

## Integrated teaching project: A sustainable approach to teacher education

Gürsu Aşık

Bahçeşehir University, BAUSTEM, İstanbul, Turkey, gursuask@gmail.com,  
ORCID: orcid.org/0000-0003-0934-3942

Zerrin Doğança Küçük

Bahçeşehir University, BAUSTEM, İstanbul, Turkey, zerrin.doganca@rc.bau.edu.tr,  
ORCID: orcid.org/0000-0002-4439-3825

Başak Helvacı

Bahçeşehir University, BAUSTEM, İstanbul, Turkey, helvacı.basak@gmail.com,  
ORCID: orcid.org/0000-0001-7930-3183

M. Sencer Corlu

Bahçeşehir University, BAUSTEM, İstanbul, Turkey, sencercorlu@gmail.com,  
ORCID: orcid.org/0000-0002-1741-028X

**ABSTRACT** In this paper, the authors discuss the conceptual and theoretical underpinnings of the Integrated Teaching Framework and the rationale behind its development as a road-map for teachers and teacher educators. It is further explored in the paper to what extent a sustainable teacher professional development project, which is grounded in this framework, displayed intellectual merit and broader impact. Outlines of the programs developed within this particular project are provided as evidences. Given short-term seminars or workshops in Turkey are generally accepted as the norm, revealing the details of long-term sustainable professional development programs is considered to be noteworthy for teachers, teacher educators, principal investigators of similar projects, and policy makers in Turkey and elsewhere.

*Keywords* STEM education, Integrated Teaching Framework, Teacher education,

## Bütünleşik öğretmenlik projesi: Öğretmen eğitime sürdürülebilir bir yaklaşım

**ÖZ** Bu çalışmada öncelikle öğretmen ve öğretmen eğitimcileri için bir yol haritası işlevi görmesi beklenen Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi'nin mantıksal, kavramsal ve kuramsal altyapısı tartışılmaktadır. Bu çerçeveye dayanan ve sürdürülebilirlik iddiasındaki bir öğretmen eğitimi projesinin ne ölçüde özgün değere ve yaygın etkiye sahip olduğu incelenmektedir. Proje kapsamında geliştirilen bir çok farklı program ise okuyucuların bu çalışmada detaylandırılan projeyi açık ve bağımsız şekilde değerlendirebilmeleri için kanıtlar olarak sunulmaktadır. Bu şekilde öğretmenler, öğretmen eğitimcileri, benzer proje önerileri yazmak amacındaki proje yürütücüleri ve politika yapımcılar için kısa dönemli seminer veya çalıştaylar yerine öğretmen eğitimine sürdürülebilir bir yaklaşımın gerekliliği ve önemi vurgulanmaktadır.

*Anahtar Kelimeler* FeTeMM (STEM) eğitimi, Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi, Öğretmen eğitimi,

*Cite This Article:* Aşık, G., Doğança Küçük, Z., Helvacı, B. & Corlu, M. S. (2017). Integrated teaching project: a sustainable approach to teacher education, *Turkish Journal of Education*, 6(4), 200-215. DOI: 10.19128/turje.332731

## EXTENDED SUMMARY

In the 21st century, at a time the importance of innovation is critical for economic growth, there is a corresponding change in both nature and methods of science. This change affects teaching in schools and out-of-school settings. It is claimed in this paper that different interpretations which have been put forward under the notion of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) have internal consistency to the extent that they are compatible with this change.

Three interpretations that are consistent with the change experienced in the 21st century are pedagogical, political, and popular STEM interpretations in contrast to a populist interpretation of STEM. For the last five years, starting with the panel organized by the STEM working group for Turkey in June 2012, the STEM notion in Turkey has been regarded rather as a pedagogical approach to improve the quality of teaching (see Adıguzel, Ayar, Corlu & Özel, 2012). A political interpretation of STEM, regarding policies to increase the number of STEM graduates and STEM degree attainment, or a popular interpretation of STEM, regarding popularizing science and engineering for school children and public, are being discussed less frequently in Turkey than in different countries. It is considered as positive that both the political and popular STEM interpretations in Turkey are capable of supporting STEM as a pedagogical approach. Despite this favorable outlook in the country, where pedagogical, political, and popular STEM interpretations are not in conflict, a rather disturbing populist interpretation with a strong opportunist agenda continue to have the potential to harm developing different pedagogical STEM approaches for learning or models in teacher education that are specific to Turkey.

This paper starts with an overview of STEM: Integrated Teaching Framework (ITP), which is categorized under a pedagogical interpretation of STEM (concerning ITP's logical, conceptual and theoretical background see Corlu, 2014, 2017; Corlu, Capraro & Capraro, 2014). The STEM: integrated teaching framework is a theoretical road map for teaching for teachers and teacher educators. The framework is constructed around four domains: principles, social products, cognitive processes, and scope and sequences. The four principles of integrated teaching are defined as equity, relevance, interdisciplinarity and rigor. The social products of integrated teaching includes knowledge society, professional learning community, flexible curriculum in classroom, and theory and praxis. The cognitive processes domain includes scientific inquiry, project-based learning, computational thinking, and mathematical modeling. The last domain, scope and sequences of integrated teaching is shaped around science, technology, engineering and mathematics curricula. In the core, the framework has an Authentic Problem of Knowledge Society (APoKS).

After providing readers with an overview of ITP, authors of the current article explore to what extent a sustainable teacher professional development project, which is grounded in this framework, displayed intellectual merit and broader impact. Outlines of the programs developed within this particular project are provided as evidences so that the readership can critically assess, evaluate and draw their own conclusions. In fact, the programs are investigated under the National Science Foundation's (NSF) merit review criteria (NSF, 2013). These programs were given as:

- STEM Leader Teacher Professional Development Program
- TÜSİAD STEM Kit Program
- earlySTEM Curriculum Development Program
- STEM Center Support Program
- Emerging STEM Educators Program

In conclusion, revealing the details of long-term sustainable professional development programs is considered to be noteworthy for teachers, teacher educators, principal investigators of similar projects, and policy makers in Turkey, given short-term seminars or workshops in Turkey are generally accepted as the norm.

## GİRİŞ

İnovasyonun önem kazandığı 21.yy dünyası içinde bilimin hem doğasında hem de yöntemlerinde değişim gözlenmektedir. Bu değişim okul ve okul dışı ortamlarda öğretimi etkilemektedir. STEM ya da akademik çevrelerde yaygınlaşan şekliyle Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) eğitimi ile ilgili öne sürülen öğretime dair tanım, argüman ve yorumların bu değişim ile uyumlu olduğu ölçüde iç tutarlılığa sahip olduğu iddia edilmektedir. 21.yy dünyası içinde tecrübe edilen değişimle uyumlu olduğu iddia edilen bir STEM tanımı şu şekildedir:

“STEM-FeTeMM eğitimi, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi ve hayat deneyimleri sonucu şekillenir ve merkezde bulunan disipline ait özel bilgi ve becerilerin en az bir diğer FeTeMM disiplini ile bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlanır” (Corlu, 2017, s. 3).

21.yy dünyası içinde tecrübe edilen değişimle uyumlu bir argüman ise STEM-FeTeMM eğitimi ile okul seviyesinde hedeflenen birincil amacın yapılandırılmış bir müfredata sahip fen bilimleri, matematik ve bilişim dersleriyle ilintili disiplinlere özgü bilgi ve becerilerin, 21. yy’ın bilgi temelli hayatıyla uyumlu disiplinler arası bağlamlarda, içerik ve yöntemler ile öğretilmesi olduğudur. Yakın bir gelecekte mühendislik disiplini ile ilintili bir dersin okul programlarına eklenmesi durumuna hazır olabilmek ise ikincil amaçtır.

