diğer önemli konudur (Bardige ve Russell, 2014). Bu materyaller, halihazırda bir okul öncesi eğitim sınıfında bulunan materyaller ya da artık materyaller olabilir. Diğer yandan, erken çocukluk dönemi çocukları için erken çocukluk eğitimi sınıflarında bulunan olağan materyallere ek olarak bazı gelişmiş araçlar ya da materyaller de kullanılabilir. Örneğin, tablet bilgisayarlar ve bilgisayarlar gibi dijital ekran teknolojileri, çocukları diğer alanlarda desteklemek için iyi birer araç olabilir (Aladé, Lauricella, Beaudoin-Ryan ve Wartella, 2016). Daha açık bir ifadeyle, bilgisayarlar veya tablet bilgisayarlar aracılığıyla fotoğraf, video, simülasyon ve elektronik oyunlar kullanmak, fen kavramlarını öğrenmeleri, bilimsel uygulamalar yapmaları ve bilimsel söylem oluşturmaları için fırsatlar sunarak çocukların fen bilgisi öğrenimini geliştirebilir (Sharrifnia vd., 2015). Buna ek olarak, STEM ile ilgili dijital eğitici oyunlar, çocukları STEM disiplinleri ile tanıştırmak için kullanılabilir (Sherry, 2013). Ayrıca eğitimsel robotlar, mühendislik ve teknoloji alanlarını erken çocukluk ortamları ile bütünleştirmek için etkili bir yol olabilir (Bers, Seddighin ve Sullivan, 2013; Çetin ve Demircan, 2018). Çocuklar; dişliler, motorlar ve sensörler gibi mühendislikle ilgili bazı malzemeler aracılığı ile yapıları tasarlayarak ve inşa ederek, matematik, fen ve teknolojiyi bütünleştiren robotik etkinlikleri (Bers ve Porstmore, 2005) sayesinde mühendislik tasarım süreçlerine aktif olarak katılma şansına sahip olabilirler (Bers, Ponte, Juelic, Viera ve Schenker, 2002). Robotların tasarlanması ve programlanmasını içeren bu süreçler, çocukların fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki bilgi ve becerilerine önemli katkılar sağlayabilir. Örneğin, Kazakoff, Sullivan ve Bers (2013) 'e göre, robotik ve programlama etkinliklerine katılan çocuklar sıralama ile ilgili becerilerini bu etkinlikler yoluyla geliştirirler. STEM eğitim anlayışı öğrenme ortamlarında kullanılmakta olan materyaller kapsamı; yazılımlardan robotlara, bilgisayarlardan artık materyallere oldukça geniş bir çerçevede olsa da, etkili bir STEM eğitim modelinin doğasına (öğrencilerin erken deneyimleri ve ilgi alanlarını kullanır, önceden var olan bilgisini ve becerilerini [bildikleri] tanımlar ve kullanır, onları dahil eder, bilimsel etkinliklere olan ilgisini sürdürür ve onları bilimsel etkinliklere katılmaya motive etmek için tasarlanmış deneyimler sunar) yakın çerçevede kalmasını sağlayacak miktarda olması önemlidir (Capraro ve Slough, 2013; Popa ve Ciascai, 2017).

Erken Çocukluk Döneminde STEM Eğitim Anlayışı ile İlgili Yönelim, Eleştiri ve Sorular

STEM eğitim anlayışının tanınırlığının artması ile birlikte erken çocukluk eğitimi kurumlarında, STEM eğitimine olan ilgi artmış ve STEM uygulamaları hayata geçirilmeye başlanmıştır. İlgili alan yazında, bir önceki bölümde de belirtildiği üzere STEM eğitimi farklı yöntemlerle okul öncesi eğitim ortamlarında kullanılabilir. Ancak, STEM eğitim anlayışının, eğitim ortamlarında kullanılmasında birtakım engeller ile karşılaşabilmekte ve soru işaretleri oluşabilmektedir. Dolayısı ile, STEM eğitim anlayışının erken çocukluk dönemine uygulanmasındaki engeller, bu konudaki uzmanların farkında olduklarından daha karmaşık, daha detaylı ve yaygın olabilir (McClure vd., 2017). Bu bağlamda bu bölümde, popüler uygulamalar STEM anlayışı açısından incelenmiş ve yönelim, eleştiri ve sorular ele alınarak tartışılmıştır.