21.yy dünyası içinde tecrübe edilen değişimle uyumlu üç yorum ise pedagojik, politik ve popüler STEM yorumlarıdır. Ancak Türkiye için Haziran 2012’de STEM çalışma grubunun düzenlediği panellerle başlayan son beş senelik süreçte, STEM kavramı dünyada yaygın olan politik ya da popüler yorumlardan farklılaşarak öğretimin kalitesini yükseltme amaçlı pedagojik bir yaklaşım olarak kabul görebilmiştir (Adıgüzel, vd, 2012). Makro seviyede istihdam ya da eğitim politikalarına yön verme amaçlı politik yorumlar ya da bilimi ve mühendisliği topluma yayma ve sevdirmeye amaçlı popüler yorumlar, STEM kavramı ile farklı ülkelere kıyasla ülkemizde daha az bir yoğunlukta ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte Türkiye’de var olan hem politik hem de popüler STEM yorumlarının, STEM’in pedagojik bir yaklaşım olarak yaygınlaşmasını destekler nitelikte olduğu değerlendirilmektedir. Pedagojik, politik ve popüler STEM yorumlarının birbiriyle çatışmadığı ülkemizdeki bu olumlu görünüme rağmen, iç tutarlılığı zayıf popülist yorumların veriye dayalı pedagojik STEM yaklaşımlarının geliştirilmesine zarar verme potansiyeli devam etmektedir.

Bu bölümde, öncelikle farklı bilgi kaynakları ve veri setlerine dayanan bir pedagojik STEM yorumu olarak daha önce mantıksal, kavramsal ve kuramsal altyapısı (Corlu, 2014, 2017; Corlu, Capraro ve Capraro, 2014) açıklanmış olan STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi özetlenmektedir. Sonrasında bu çerçeve içerisinde bir öğretmen eğitimi projesinin ne ölçüde özgün değere (*intellectual merit*) ve yaygın etkiye (*broader impact*) sahip olduğu teorik ve uygulamaya dönük bağlamlarda açıklanmaktadır. STEM: Bütünleşik öğretmenlik (bilgi ve becerileri) projesi, 2012 yılında Avrupa Birliği Marie Curie kariyer entegrasyonu programı için proje yürütücüsü tarafından İ.D.V. Bilkent Üniversitesi’nde yazılmış ancak seneler içerisinde birden çok farklı özel kurum tarafından desteklenmiştir. Toplam bütçesi bir milyon liranın üzerindeki bu projeye ev sahipliği yapması için kurulan BAUSTEM, Bahçeşehir Üniversitesi içerisinde öğretmen eğitimi üzerine çalışan bir araştırma ve geliştirme merkezi bünyesinde 2016 yılında ortaya çıkmıştır. BAUSTEM’in misyon ve vizyonu da bu bölümde dolaylı olarak STEM araştırmacı ve uygulayıcılarının değerlendirmelerine bir örnek vaka olarak sunulmaktadır. Gerçekte ise STEM: Bütünleşik öğretmenlik projesi, BAUSTEM bünyesinde yürütülen tek proje değildir ve BAUSTEM öğretim üyeleri dış destekli başka projeler de geliştirmektedirler.

## STEM: BÜTÜNLEŞİK ÖĞRETMENLİK ÇERÇEVESİ

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi, STEM-FeTeMM eğitimi uygulayıcısı öğretmenler, öğretmen eğitimcileri ve araştırmacıları için farklı bilgi ve veri kaynaklarına dayanarak geliştirilmiş öğretime yönelik kuramsal bir yol haritasıdır (Şekil 1).

1. Çalışma Alanı (First Domain): Bütünleşik Öğretmenlik İlkeleri (Principles of Integrated Teaching)

a) Eşitlik (Equity)

b) İlgililik (Relevance)

c) Disiplinler arasılık (Interdisciplinarity)

- d) Alanda derinlik (Rigor)
2. Çalışma Alanı (Second Domain): Bütünleşik Öğretmenlik Çıktıları (Social Products of Integrated Teaching)
- a) Bilgi toplumuna katkı (Knowledge society)
- b) Mesleki öğrenme topluluğuna katkı (Professional learning community in school and beyond)
- c) Esnek müfredat oluşturulmasına katkı (Flexible curriculum in classroom)
- d) Kuram ve uygulama bütünlüğüne katkı (Theory & praxis)
3. Çalışma Alanı (Third Domain): Bütünleşik Öğretmenlik Bilişsel Süreç Yöntemleri (Cognitive processes of Integrated Teaching)
- a) Bilimsel sorgulama (Scientific inquiry)
- b) Proje-tabanlı öğrenme (Project based learning)
- c) Hesaplamalı düşünme (Computational thinking)
- d) Matematiksel modelleme (Mathematical modeling)
4. Çalışma Alanı (Fourth Domain): Bütünleşik Öğretmenlik Kapsam ve Düzeni (Scope and Sequence of Integrated Teaching)
- a) Fen dersleri müfredatı
- b) Teknoloji dersleri müfredatı
- c) Mühendislik dersi müfredatı
- d) Matematik dersi müfredatı
- Merkez: Bilgi Temelli Hayat Problemleri - BTHP (Authentic Problems of Knowledge Society - APoKS)



Şekil 1. STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi (Corlu, 2017, s.3)

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesini bir yol haritası olarak takip eden uygulayıcı ve araştırmacıların farkında olmaları beklenen önemli bir nokta, okul ekosistemi içerisinde disiplinlerin kendi başlarına bütünleşemeyecekleri ve disiplinleri okul seviyesinde bütünleştirecek olanın farklı ilgi alanlarına sahip branş öğretmenleri ve öğrenciler olduğudur. Branş öğretmenleri ve öğrencilerin ise disiplinleri *bağlamsal* ya da *içerik* odaklı nasıl bütünleştirebilecekleri konusunda, alan yazında 40 yıllık bir bilgi dağarcığına dayanan birçok model bulunmaktadır (Berlin ve White, 1994). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi ile önerilen *yöntemsel bütünleştirme* ise hem belirli bir alana (disipline) hem de belirli bir alan eğitimine ait yöntemlerin, diğer alanların öğretiminde öğretmen ve öğrencilerin ilgi alanlarına bağlı olarak seçilerek kullanılmasıdır. Mühendisliğe ait tasarım sürecinin ya da mühendislik eğitimine ait proje tabanlı öğrenmenin matematik/fen bilimleri derslerinde kullanılması bir örnek olarak verilebilir. Başka bir örnek ise matematiğe ait akıl yürütme-ispata ya da matematik eğitimine ait

matematiksel modellemenin, fen bilimleri derslerinde kullanılabilmesidir. Bütünleşik öğretmenliğin bilişsel süreç yöntemleri olarak adlandırılan bu yöntemsel bütünleştirme için fen bilimleri özelinde bilimsel sorgulama (scientific inquiry), teknoloji özelinde hesaplamalı düşünme (computational thinking), mühendislik özelinde proje tabanlı öğrenme (project-based learning) ve matematik özelinde ise matematiksel modelleme (mathematical modeling) önerilmektedir. Ancak öğretmen ve öğrencilerin bu yöntemlere değil, derslerine özgü bilgi ve becerilere yoğunlaşmaları beklendiği unutulmamalıdır.

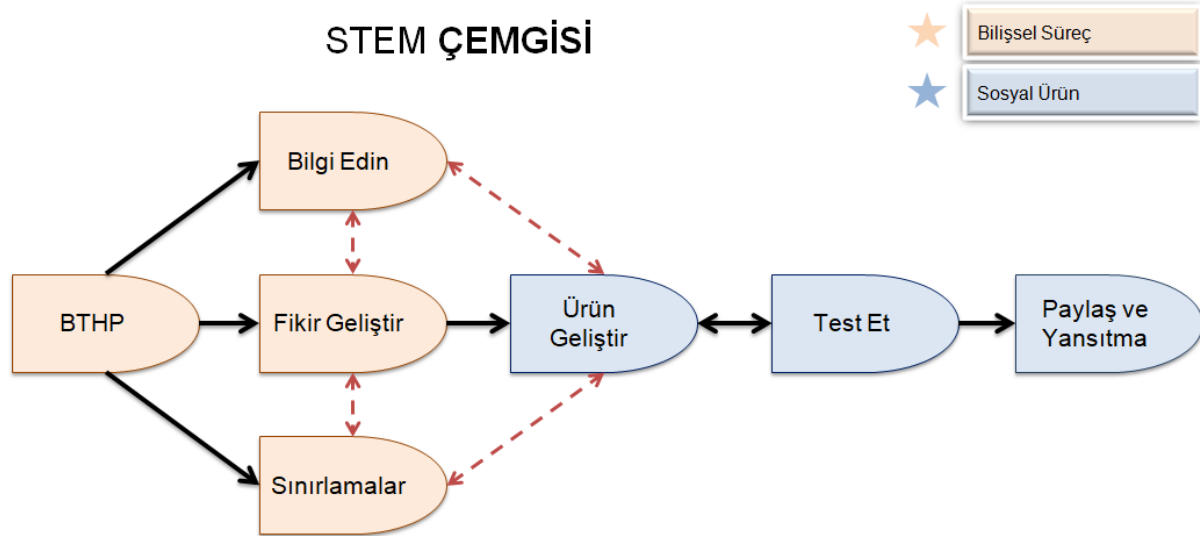
Bütünleşik öğretmenlik bilişsel süreç yöntemlerinin öğretmen ve öğrenciler için ek bilişsel yük getirmeyecek şekilde sınıf içinde pratiğe yönelik modellenmesi gerekmektedir. Bu amaçla öğretmen ve öğrencilerin kullanımı için bir öğrenme döngüsü (learning cycle) olarak tanımlanabilecek *STEM Çemgisi* (STEM Learning Cycle and Line) geliştirilmiştir (Şekil 2). STEM çemgisi, bilişsel süreç ve sosyal üründen oluşan iki bölüme ayrılmaktadır. Sosyal ürün olarak amaçlanan çıktılar şöyledir:

Fen bilimleri için deney tasarımı,

Teknoloji için algoritma,

Mühendislik için çalışan prototip ve

Matematik için ise değişkenler arası ilişkilerin ortaya koyulduğu soyut model.



Şekil 2. STEM Çemgisi (Corlu, 2017)

STEM çemgisinin başlangıcında öğrenci ve öğretmenlerin 21.yy'a ait ilgi alanlarına dayanan Bilgi-Temelli Hayat Problemi (BTHP) bulunmaktadır. Bu problemin 21.yüzyıl hayatına odaklı, birden fazla değişkenin dinamik ve karmaşık yapısının incelenmesine olanak sağlayan, dolayısıyla öğrencileri önceden belirlenmiş tek doğru bir çözüme yöneltmeyen ancak sınırlamalar ile iyi tanımlanmış bir problem olması önerilmektedir (Corlu, 2017). Öğretmen ve öğrencilerin BTHP'ye yönelik bir çözüm olarak ortaya koyacakları sosyal ürünlerinin öncesindeki bilişsel süreci, gerekli bir hazırlık olarak algılamaları önemlidir. BTHP'nin kuramsal altyapısı ise garip problemler (Buchanan, 1992; wicked problems) ve iyi tanımlanmış ürün, iyi tanımlanmamış görev (Capraro & Slough, 2013; Özel, 2013; well-defined outcome, ill-defined task) nosyonlarına dayanmaktadır.

## BÜTÜNLEŞİK ÖĞRETMENLİK BİLGİ VE BECERİLERİ PROJESİ

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesini bir yol haritası olarak takip etmek isteyen bir öğretmenin, öğretmen eğitimcisi akademisyenler ile beraber uzun süreli ve akademik yıla yayılmış çalışmalarda bulunmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Çünkü iyi hazırlanmamış bir öğretmenin uyguladığı yenilikçi uygulamaların, öğrencinin öğrenme sürecine zarar verdiği konusunda araştırma delili bulunmaktadır (Capraro vd., 2016). Buna karşılık belirli özelliklerdeki hizmet içi eğitimlerle desteklenmiş bir öğretmenin geliştirdiği sınıf içi uygulamaların, çoktan seçmeli testlerle ölçüldüğünde bile öğrenmeyi güçlendirdiği görülmektedir (Capraro vd., 2016). Bununla birlikte farklı içerik ve

kültürlerde yapılan araştırmalar, öğretmenlerin katıldıkları mesleki gelişim programlarının, öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olabilmesi için en az 80 saatlik süreci kapsamı gerektiğini belirtmektedir (Yoon, vd., 2007).

Avrupa Birliği Marie Curie kariyer entegrasyonu programı için proje yürütücüsü tarafından 2012’de yazılan STEM: Bütünleşik öğretmenlik (bilgi ve becerileri) projesi kapsamında yönetilen ve öğrenme üzerine olumlu etkisi olduğu araştırmalarla kanıtlanmış farklı öğretmen eğitimi programları ile süre ve yöntem olarak benzerlikler taşıyan programlar bu bölümde detaylandırılarak açıklanmaktadır:

- STEM Lider Öğretmen Mesleki Gelişim Programı
- TÜSİAD STEM Kiti Programı
- erkenSTEM Müfredat Geliştirme Programı
- STEM Merkezi Destek Programı
- Genç STEM Araştırmacı ve Uygulayıcıları Programı

### **STEM: Lider Öğretmen Mesleki Gelişim Programı**

*STEM: Lider öğretmen mesleki gelişim programında* öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerine sürdürülebilir ve araştırma odaklı bir mesleki gelişim bakış açısıyla yaklaşmaktadır. Bu program sayesinde sekiz aylık süre boyunca alan eğitimcisi (öğretmen eğitimcisi) akademisyenler ile öğretmenler arasında güçlü ve sürekli bir etkileşim kurulmaktadır. Öğretmen-akademisyen etkileşiminin sürekliliğini sağlayabilmek amacıyla çevrimiçi öğrenme yönetim sistemi kullanılmaktadır.