Bir yönelim olarak, STEM eğitimi yalnızca kısaltmada belirtilen alanların bir araya getirildiği etkinlikler yapmak olarak değerlendirilmektedir (örn., Koyunlu-Ünlü ve Dere, 2018). Bu doğrultuda, STEM etkinliği olarak ele alınan etkinliklerde birden fazla STEM alanı konusunun bir araya getirilerek bütünleştirilmiş etkinlikler uygulanmaktadır. Alan yazına göre, STEM eğitiminin eksiksiz bir biçimde gerçekleşmesi en az alanları bütünleştirme çabası kadar; bütünleştirilmiş alanları gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirmek ve bununla ilişkili olarak soru sorma, keşfetme, araştırma, olası çözümler üretme için fırsatların çocuklara sunulmasını gerektirir (Breiner vd., 2012; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Dahası, STEM eğitimini öğrenme sürecinin bir parçası haline getirmenin en etkili yollarından biri, öğrenme sürecini bir problem çözme süreci haline getirebilmektir (Linder vd., 2016). Ancak, STEM eğitiminin bu özellikleri zaman zaman göz ardı edilebilmekte, eğitim ortamlarına yeterince yansıtılamamaktadır. Bu kapsamda, çocuklara öğretmen merkezli eğitim yöntemlerinde olduğu gibi, ne yapacağı söylenmekte ve sonuçta birbirine benzeyen, sorgulama-araştırma-deneyip yanılma süreci içermeden yapılmış ürünlerin oluşturulduğu, çeşitli disiplinlerin birbirinde ayrı olarak yer aldığı çok disiplinli öğrenme deneyimleri sunulmaktadır (Şenyurt, Demircan, Çetin ve Ata-Aktürk, 2017). Durum, çocuklar ile sıkça uygulanan paraşüt yapma etkinliği aracılığı ile örneklendirilebilir. Bu etkinlikte, çocukların her birinden kendi paraşütlerini yapmaları beklenmektedir. Öğretmen çocukların her birine paraşüt oluştururken kullanacağı malzemeleri verir, o etkinlikte paraşüt yapılacağını söyler ve paraşütü nasıl yapacaklarını anlatır veya örnek bir paraşüt gösterir. Paraşüt yaparken kullanılacak malzemeler, STEM anlayışını içeren disiplinlerden her birine odaklanabilecek iken (ipin boyu-çeşidi, kumaşın malzemesi-boyutu-şekli, yapıştırıcının özelliği, paraşüt ile aşağıya bırakılacak nesnenin ağırlığı-kapladığı alan, paraşütün genel görünümü); bütün çocuklara aynı-tek tipte malzeme verilir. Çocuklar öğretmenin önceden hazırlamış olduğu

paraşüt örneğini ve öğretmenlerinin yönergelerini takip ederek; modeli-paraşütlerini oluştururlar. Paraşütün işlevi ve çalışması ile ilgili ise bir çalışma yapılmaz, süreç içerisinde çocukların bilimsel veriyi kullanarak yaparak yaşayarak öğrenmesine olanak sunulmaz.

Ele alınan paraşüt etkinliğinde, STEM eğitim anlayışı sürecinin önemli bir bölümü olan, elindeki malzemelerden en uygun olanlarını seçerek tasarım yapıp deneme; problemine çözüm arama işini çocuk yerine öğretmen gerçekleştirmektedir, oluşturduğu ürünü çocukların tekrar etmesini beklemektedir. Unutulmamalıdır ki, STEM anlayışı sadece kavramsal öğrenmeyle ilgili değil (MacDonald ve Maurer, 2015), aksine çocukların aktif katılımlarının sağlandığı yaparak yaşayarak öğrenmeyi temel alan bir yaklaşımdır ve çocuklara kendi yaşamları ile öğrendiklerini bütünleştirme konusunda fırsatlar sunar. Örneklenen paraşüt etkinliğinde, etkili bir STEM öğrenme süreci oluşturabilmek için, öğretmen, öğrenme ortamındaki yüksek bir yerden aşağıya bırakılan bir nesnenin en az zarar göreceği şekilde yere düşebilmesi için nasıl bir çözüm bulunabileceği konusunda bir problem durumu oluşturabilir. Öğretmen çocuklara fazla sayıda ve çeşitte malzeme sunabilir ve çocuklardan var olan malzemelerin içinden seçerek ve kullanarak problemlerine çözüm üretmelerini bekleyebilir. Belki bir çocuk paraşüt yerine, nesneyi yapacağı kağıttan bir uçağın üzerine koyup serbest düşüşe bırakmayı deneyecek veya daha önce hiç kullanılmamış malzemeleri kullanarak bir paraşüt oluşturacaktır. Esasında burada odaklanılması beklenen asıl durum, sunulan problemler aracılığıyla çocukların süreç odaklı öğrenmeye yönlendirilebilmesidir. Süreç odaklı öğrenme dikkatli dinleme ve sorgulamayı teşvik eder; öğrencilerin tekrarlayan tasarım-yeniden tasarım faaliyetleri aracılığıyla kanıta dayalı değerlendirme yapmalarına yardımcı olur; bu sayede çocuklar başarısızlık ile karşılaştıklarında, başarısızlıklarını problem çözme sürecinde bir adım olarak değerlendirir, problem çözme sürecinin sonunda olmadıklarını algırlar (Bewan vd.,2017). Özetle, bir STEM çalışmasından beklenen, kısaltmada yer alan temel disiplinleri kabaca bütünleştirerek çocuklara sunmak değil, alanları çocukların araştırmalarına, keşfetmelerine ve üretmelerine olanak sağlayacak gerçek yaşam problemleri bağlamında fark edebilecekleri olanaklar sunarak ele almaktır.

Gerçek yaşam problemleri bağlamında, STEM eğitimi etkinliklerinde ortaya çıkan diğer bir soru ise mühendislik tasarım sürecinin STEM'i oluşturan diğer disiplinler ile bütünleştirilmesiyle ilgilidir. Öğrenme sürecinde bir probleme bulunmuş olan çözümün etkili ya da yeterli olup olmadığının denemesi; deneme sonucunda başarılı veya başarısız olundu ise çözümün daha başarılı olabilmesi için problem çözme sürecinin yeniden gözden geçirilip, iyileştirilip, çözümün tekrar denemesi, ardından paylaşılması mühendislik tasarım sürecinin yapıtaşlarını oluşturur (National Academy of Engineering ve National Research Council, 2009). Ancak, bu noktada ortaya çıkan her çözüm önerisinin denenecek denemeyeceği sorusu akla gelmektedir. Bu soruya yanıt, çözüm önerilerinin ortaya çıkmasında belirleyici olan probleme bağlıdır. Tasarlanmış olan problem çözümünü test etmek veya etmemek, temelde ele alınan problemin doğasına göre değişiklik gösterebilir. Örneğin, ormandaki ağaçları kesmeden ormanın içinden nasıl yol geçirebileceği problemine bulunabilecek bir çözüm sadece model tasarımı aşamasında kalabilir. Çünkü bu problem durumu alanda gerçekleştirilmiş mühendislik uygulamaları sonucu ortaya koyulabilecek çözüm önerilerini içerir. Dolayısıyla, çözüm önerisinin test edilmesi model aşamasında kalacaktır. Diğer yandan, çocukların yakın çevreleri ile ilgili olabilecek; sanat etkinliklerinden sonra masanın nasıl daha kolay temizlenebileceğini ya da yerdeki küçük kağıtların nasıl toplanabileceğini problem durumu olarak ele alan bir etkinlikte, bulunan çözümlerin çalışıp çalışmadığı deneme yanılma süreci ile çocuklar tarafından test edilebilir. Çünkü, bu etkinlikteki çözüm önerileri imkanlar dahilindedir ve test edilip gerçekleştirilmesi mümkündür.

Mühendislik tasarım sürecinin bir parçası olan model üzerinden ya da gerçek tasarımlarla çözümlerin test edilmesi, sürecin anlamlı olmasını sağlayabilir. Ancak, test etmenin gerçekten uygulanabildiği etkinlikler çocuklar için daha anlamlı olabilir. Çocuklar buldukları çözümün çalışıp çalışmadığını test ederek değerlendirmelerde bulunabilirler. Bu sayede; çözüm yollarının çalışmadığı veya oluşturdukları tasarımın hedeflenen problemi çözemediği durumda, problem çözme sürecini yeni baştan değerlendirerek sorunun saptanması ve düzeltilmesi olanağına ulaşırlar. Çözüm yollarını değerlendirip, çözümü sonlandırmak ya da süreci baştan başlatmak deneyimleri ile çocuklar STEM eğitim anlayışının temel disiplinlerinden biri olan mühendislik tasarım sürecinde deneyim kazanmış olurlar. Mühendislik tasarım sürecine odaklanmak ise araştıran bireylerin, çevrelerinde gördükleri insan/mühendis yapımı nesnelere ya da yapıların oluşturulması sürecinde deneyimlenmiş olabilecek süreçler hakkında farkındalık kazanmalarına destek olabilir. Bu da aslında Bybee (2010)'a göre, STEM eğitim anlayışının temel özelliklerinden biri olan çocukların çevrelerindeki yapıların nasıl çalıştığı ile ilgili bir anlayış kazanmalarını sağlamaktır. Şöyle ki, çevremizde gördüğümüz insanlar sayesinde yapılmış nesne ya da ürünlerin çocukların zihninde zaman zaman "bilimin gizemi" olarak yer alması olasılığı değerlendirilirse, çocukların gizemin altyapısındaki bilimsel süreci fark edip deneyimleyerek katkıda bulunması, yine çocukları buldukları doğaya katkıda bulunan bir birey olma yolunda geliştirecektir. Diğer yandan, çözüm yollarının denemesine olanak tanımayan problemleri temel alan etkinlikler yapan çocuklar, detayını keşfedemedikleri bilimsel süreci yine "bilimin gizemi" olarak değerlendirebilecektir. Ancak bu defa çocuklar somut bir biçimde deneyemeyecek ve bu konudaki anlayışları