Katılımcı öğretmenlerin yüz yüze çalıştaylar, çevrimiçi eğitimler, planlama, uygulama ve sınavlar olmak üzere programa toplam 92 saatlik bir mesai ayırmaları öngörülmektedir. STEM: Lider öğretmen mesleki gelişim programı kapsamında öğretmenlerin mesai ayırdıkları aşamalar şu şekilde özetlenmektedir:

*Yüz yüze çalıştaylar:* Öğretmenlerin öğrenci rolünde STEM çemgisinin sınıf içi uygulamalarını birinci elden deneyimledikleri çalıştaylar, program boyunca eşit aralıklarla sekiz aylık süreç boyunca toplam dört kez düzenlenmektedir. Öğretmenler çalıştaylara yaklaşık 20 kişiden oluşan gruplar içerisinde katılmaktadır. Her bir çalıştayın içeriği bir bütünleşik öğretmenlik bilişsel sürecini merkeze alacak şekilde oluşturulmuştur. Bu şekilde öğretmenlerin her disiplinle ilintili bilişsel süreç yönteminin ve sosyal ürünün nasıl farklılaştığını ve diğer STEM disiplini ile nasıl bütünleşebileceğini uygulamalı olarak deneyimlemeleri sağlanmaktadır. Yüz yüze çalıştaylarda deneyimlenen örnek bir çalıştay Ek 1’de sunulmuştur.

*Bütünleşik öğretmenlik dersleri:* STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin genel hedef ve ilkelerinin, bilişsel süreç-sosyal ürün bütünlüğünün ve STEM çemgisinin öğretmenler ile etkileşimli olarak tartışıldığı kuramsal eğitimleri içeren çevrimiçi senkron toplantılar, her çalıştay sonrası program boyunca dört defa organize edilmektedir. Bu şekilde tüm öğretmenler proje yürütücüsü ile STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin mantıksal, kavramsal ve kuramsal altyapısını gerçek zamanlı tartışma imkanı bulmaktadırlar.

*BTHP yazımı ve zümreler arası toplantılar:* Her yüz yüze çalıştay sonrası öğretmenlerin öğrencileri ve kendi ilgi alanlarında özgün bir BTHP yazmalarına ve sınıflarında uygulayacakları ders planlarını geliştirmelerine yönelik okullarındaki farklı zümrelerden meslektaşları ile beraber katıldıkları paylaşım toplantıları organize etmeleri talep edilmektedir.

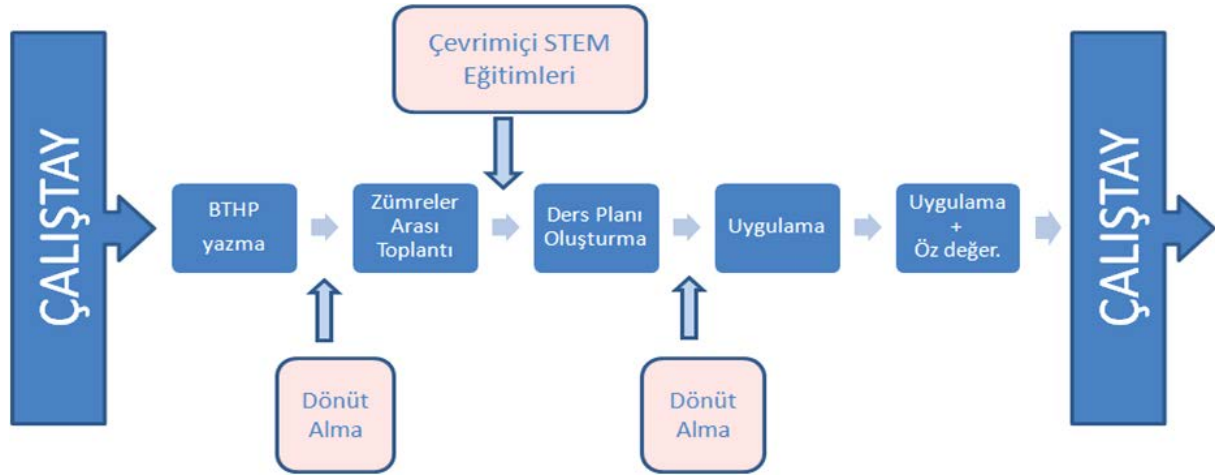
*Çevrimiçi (STEM ders planı hazırlama) eğitimleri:* Öğretmenlerin pedagojik formasyonlarını geliştirmeye yönelik alan eğitimcisi akademisyenler tarafından geliştirilen çevrim içi asenkron videolardan oluşmaktadır.

*Ders planı yazımı ve alan eğitimcisi akademisyenler tarafından sağlanan dönütler:* Öğretmenlerin bireysel olarak yazmış oldukları ders planlarını çevrimiçi öğrenme yönetim sistemine yükleyerek, uygulama öncesinde alan eğitimcisi akademisyenlerden hem pedagojik hem de içerik bağlamında dönütler alması ve planlarını revize etmesi sürecidir.

*Öz değerlendirme ve yansıma raporları:* Öğretmenlerin uygulamalarını öz değerlendirme sürecinden geçirmelerine yönelik yazdıkları yansıma raporlarıdır. Yansıma raporlarını içeren form, öğretmenlerin kendi deneyimlerini farklı bakış açılarından değerlendirmelerine imkan sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır. Önceden yapılandırılmış değerlendirme formunda katılımcı öğretmenler planlama, öğrenme üzerine etki, öğretim süreci ve süreç boyunca meslektaşları ile işbirliği süreçlerine yönelik ayrı ayrı değerlendirmektedirler. Süreç boyunca yaptıkları değerlendirmeler ile öğretmenler hem kendi

gelişimlerini gözlemleme hem de bir sonraki döngüde öğretim kalitesini arttırmaya yönelik atmaları gereken adımları belirleme fırsatı bulmaktadırlar.

Şekil 3'te gösterilen ve program boyunca dört ayrı döngü içerisinde devam eden sürece ek olarak ise ileri seviye seçmeli eğitimler ve iki bütünleşik öğretmenlik sınavı organize edilmektedir.



Şekil 3. Öğretmen sorumlulukları döngüsü (Corlu, 2017, s. 3).

*İleri seviye seçmeli eğitimler:* Bilişsel süreç yöntemlerinden herhangi birinde derinleşmek isteyen katılımcı öğretmenlere yönelik, meslektaşları tarafından geliştirilen ve sunulan sınıf içi uygulamaların ve mesleki deneyimlerin iletildiği çevrim içi asenkron video paylaşımları. Bazı örnekler olarak 3D yazıcıların, Arduino prototipleme kartlarının, TI hesap makinelerinin, Geogebra vb. programların, Data logger ve sensörler ile anında veri toplayıp analiz eden cihazların kullanımı verilebilir. Her öğretmenin sadece bir seçmeli eğitimi takip etmesinin uygun olacağı değerlendirilmiştir.

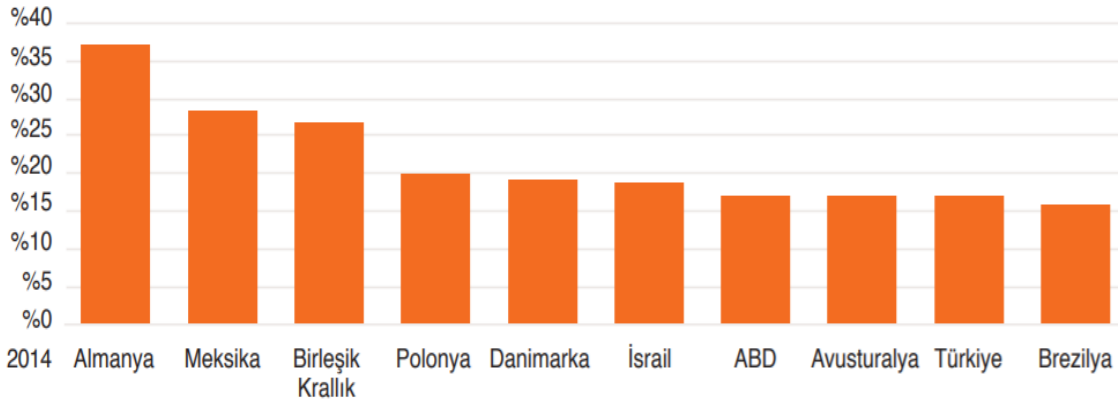
*Bütünleşik öğretmenlik sınavı:* Dönem ortası (2. çalıştay döngüsü ardından) ve dönem sonunda (4. çalıştay döngüsü ardından), öğretmenlerin kendilerini ve dolayısıyla programı değerlendirebilmeleri amacıyla gerçekleştirilen ve öğretmenlik pratiğine yönelik açık uçlu sorular, yansıma yazıları ve poster hazırlama gibi bölümleri bulunan bütünleşik öğretmenlik sınavını kapsamaktadır.

Özet olarak, STEM: Lider öğretmen mesleki gelişim programına katılan öğretmenler sekiz aylık süre boyunca öğretmen eğitimcisi akademisyenler rehberliğinde toplam 92 saatlik bir mesai harcamakta; programı başarı ile bitiren öğretmenler *STEM Lider Öğretmeni* unvanı ile programdan mezun olmaktadır. Öğretmenler için ücretsiz olan programın başarı ortalaması %75 civarındadır; bu işe programa başlayan her dört öğretmenden birinin programı bitiremediği manasına gelmektedir. 2017 yılında programı yaklaşık 200 öğretmen başarı ile tamamlamıştır.

### TÜSİAD STEM Kiti Programı

Türkiye ekonomisinde üretim ve istihdam gibi alanlarda önemli temsil yeteneğine sahip olan Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD) bünyesinde yer alan STEM çalışma grubunun önderlik ettiği *TÜSİAD STEM Projesi* ile STEM'in üç farklı yorumuna yönelik programlar geliştirilmektedir: STEM çalışma grubuna, iş dünyası ve sivil toplum kuruluşlarından temsilciler ile birlikte akademisyenler de gönüllü olarak katkıda bulunmaktadır.

Politik STEM: TÜSİAD STEM projesi kapsamında PricewaterhouseCoopers (PwC) tarafından hazırlanan *2023'e doğru Türkiye'nin STEM gereksinimi* raporu ile "STEM alanlarının kritik rolüne değinilmiş, yenilikçiliğin temelini oluşturan STEM becerilerinin ekonomik büyüme bakımından taşıdığı öneme dikkat çekilmiştir" (PwC, 2017, s. 3). Raporun dayandığı araştırmalardan dikkat çeken bir bulgu Şekil 4'te sunulmuştur. Bu raporun hazırlık sürecinde ortaya çıkan bir gerçek ise diğer ülkeler ile kıyaslandığında Türkiye'de veriye dayalı politikalar geliştirilebilmesinin süreklilik içeren uzamsal ve güvenilir veriye erişim ile sınırlı olduğudur.



Şekil 4. Ülkelere göre lisans ve lisansüstü dereceye sahip STEM mezunlarının oranları (PwC, 2017, s. 15).

Popüler STEM: TÜSİAD STEM projesi kapsamında STEM'in popüler yorumları ile ilgili programlar STEM+A başlığı altında yer almaktadır. Bu başlık altında geliştirilen programlar ile genç bireyler özelinde tüm topluma STEM'in tüketim kültürü yerine üretim ve yenilikçiliği desteklediği mesajının ulaştırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca, dünyadan farklılaşan özgün bir STEM+A ile konsepti ile sanat (Arts) ve estetiğe (Aesthetics), STEM disiplinleri yanında hak ettiği değerin verilmesi ve bu başlık altında geliştirilen programların STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi ile uyumlu olması sağlanmıştır (STEM+A ve gerçeğe aykırı düşünme [counter factual thinking] için bakınız Corlu, 2017). Bu açıdan sanatın hayal gücüne dayanan bilme yolunun, STEM disiplinlerinin dayandığı gözlem ve akıl yürütme yollarını tamamlayıcı olmakla birlikte ve kendi başına da ayrı bir değere sahip olduğu vurgulanmaktadır.

Türkiye'nin fenomen çizgi film kahramanı Pepee'nin yer aldığı ve STEM+A öğeleri ile dikkat çeken *Pepee Birlik Zamanı* filmi, TÜSİAD STEM projesi kapsamında desteklenmektedir. Bununla birlikte filmin galasının bir STEM+A şenliği olarak planlanması önemlidir.

Pedagojik STEM: TÜSİAD STEM projesi kapsamında yönetilen *TÜSİAD STEM kiti programının* hedef kitlesi liderlik potansiyeli taşıyan ortaokul 5 ve 6. sınıf seviyesinde fen bilgisi veya matematik derslerine giren genç öğretmenlerdir. Program sonucunda genç öğretmenlerin hem öğretim materyali hem de örnek uygulamalar ile desteklenmesi ve bu destek sonucunda katılımcı öğretmenlerin okullarına özel esnek bir müfredat ve yenilikçi öğrenme ortamlarını tasarlayabilecek becerileri kazanmaları ve aynı zamanda veri sağlayarak ya da bizzat eylem araştırmaları yürüterek STEM-FeTeMM eğitimi bilgi dağarcığına katkıda bulunmaları hedeflenmektedir.

Programın ilk aşamasına düz yazı ve yaratıcı videoları ile başvuru yapan 180 öğretmen arasından belirli kriterleri en yeterli şekilde sağlayan 38 öğretmen seçilmiştir. Programa katılım kriterleri şu şekilde belirlenmiştir:

- İki ile yedi sene arasında öğretmenlik tecrübesine sahip olma,
- Daha önce dış sponsor bularak malzeme sıkıntılarını aşabildiğine, sınıf içerisinde yaratıcı etkinlikler yaptığına, meslektaşları ile paylaşımlara açık olduğuna kanıt gösterebilme,
- Yabancı dil ile eğitim veren üniversitelerden mezun olma,
- Yüksek lisansını matematik ya da fen bilimleri eğitiminde yapmış olma,
- Bilgisayar laboratuvarı olan ve teknolojik altyapısı yeterli olan bir okulda çalışıyor olma.

Program dahilinde katılımcı öğretmenlere 30 kişilik bir sınıfta kullanılabilecek öğretim materyalleri ile birlikte alan eğitimcisi akademisyen ve uzman öğretmenler tarafından yazılmış bir uygulama rehberini de içeren TÜSİAD STEM kiti gönderilmiştir. Uygulama rehberinin ilk elden tecrübe edildiği ilk yüz yüze çalıştaylar ardından, öğretmenler TÜSİAD STEM kitlerinde bulunan malzemeler ile uygulama rehberinde yer alan ders planlarını sınıflarında uygulamış ve deneyimlerini çevrimiçi öğrenme yönetim sistemi üzerinden meslektaşlarıyla paylaşmışlardır.

Programın ikinci yüz yüze çalıştayları ile birlikte katılımcı öğretmenler kendi ders planlarını geliştirmiş ve sınıflarında uygulamışlardır. Bu ders planları program portalında (<http://ogretmen.tusiadstem.org>) geniş ölçekte paylaşılmaktadır. Öğretmenlerin program sonucunda deneyimlerini paylaştıkları fuar ile ilk sene çalışma takvimi tamamlanmıştır. Programın önümüzdeki yıllarda daha yüksek sayıda ve geniş ölçekte devam etmesi planlanmaktadır.