tam anlamıyla sağlanamayacaktır. Elbette ki çocuklara bilimsel süreci bütün şeffaflığı ile aktarmakta güçlük çekebilecek teknoloji ürünleri ile karşılaşılabilir, işte bu noktada ise çocukların zihinlerinde gizemli şemalar yaratarak bilime olan merakları geliştirilebilir.

STEM öğrenme ortamları erken çocukluk döneminde yapılan fen etkinlikleri rehber olarak değerlendirildiğinde, STEM'in erken çocukluk eğitimi için yeni bir anlayış olmadığı ve aksine bu tür etkinliklerin zaten yapıldığı, STEM anlayışı ile ilgili bir eleştiridir (örn., Balat ve Güneş, 2017). Örneğin, erken çocukluk dönemi sınıflarında sıklıkla yapılan bitki çimlendirme deneyi bir STEM etkinliği olarak değerlendirilebilmektedir. Bu etkinlik bitkilerin çimlenme aşamasının çocuklara somut bir biçimde gösterilmesi bağlamında, canlı bilimi ve sistem gelişimi hakkında farkındalık kazandırmak adına odaklanılabilecek bir fen etkinliğidir. Çocuklar bir yandan doğal yaşamın bir parçası olan bitkilerin gelişimlerini incelerken, bir yandan da zaman, miktar vb. kavramlar ile ilgili deneyimler kazanabilirler. Bu, fen ve matematiğin bütünleştirilmesi olarak değerlendirilebilir. Ancak, bu tür etkinliklerde öğretmenler bir alan ile ilgili kazanımları ele alabilir ve diğer gelişim alanı ve disiplinlere çok da odaklanmayabilirler. Yani örnekteki etkinlik, bitkilerin gelişim aşamalarının gözlemlenmesiyle sınırlı kalabilir. Bitki çimlendirme etkinliğinin STEM anlayışı içeren bir etkinlik olarak değerlendirilebilmesi için ise, deney sürecine STEM anlayışının doğasında olan disiplinler arası bakış açısı aracılığıyla problem odaklı ve sorgulamaya dayalı öğrenme deneyimleri eklenmelidir (Breiner vd., 2012). Önerilen bitki çimlendirme deneyi STEM eğitim anlayışı ile beslendiğinde ise pek çok problem durumu (örn., bitkinin nasıl daha hızlı çimlendirilebileceği, hangi yöntem ile bitkinin çimlenmesinin yoğunlaşabileceği, bitkinin el değmeden nasıl sulanabileceği) oluşturularak mühendislik, teknoloji, matematik ve fen bilimleri içeren araştırmaya dayalı öğrenme deneyimleri desteklenebilir. Bahsi geçen problemlerden herhangi biri temel alındığında çocuklar disiplinler arası bir yaklaşım ile hem bitkilerin gelişimi ile ilgili gözlemler yapabilecek hem de bu süreci nasıl daha etkili bir hale getirebilecekleri ile ilgili problemlere yönelik çözüm yolu bulma sürecine dahil olacaktır. Bu süreçte, çocuklar problem çözme, bilimsel araştırma yürütme, matematik uygulamaları yapma ve teknolojik tasarım konularına odaklanma şansı elde edebilirler (Sanders, 2009). Etkinlikler yardımıyla çocukların bu tür deneyimleri kazanmalarının sağlanması esastır. Diğer yandan, var olan etkinliklerin STEM ile karşılaştırma çabası ya da halihazırda uygulanan etkinliklerin STEM'i içeriyor olup olmaması tartışmalarının yerine, çocuklar için farklı alanları bütünleştirirken onların nasıl aktif olarak katılabilecekleri ve bilgi ve becerileri çok yönlü destekleyecek etkinliklerin nasıl planlanacağıyla ilgili fikirler üretmek daha faydalı olabilir.