### **STEM Merkezi Destek Programı**

STEM merkezleri, okul içerisinde yer alan ve bir laboratuvar şeklinde tasarlanmış öğrencilere yönelik özel çalışma alanları olabileceği gibi öğrencilerin okul sonrası zamanlarını müfredat ötesinde bilgi ve beceriler edinerek değerlendirebilecekleri mekanlar olarak da tasarlanabilmektedir. Bu noktada iki önemli konuya dikkat edilmektedir:

Müfredat ötesi vurgusu; müfredatsız ya da müfredat dışı ya da öğrenme yerine eğlendirme amaçlı uygulamalardan uzak durulması ihtiyacı ile ilgilidir.

Bu merkezlerin, üniversitelerde akademik bir çalışma alanı olarak yürütülmesi gereken öğretmen eğitimleri ile değil, öğrencilerin eğitimi ile ilgilenmeleri gerekmektedir. Öğretmen eğitimini bu şekilde popülist bir yaklaşımla yorumlamayan meslektaşlar arası paylaşımlar ise bu eleştirinin dışında tutulmalıdır.

STEM merkezi destek programı sadece materyal konusunda know-how paylaşımının ötesine geçmektedir. Program, Hatay ili Payas ilçesi belediyesi tarafından finanse edilen Payas STEM Merkezi (<http://payastem.com/>) vakasında olduğu gibi merkezde çalışacak eğiticilerin seçimi, eğitilmesi ve süreç boyunca desteklenmesi, öğrencilerin seçimi ve uygulama protokollerinin yazılması, merkezin fiziksel düzeninin tasarlanması ve uygulanan programların akademik olarak değerlendirilmesini de içeren kapsamlı bir rehberlik ve danışmanlık kapsamında yürütülmektedir. Örnek bir vaka olarak sunulan PayasSTEM merkezi öncelikli olarak ortaokul öğrencilerine yönelik uygulamalarını, STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesini takip eden bir yöntemle geliştirmektedir. Haftanın altı günü çalıştıkları merkezde dört eğitici ve iki yönetici öğretmen, yıl boyunca özgün ders planları geliştirmeleri, okul dışı ortamda bu planları uygulamaları, geniş ölçekte ise bölgelerinde kamu yararı gözütecek şekilde etkinlikler düzenleyerek toplumla bilimi buluşturmaları konularında desteklenmektedir. Bu destek kapsamında PayasSTEM eğiticileri ve yöneticileri, yıl boyunca bölgelerinde bulunan ortaokulları ziyaret etmiş, yaptıkları çalışmaları meslektaşlarıyla paylaşmış, İstanbul ve Ankara gibi kentlerde düzenlenen konferans ve panellere katılarak merkezlerini tanıtmış olup ilk senelerinde deneyimli bir takımla işbirliği yaparak yer aldıkları FRC turnuvasında jüri özel ödülü almışlardır. PayasSTEM Merkezinin başarısında öğretmenlik mesleğinden gelen belediye başkanının anahtar önemde olduğu değerlendirilmektedir.

### **erkenSTEM Müfredat Geliştirme Programı**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin 4-10 yaş aralığındaki öğrencilerin öğretmenleri için adaptasyonunu bir yol haritası olarak takip eden erkenSTEM müfredat geliştirme programı kapsamında öğrencilere yönelik alan eğitimsi akademisyenler rehberliğinde 26 okul öncesi ve sınıf öğretmeni tarafından bir öğretim programı geliştirilmektedir (Şekil 5). erkenSTEM müfredatı, haftada bir saat olarak uygulanan STEM dersine yönelik, her biri sekiz haftaya yayılmış dört erkenSTEM temasından oluşmaktadır. STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin üçüncü çalışma alanı olan bütünleşik öğretmenlik bilişsel süreç yöntemlerinde konumlandırılan dört STEM disiplininin yerini ise yeşil dünyamız (fen), bilişim dünyası (teknoloji), makineler dünyası (mühendislik) ve hayal dünyası (matematik) temaları almıştır.

erkenSTEM müfredatının STEM çemgisini takip eden temalar şeklinde tasarlanmasının temel gerekçeleri 4-10 yaş öğrenci grubunun farklı bilişsel ihtiyaçları, çalışılan seviyelerde sınıf ya da anaokulu öğretmenlerinin görev almaları ve STEM eğitiminin disiplinler arası yapısı olarak sıralanabilir. Cawley (1994), bir öğretim temasını “farklı disiplinlerdeki başlıca prensiplerin belli kriterler altında gruplanması” (s.70) olarak tanımlar. Tematik öğrenme yaklaşımının temelini ise John Dewey’in yaparak öğrenme teorisi (1938) ve Bruner’in spiral öğrenme kavramı (1960) oluşturur. Bruner’e göre, karmaşık yapıdaki fikirler bile basit seviyede her çocuğa öğretilir ve aynı konu hakkında daha büyük yaşlarda derinleşerek tekrar bir öğrenme sağlanabilir. Okul öncesi seviyesinden 4. sınıf sonuna kadar uygulanan erkenSTEM müfredatında da, aynı BTHP’nin çözümü farklı seviyelerde farklı beceri ve içeriklere vurgu yapılarak uygulanmakta ve STEM çemgisi takip edilmektedir.



Şekil 5. erkenSTEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi (Corlu, 2017, p5)

STEM çemgisini takip eden erkenSTEM müfredatı içerisindeki uygulamalar, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi alanlarından seçilen BTHP'nin sunulması ile başlayıp, bilgi edinme ve fikir geliştirme ile devam etmektedir. Fikir geliştirme sürecinin ardından, öğrenciler seçtikleri materyalleri kullanarak ürün geliştirme aşamasına geçmektedirler. Bu ise yaklaşık sekiz haftalık sürecin ortasına denk gelmektedir. Başka bir deyişle, STEM çemgisinde vurgulanan bilişsel süreç ve sosyal ürün birlikteliği erkenSTEM için de geçerlidir. Temaların sekiz haftalık ayrı ayrı ele alındığı her bir döngü, küçük yaş grubu öğrencilerin aile ve öğretmenlerine o döngüde neler yaptıklarını anlattığı bir sergi ve paylaşım günü ile sona ermektedir.

erkenSTEM, geliştirildiği ilk senesinde Türkiye'de yedi farklı ilde, toplam 10 kampüste, 82 okul öncesi ve sınıf öğretmeninin sınıfında uygulanmaktadır. Programın popülaritesi ile birlikte ikinci sene bu sayının 2500'ü aşacağı öngörülmektedir. Program kapsamında öğretmenlere yönelik uygulama rehberleri ile birlikte öğrenci etkinlik kitapları ve hikaye kitapları da yayımlanmaktadır.

### Genç STEM Araştırmacı ve Uygulayıcıları Programı

BAUSTEM içerisinde görev yapan öğretim üyelerinin akademik çalışmalarının odak noktası hizmet içi seviyede öğretmen eğitimi olmakla birlikte, *genç STEM araştırmacı ve uygulayıcıları programı* kapsamında lisans-lisansüstü öğrenimi gören öğrencilere de rehberlik de yapılmaktadır. Bu şekilde öğretmen adaylarına hizmet öncesi seviyeden başlayarak alan eğitimi akademisyenleri ve lider STEM öğretmenleri ile birlikte çalışma fırsatı sunulmaktadır. Bu çalışmalar sadece akademik içerikli olmamakta; aynı zamanda öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgisi ve becerilerinden yoksun olarak mesleklerine başladıkları konusunda araştırmalara dayanarak (Corlu, 2012) öğretmenlik formasyonuna da yoğunlaşmaktadır.

Genç STEM araştırmacı ve uygulayıcılar programına farklı üniversitelerde okuyan 12 lisans ve altı yüksek lisans öğrencisi kabul edilmiştir. Katılımcılar eğitim fakültelerinin fen bilgisi, fizik, ilköğretim matematik, matematik ve okul öncesi öğretmenliği bölümlerinde okuyan öğretmen adayları ya da eğitim fakültelerinde alan eğitiminde yüksek lisans yapan öğrencilerdir. Katılımcılardan altı yüksek lisans ve üç lisans öğrencisi, proje kapsamında yer alan programlardan toplanan verileri kullanarak dört farklı akademik çalışma içerisinde yer alırken, dokuz lisans öğrencisi ise projenin yaygın etkisini artırıcı materyal ve içerik geliştirme üzerine çalışmaktadırlar.

Genç araştırmacı ve uygulayıcılar programı içerisinde rol alan tüm katılımcıların öncelikle STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesini geçmiş deneyimleri ile ilişkilendirmeleri beklenmektedir. Sonrasında ise katılımcılar alan eğitimcisi akademisyen ve lider STEM öğretmenleri ile proje içerisindeki farklı uygulama ve araştırma programları üzerine düzenli ve planlı çalışmalara başlarlar.

## **Bütünleşik Öğretmenlik Bilgi ve Becerileri Projesi: Özgün Değer**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik bilgi ve becerileri projesi, temel olarak öğrencilerin öğrenmeleri üzerine etki eden faktörler içerisinde yer aldığı varsayılan öğretmenlik bilgisini ölçmeye ve değerlendirmeye yönelik olarak yürütülmektedir. Ancak proje içerisinde yer alan her bir program içinde ayrı bir değerlendirme çalışması ve proje ekibinin kendi ilgi alanında yürüttüğü farklı akademik araştırmalar da gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte toplanan verinin proje ekibi dışından araştırmacılara açılması söz konusudur. Ciddi yöntemler takip edecek tüm araştırmacılar proje verisinin kullanım şartları konusunda proje yürütücüsüne başvurulabilmektedirler.

Proje ekibinin akademik ilgi alanlarında farklılaşan bazı araştırma konuları ise öğretmenlik bilgisinin, yenilikçi öğrenme ortamlarının, okul STEM kültürünün öğrenci performansı üzerine etkileri, öğretmenlerin akademik etik anlayışları arasındaki farklılıklar, öğretmenler arası işbirliğini etkileyen faktörler olarak özetlenebilir.

### **Öğretmenlik bilgisi araştırmaları**

Öğretmenlik bilgisi karmaşık bir problemdir. Bu araştırma, önceden başka bir öğretmen tarafından tecrübe edilmiş öğretmenlik problemlerini çözebilmek amacıyla öğretmenlerin kuramsal (alan ve eğitim) bilgilerini sınıf içi pratiğe dönüştürebilme düzeyini etkileyen faktörleri araştırmaktadır. Proje yürütücüsünün doktora çalışmalarının devamı niteliğindeki bu araştırma ile öğretmenlerin seçimi ve performans değerlendirmeleri konularında mevcut sistemlere alternatif bir sistem geliştirilmektedir (Corlu, 2012). Bu açıdan bu araştırmanın ticarileşme potansiyeli bulunmaktadır.

### **Etik anlayışlar**

Özellikle bir e-öğrenme destekli bir mesleki gelişim programında, öğretmenlerin etik anlayışları ve hassasiyetleri incelenmesi gereken bir konu olarak ön plana çıkmaktadır. STEM çemgisini takip eden tüm öğretmen ürünlerinde bilgi edinme ve fikir geliştirme süreçleri boyunca öğretmenlerin interneti yaygın olarak kullandıkları gözlemlenmektedir. İnternetin yaygın olarak kullanılması esneklik ve erişilebilirlik getirdiği kadar intihale açık bir durum da ortaya çıkarmaktadır. Dürüstlük ise tüm entellektüel ürünler için uygulanması gereken bir gerekliliktir. Bu gereklilik ders planları ve eğitim malzemelerinin hazırlanması sürecinde de geçerlidir. Bununla birlikte proje kapsamında üretilen form ve rubrikler ile diğer know-how'ın da kullanımı konularında kullanıcıların hassasiyetleri değişkenlik göstermektedir. Bu araştırma ile mesleki gelişim programlarında öğretmenlerin ve diğer son kullanıcıların (araştırmacı ve diğer uygulayıcıların) akademik sahtekârlık ve etik hassasiyet düzeyleri araştırılmıştır. Ön bulgular incelendiğinde projeden faydalanan paydaşların etik hassasiyetlerinin eğitim seviyesi, deneyim ve kültürel faktörler bağlamında değişkenlik gösterdiği görülmektedir (Helvacı, vd., 2017).

### **Öğretmenler arası işbirliğini etkileyen faktörler**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi, mesleki öğrenme topluluklarını (PLC) çalışma toplulukları (communities of practice) kavramıyla ilişkilendiren mantıksal bir temel oluşturur. Öğretmenler arasındaki mesleki işbirliği ve iletişimin, bir öğrenme kültürünün okul genelinde geçerli olabilmesi için etkili olması gerektiği yaygın olarak kabul görmektedir. Bu doğrultuda öğretmenlerin ders planlarını oluşturma, uygulama ve geliştirme aşamalarında meslektaşları ile olan işbirliğini nasıl anlayıp yorumladıklarını araştırmak önem teşkil etmektedir. Bu amaç doğrultusunda öncelikle program katılımcısı öğretmenlerin yanıtladıkları öz değerlendirme formlarından elde edilen verilerinden yola çıkarak analitik bir ölçüt geliştirilmiş ve bu değerlendirme aracı ile öğretmenlerin programın ileriki aylarında göstermiş oldukları işbirliğinin nasıl ilerlediği araştırılmıştır. Elde edilen ön bulgular, öğretmenlerin büyük çoğunluğunun sadece kendi zümresi içinde işbirliği gerçekleştirdiği ve bu işbirliğinin aktif katılımlı bir çalışmadan ziyade daha çok dönüt vermeye yönelik olduğunu ortaya koymuştur (Aşık, vd., 2017).

## **Bütünleşik Öğretmenlik Bilgi ve Becerileri Projesi: Yaygın Etki**

### **Yazılı yayınlar**

Proje ekibi, toplam 100'ü aşkın akademik sunum ve yayınının yanında öğretmenler için örnek uygulamalar içeren kitaplar yayımlamaya, dergilerde uygulama örnekleri paylaşmaya, uygulayıcılara yönelik seminer ve konferanslar düzenlemeye ve özgün çalıştay içerikleri geliştirmeye devam etmektedir. Bu yayınların bazıları programları finanse eden kurumlara özel olmakla birlikte çoğuna

üniversite kütüphaneleri vasıtasıyla ulaşılabilmektedir. Bazı yayınlar ise belirli bir ambargo süresinin ardından İnternet üzerinden ücretsiz paylaşılmaktadır (Bakınız <http://inteach.org/yayinlar> ve <https://tamu.academia.edu/MSencerCorlu>).