ÖNERİLER

Erken çocukluk dönemi STEM anlayışı adına öğrenme yönünde hareket etmek için düzenli ve eşzamanlı olarak büyük ve küçük adımlar atılabilir (McClure vd., 2017). İlgili alanyazında, erken çocukluk döneminde kullanılabilecek eğitim programlarının örneklerini görmek mümkündür (ör., Bardige ve Russel, 2014). Diğer yandan, ulusal erken çocukluk eğitimimiz bağlamında, mevcut okul öncesi eğitim programı STEM'in Türkiye okul öncesi eğitimi ile bütünleştirilmesi konusunda gerek anlayış gerekse kazanım ve göstergeler gibi daha belirgin bileşenleri ile uygun bir zemin hazırlayabileceğini göstermektedir (Ata-Aktürk vd., 2017). Dolayısıyla, erken çocukluk eğitiminde STEM eğitim anlayışı adı altında bir eğitim programının kullanılması bir çok açıdan yarar sağlasa da, halihazırda kullanılan eğitim programı STEM eğitimine yol göstermekte etkili bir kaynak olarak değerlendirilmektedir. Çocuk merkezli ve STEM alanlarını deneyimine odaklı bir biçimde ele almayı temel alabilecek bir program, çocukların gelecekteki öğrenmelerini destekleyebilecek STEM becerilerini geliştirmelerine olanak sağlayabilir (Aldemir ve Kermani, 2017). Şöyle ki, halihazırda uygulanan MEB 2013 Okul Öncesi Eğitim Programı aracılığı ile birtakım STEM eğitim anlayışı etkinlikleri, ülkemizde eğitim vermekte olan öğretmenler aracılığıyla çocuklara sunulabilir. Bu doğrultuda çocuklar için gelişimsel olarak uygun deneyimler sağlayacakları etkinlik ya da ortamlar oluşturulabilir. STEM'in sadece ilgili alanların bütünleştirilmesi ile kalmadığı, çocukların gerçek yaşam problemlerini temel alan bir anlayış olduğu unutulmamalıdır. Bu anlayış ile paralel olarak etkinlikler üretilebilir ya da mevcut olarak uygulanan etkinlikler yeniden STEM entegrasyonu açısından değerlendirilebilir.

Öğretmenlere sunulan kaynakların yanı sıra öğretmenlerin eğitim verdikleri ortamların STEM eğitimi uygulamalarına elverişli olması önemlidir. Sınıflarda bulunan öğrenme merkezlerine ya da okulda bulunan eğitim ortamlarına ek olarak, çeşitli materyallerin (ör., kırtasiye malzemeleri, artık materyaller) eklemesiyle var olan merkezler zenginleştirilerek bir STEM öğrenme merkezi oluşturulabilir ya da başlı başına bir sınıf/alan STEM merkezi olarak hazırlanabilir (Moomaw, 2013). Bu öğrenme merkezlerine veri analizleri için grafikler, ölçme araçları, dijital kameralar gibi teknolojik cihazlar yerleştirilebilir ve alana STEM meslekleri de dahil

olmak üzere STEM alanlarıyla ilgili kitaplar eklenebilir. Bunun yanı sıra, STEM eğitimini desteklemek adına farklı öğrenme ortamları da hazırlanabilir. Örneğin, Turner ve Williams (2020) tarafından önerilen çamur mutfağı (mud kitchen) adlı oyun alanı çocukların araştırmacı doğalarını ve yaratıcılıklarını desteklemek, oyun aracılığıyla öğrenmeye etkin bir biçimde katılmalarına olanak sağlamak ve kritik düşünme becerilerini geliştirmek için ideal bir etkinlik alanı olarak kullanılabilir. STEM eğitimi bağlamında düşünüldüğünde bu tür bir ortamda çamur ya da kil gibi ana malzemelerle birlikte, okul öncesi eğitim kurumlarında bulunabilecek birçok malzeme de işin içine katılarak, çocukların etkin bir biçimde farklı disiplinleri deneyebilecekleri etkinliklere katılmaları sağlanabilir. Örneğin, çocukların çamur ya da kil ile yapacakları bir ev tasarımında, evin yıkılmaması için nasıl dengede durabileceğini düşünecek, bu evin yapımında bazı aletler kullanacak, eğer bir alet yoksa bunu tasarlama yoluna gidecek (örneğin evin duvarlarını oluşturmak için eski evlerin inşasında duvarların yapımında kullanılan kerpiç kalıpları gibi) ve bir evin doğal materyaller yardımıyla da yapılabileceği konusunda anlayış geliştirecektir.

Çocukların STEM'de daha başarılı olması ihtiyacı arttıkça, STEM eğitim ortamlarındaki çocuklar için ilgili fırsatları geliştirmek adına nelerin gerekli olduğunu anlayan nitelikli öğretmenlere olan ihtiyaç da artmaktadır (Chalmers, Carter, Cooper ve Nason, 2017). STEM eğitim anlayışına yönelik mevcut yaklaşımları olumlu yönde devam ettirebilmek adına hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitim programları; öğretmenlerin/öğretmen adaylarının STEM anlayışını çocuk öğrenme ortamlarında olduğu gibi deneyimleyerek, öğrenmeye odaklanarak tasarlanmalıdır (Brenneman vd., 2018). Gerek öğretmen adaylarının eğitim programları gerekse öğretmenlerin hizmet içi öğretmen eğitim programları; merak uyandıran, inceleme ve keşif yapılmasına izin veren; öğretmenlerin bu alanlar hakkında bütüncül bir anlayış yapısına sahip olmalarını destekler nitelikte olmalıdır. Böylece öğretmenler çocukların alan ile ilgili öğrenme süreçlerine dair empati kurabilir ve model olabilir. Öğrenen için bilgi bağımsız değildir ve öğrenciye göre bireyselleştirilmiştir (Bulfin, 2017). Dolayısıyla hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitim programları STEM anlayışı ile ilgili güncel, tutarlı ve gelişimsel olarak uygun uygulamalar çerçevesinde planlanmalıdır. Bunlara ek olarak, öğretmenlere ve öğretmen adaylarına STEM eğitimiyle ilgili uzmanlarca hazırlanmış kaynakların sunulması daha doğru ve etkili uygulamaların yapılması için önemlidir. Konuyla ilgili yapılan araştırmalar, STEM eğitimi ile ilgili etkinlik yapmak isteyen öğretmenlerin en çok başvurdukları kaynakların sosyal medya ve video paylaşım platformları gibi olduğu raporlanmıştır (Koyunlu-Ünlü ve Dere, 2018; Early Childhood STEM Working Group, 2017). Nitelik ve içerik bakımından kontrolsüz bir biçimde sunulan içeriklerin kavram hatalarına yol açmaması için öğretmenlere nitelikli kaynaklar sunulması son derece önemlidir.

Çocuklar ev ve okul ortamlarından, bu ortamları tanımlayan politikalar ve uygulamalar ve şekillendiren kültürel değerlerden etkilenebilirler. Bu nedenledir ki STEM anlayışı içeren öğrenme ortamları, çeşitli paydaşların (okul, aile ve toplum) işbirlikli katılımıyla zenginleştirilebilir (Ata-Aktürk, 2019; Marcus, Haden ve Uttal, 2018; Haden vd., 2014). Bu sayede toplumların ekonomik, sosyal, kişisel veya kültürel değerleri çerçevesinde, yeni dünyanın insan anlayışı ile uyumlu bireyler yetiştirilebilir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Yazar(lar), bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve / veya yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

KAYNAKÇA/REFERENCES

- Aladé, F., Lauricella, A. R., Beaudoin-Ryan, L. ve Wartella, E. (2016). Measuring with Murray: Touchscreen technology and preschoolers' STEM learning. *Computers in Human Behavior*, 62, 433-441.
- Aldemir, J. ve Kermani, H. (2017). Integrated STEM curriculum: Improving educational outcomes for Head Start children. *Early Child Development and Care*, 187(11), 1694-1706.
- Aronin, S. ve Floyd, K. K. (2013). Using an iPad in inclusive preschool classrooms to introduce STEM concepts. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 34-39.
- Ata-Aktürk, A. (2019). Development of a STEM-based engineering design curriculum for parental involvement in early childhood education (Yayımlanmamış doktora tezi). ODTÜ, Ankara.
- Aktürk, A. A., Demircan, H. Ö., Şenyurt, E., & Çetin, M. (2017). Turkish early childhood education curriculum from the perspective of stem education: A document analysis. *Journal of Turkish Science Education*, 14(4), 16-34.
- Bagiati, A. ve Evangelou, D. (2016). Practicing engineering while building with blocks: Identifying engineering thinking. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(1), 67-85.
- Balat, G. U. ve Günşen, G. (2017). Okul öncesi dönemde STEM yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 42, 337-348.
- Bardige, K. ve Russel, M. (2014). *A STEM-focused curriculum: Implementation guide*. Sandwich: Heritage Museums & Gardens Inc.
- Berlin, D. (1994). The integration of science and mathematics education: Highlights from the NSF/SSMA Wingspread conference plenary papers. *School Science and Mathematics*, 94(1), 32-35.
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A. ve Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2002(1), 123-145.
- Bers, M. U. ve Portsmore, M. (2005). Teaching partnerships: Early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 59-73.
- Bers, M., Seddighin, S. ve Sullivan, A. (2013). Ready for robotics: Bringing together the T and E of STEM in early childhood teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 21(3), 355-377.
- Bewan, B., Ryoo, J. ve Shea, M. (2017). What if? Building creative cultures for STEM making and learning. *After School Matters*, 25, 1-8.
- Bilton, H. (2020). Values stop play? Teachers' attitudes to the early years outdoor environment. *Early Child Development and Care*, 190(1), 12-20.
- Bilton, H. ve Watts, M. (20219). Early stem education: practice and prospects. *Early Child Development and Care*. doi: 10.1080/03004430.2019.1653547
- 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.
- Brenneman, K., Lange, A. ve Nayfeld, I. (2019). Integrating STEM into preschool education; designing a professional development model in diverse settings. *Early Childhood Education Journal*, 47(1), 15-28.
- Bulfin, M. (2017). InSTEMnifying Youth: STEM, capital, and power. *Critical Education*, 8(15), 56-67.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329, 996.
- Capraro, R.M. ve Slough, S.W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why Now? An introduction to STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. R.M. Capraro, M.M Capraro ve J.R. Morgan (Ed.), *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (s. 1-6) içinde. Rotterdam: Sense Publishers.
- Chachashvili-Bolotin, S., Milner-Bolotin, M. ve Lissitsa, S. (2016). Examination of factors predicting secondary students' interest in tertiary STEM education. *International Journal of Science Education*, 38(3), 366-390.
- Chalmers, C., Carter, M. L., Cooper, T. ve Nason, R. (2017). Implementing "big ideas" to advance the teaching and learning of science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 25-43.
- Charette, R. N. (2014). STEM Sense and nonsense. *Educational Leadership*, 72(4), 79-83.
- Cunningham, C. M. ve Higgins, M. (2015). Engineering for everyone. *Educational Leadership*, 72(4), 42-47.
- Çetin, M., ve Demircan, H. Ö. (2018). Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: a systematic literature review. *Early Child Development and Care*, 1-13.

- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- DeCoito, I. (2016). STEM education in Canada: A knowledge synthesis. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(2), 114-128.
- Donegan-Ritter, M.M. ve Zan, B. (2017). Designing and implementing inclusive STEM activities for early childhood. C.M. Curran ve A.J. Petersen (Ed.), *Handbook of research on classroom diversity and inclusive education practice* (s. 222-249) içinde. Hershey, PA: IGI Global.
- Early Childhood STEM Working Group. (2017). *Early STEM matters: Providing high-quality STEM experiences for all young learners*. Chicago, IL: Chicago STEM Education and Erikson Institute.
- Fantuzzo, J. W., Gadsden, V. L. ve McDermott, P. A. (2011). An integrated curriculum to improve mathematics, language, and literacy for Head Start children. *American Educational Research Journal*, 48(3), 763-793.
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 138-149.
- Fusaro, M. ve Smith, M. C. (2018). Preschoolers' inquisitiveness and science-relevant problem solving. *Early Childhood Research Quarterly*, 42, 119-127.
- Gartel, D. (2016). Developmentally appropriate STEM: It's STREAM! <https://drjulieig.files.wordpress.com/2015/03/developmentally-appropriate-stem-stream.pdf> adresinden alınmıştır.
- Gold, Z. S., Elicker, J., Kellerman, A. M., Christ, S., Mishra, A. A. ve Howe, N. (2020). Engineering Play, Mathematics, and Spatial Skills in Children with and without Disabilities. *Early Education and Development*, 1-17. doi:10.1080/10409289.2019.1709382
- Haden, C. A., Jant, E. A., Hoffman, P. C., Marcus, M., Geddes, J. R. ve Gaskins, S. (2014). Supporting family conversations and children's STEM learning in a children's museum. *Early Childhood Research Quarterly*, 29(3), 333-344.
- Helm, J. H. ve Katz, L. G. (2010). *Young investigators: The project approach in the early years*. New York: Teachers College Press.
- Kale, S. (2019). *STEM uygulamalarının okul öncesi öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
- Karamete-Gözcü, Ş. (2019). *Okul öncesi öğretmenlerin aldıkları STEM eğitimine ilişkin düşünceleri ve sınıf içi uygulamalarının incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A. ve Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245-255.
- Kermani, H. ve Aldemir, J. (2015). Preparing children for success: integrating science, math, and technology in early childhood classroom. *Early Child Development and Care*, 185(9), 1504-1527.
- Koyunlu-Ünlü, Z. ve Dere, Z. (2018). Okul öncesi öğretmen adaylarının hazırladıkları FeTeMM etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 1502-1512.
- Langdon, D., Mckittrick, G., Beede, D., Khan, B. ve Doms, M. (2011). STEM: Good jobs now and for the future, *U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration*, http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinaljuly14_1.pdf on 10.05.2015 adresinden alınmıştır.
- Linder, S. M., Emerson, A. M., Heffron, B., Shelvin, E., Vest, A. ve Eckoff, A. (2016). STEM use in early childhood education: Viewpoints from the field. *Young Children*, 71(3), 87-91.
- MacDonald, S. ve Maurer, M. (2015). Families learning together: An elementary STEM-focused event brings students and families together. *Science and Children*, 52(9), 44-49.
- Marcus, M., Haden, C. A. ve Uttal, D. H. (2018). Promoting children's learning and transfer across informal science, technology, engineering, and mathematics learning experiences. *Journal of Experimental Child Psychology*, 175, 80-95.
- Mason, T. C. (1996). Integrated curricula: Potential and problems. *Journal of Teacher Education*, 47(4), 263-270.
- McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., Kendall-Taylor, N. ve Levine, M. H. (2017). *STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood*. New York, NY: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2016). *STEM eğitimi raporu*. <http://yegitek.meb.gov.tr/STEMEducationReport.pdf> adresinden alınmıştır.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı: İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar* <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325> adresinden alınmıştır.

- Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. St. Paul, MN: Redleaf Press.
- National Academy of Engineering ve National Research Council (NRC) (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- Obama, B. (2009) *Educate to innovate*. <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/presidentobama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-sciencetechnology-en> adresinden alınmıştır.
- Partnership for 21st Century Learning [P21] (2017). 21st century skills early learning framework. http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_ELF_Framework_Final_20pgs.pdf adresinden alınmıştır.
- Popa, R. A. ve Ciascai, L. (2017). Students' attitude towards STEM education. *Acta Didactica Napocensia*, 10(4), 55-62.
- Quigley, C. F. ve Herro, D. (2016). "Finding the joy in the unknown": Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 1-17.
- Sağbaşı, A. (2019). *STEM odaklı olarak yeniden tasarlanan okul öncesi öğretmenliği bölümü fen ve matematik eğitimi dersinin uygulanma süreci: Bir durum çalışması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sarama, J., Clements, D., Nielsen, N., Blanton, M., Romance, N., Hoover, M., ... McCulloch, C., (2018). Considerations for STEM education from PreK through grade 3. Waltham, MA: Education Development Center, Inc. <http://cadrek12.org/resources/considerationsstem-education-prek-through-grade-3> adresinden alınmıştır.
- Sayary, A. M. A., Forawi, S. A. ve Mansour, N. (2015). STEM education and problem-based learning. R. Wegerif, L. Li ve J. C. Kaufman (Ed.), *The Routledge international handbook of research on teaching thinking* (s. 357-368) içinde. New York, NY: Routledge.
- Scherer, M. (2014). Helping STEM take flight. *Educational Leadership*, 72(4), 7-7.
- Şenyurt, E., Demircan, H.Ö., Çetin, M. ve Ata-Aktürk, A. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi anlayışları [Öz]. 5.Uluslararası Okul Öncesi Eğitim Kongresi'nde sunulan bildiri, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Sharifnia, E., Vidiksis, R., Orr, J., Dominguez, X., Goldstein, M. ve Kamdar, D. (2015). Developing preschool scientists: Identifying best practices for using tablets to support early science teaching and learning. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (s. 1745-1750). Las Vegas, ABD.
- Sherry, J. L. (2015). Formative research for STEM educational games. *Zeitschrift für Psychologie*, 221(2), 90-97.
- Soylu, Ş. (2016). Stem education in early childhood in Turkey. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 6(1), 38-47.
- Teaching Institute for Excellence in STEM (2010). *What is STEM education?* <http://www.tiesteach.org/stem-education.aspx>
- The White House, (2012). *President Obama announces plans for a new, national corps to recognize and reward leading educators in science, technology, engineering, and math*. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2012/07/17/president-obama-announces-plans-new-national-corps-recognize-and-reward-> adresinden alınmıştır.
- Tippett, C. D. ve Milford, T. M. (2017). Findings from a Pre-Kindergarten classroom: Making the case for STEM in early childhood education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 67-86.
- Toran, M., Aydın, E. ve Etgüer, D. (2019). Investigating the effects of STEM enriched implementations on school readiness and concept acquisition of children. *Elementary Education Online*, 19(1), 299-309.
- Torres-Crespo, M. N., Kraatz, E. ve Pallansch, L. (2014). From fearing STEM to playing with it: The natural integration of STEM into the preschool classroom. *SRATE Journal*, 23(2), 8-16.
- Tunncliffe, S.D. ve Gkouskou, E. (2020). Science in action in spontaneous preschool play—an essential foundation for future understanding. *Early Child Development and Care*, 190(1), 54-63.
- Turner, N. ve Williams, E. (2020). Early years science in action Turner and Williams. *Early Child Development and Care*, 190(1), 3-11.
- Vasquez, J. A., Comer, M. ve Sneider, C. (2013). *STEM lesson essentials: Integrating science, technology, engineering and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann Publications.
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.

İletişim/Correspondence

Dr. Mustafa ÇETİN
cetinmustafacetin@gmail.com
Dr. Öğr. Üyesi H. Özlen DEMİRCAN
dozlen@metu.edu.tr