### **Meet & Greet seminerleri**

Meet & Greet seminerleri yönetici, öğretmen, öğrenci ya da velilere en basit anlamda STEM-FeTeMM eğitiminin okul sistemi içerisinde nasıl bir değişim gerektirdiğinin açıklandığı, katılımcıların bir ön hazırlık yapmadan katılabilecekleri kısa süreli seminerlerdir. Meet & Greet seminerleri genel manada STEM-FeTeMM eğitiminin ve ilintili kavramların farklı dinleyiciler özelinde ne manaya gelebileceği, mantıksal, kavramsal ve felsefi temelleri üzerinden gerçekleştirilmektedir. Öğretmenlere yönelik Meet & Greet seminerlerinde ise diğer gruplardan farklı olarak örnek uygulamalar da paylaşılmaktadır. Meet & Greet seminerlerini çoğunlukla proje içerisinde görev alan akademisyenler, son dönemde ise giderek artan yoğunlukta STEM lider öğretmenleri gerçekleştirmektedirler.

### **STEM Ders planı yarışması**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesinin ikinci çalışma alanı olan bütünleşik öğretmenlik çıktıları (Social Products of STEM Teaching) içerisinde mesleki öğretmen topluluklarının oluşturulmasını ve öğretmenlerin kendi özel şartlarına yönelik esnek müfredat geliştirebilmelerini desteklemek amacıyla geniş ölçekte katılıma açık ödüllü ders planı yarışmaları düzenlenmektedir. Yarışmanın ödülleri sponsorlar tarafından sağlanan öğretim materyalleridir. 2016 yılı ders planı yarışması birincilik ödülü Van de Graaff jeneratörü, Van ilinde görev yapan bir öğretmene hediye edilmiştir.

Ders planı yarışmasının 2016 senesinde organize edilen ilkinde, 57 ders planı ön elemeyi geçerek değerlendirme aşamasına kalmıştır. Öğretmenlik tecrübesine sahip alan eğitimi akademisyenlerinden oluşan bir değerlendirme kurulu tarafından ders planları incelenmiş ve başvurular arasından 20 adet ders planı seçilmiştir. Seçilen ders planlarına yayımlanan bir kitapta yazarların adları ile ayrı bölümler halinde yer verilmiştir.

### **Öğrenme yönetim sistemi**

STEM: Bütünleşik öğretmenlik bilgi ve becerileri projesi kapsamında yönetilen programlara dahil olan öğretmen sayısının artması ile birlikte öğrenme yönetim sistemlerine ve e-öğrenmeye olan ihtiyaç da artmaktadır (Programın ilk senesinde 45, ikinci senesinde 300 olan katılımcı öğretmen sayısının 2017 Ağustos'unda başlayacak üçüncü senesinde 1,500'ü geçeceği öngörülmektedir). Öğrenme yönetim sistemi kullanarak, zaman ve mekandan bağımsız olarak içeriklerin sunulması, çevrimiçi eğitimlerin ve videoların paylaşılması, ölçme ve değerlendirmenin zahmetsiz, az hatayla ve en önemlisi farklı yöntemler ile gerçekleştirilmesi, kullanıcı bilgilerinin izlenip raporlanması gibi sorumluluklar, uzaktan eğitim biriminin destekleri ile gerçekleştirilmektedir. Öğrenme yönetim sisteminde kayıtlı kullanıcıların birbirlerine ve proje yöneticilerine mesaj gönderebilmeleri, kendi dokümanlarını oluşturup sisteme yükleyebilmeleri, içeriklere ulaşip kendi belirledikleri zamanlarda videoları izlemeleri, okumalarını yapmaları gibi özellikler öğretmen eğitiminde bir kişisel öğrenme ortamı sunulabilmesini sağlamaktadır.

### **Diğer yaygın etki etkinlikleri**

Okul içinde yüz yüze, portal üzerinde (<http://inteach.org>) ve özellikle sosyal medyada (twitter @baustem, @ITP\_STEM, facebook.com/InTeachProject ve facebook.com/groups/fetemm) çevrimiçi mesleki öğrenme toplulukları oluşturma motivasyonu, öğretmenlerin işbirliği içerisinde çalışacağı ortamlar oluşturmak projenin bir başka yaygın etkisini ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda proje katılımcısı öğretmenlerin farklı disiplinlerdeki meslektaşlarını da dahil edecek şekilde paylaşım toplantıları düzenlemeleri konusunda desteklenmeleri (örneğin, Aralık 2016'da düzenlenen yoğun katılımlı Matematik Öğretmenleri Paylaşım Zirvesi; T3 Türkiye grubuyla yapılan işbirlikleri) yanında meslek örgütleri ve sivil toplum kuruluşları ile ortaklaşa düzenlenen organizasyonlar (örneğin, STEAMwin panelleri, BinYaprak STEM öğretmenleri), projenin yaygın etkisini artırmaya yönelik diğer bazı etkinliklerdir.

## **SONUÇ**

Türkiye'de alan eğitiminin zirvesi olarak tanımlanabilecek ve 2012'de Niğde'de 10.'su düzenlenen Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK) bünyesinde düzenlenen bir panel ile ilk kez tanıştığı STEM-FeTeMM eğitimi, panel sırasında Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik Eğitimi (BTMM) kısaltması ile Türkiye'ye özgü bir yorum ve tanım geliştirmenin önemi vurgulanarak sunulmuştur (Adıgüzel, vd., 2012). Ancak yoğun katılımlı panel sırasında dinleyicilerin yorumları ile

ortak bir anlayış geliştirilmesi ihtiyacı öne çıkmış ve bu sebeple *Bilim* yerine *Fen Bilimleri* vurgusunun daha uygun olduğu anlaşılmıştır (Corlu, 2014). Niğde'deki 10. UFBMEK'ten sadece dört sene sonrasında 2016 yılında Adana'da düzenlenen 12. UFBMEK kapsamında STEM-FeTeMM eğitimi konu edinen 21 sözlü bildiri sunulmasına dayanarak, özellikle fen ve matematik alan eğitimcisi akademisyenleri arasında STEM-FeTeMM eğitiminin yaygınlaştığı iddia edilebilmektedir (UFBMEK, 2016).

Yeniden yapılandırılan ve 2017-2018 eğitim öğretim yılından itibaren sınıflarda uygulanması planlanan öğretim programı içinde de STEM-FeTeMM eğitimi uygulamalarının fen dersi kapsamında, STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi içerisinde bir bilişsel süreç yöntemi olarak yer alan hesaplamalı düşünme becerilerinin ise bilişim dersi kapsamında yer alması memnuniyet verici olarak değerlendirilmektedir.

Hem araştırma hem de uygulamadaki bu gelişmelere rağmen STEM öğretmen eğitimi konusunda sürdürülebilir yöntem, model ve projelerin geliştirilmesine olan ihtiyaç devam etmektedir. Bu ihtiyacın üniversiteler bünyesinde yürütülen ve kuramsal çerçevesi belirli projeler ile öğretmen ve öğretmen eğitimcileri işbirliğinde, kuram ve uygulama bütünlüğünde karşılanması gerektiğine inanılmaktadır. Bu özelliklerde olmayan popülist yorumların STEM-FeTeMM eğitiminin geleceği için tehlike arz ettiği ve bu yorumları benimseyen kişi ve kurumların etik (Helvacı, vd., 2017) ya da kuram-uygulama bütünlüğü konusunda yeterli duyarlılığa sahip olmadıkları anlaşılmaktadır. Türkiye'ye yakından tanıyan bir uzmanın konu ile ilgili uyarıları değerlidir: "Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitimi ile ilgili pek çok zorlu faktör vardır. Ancak bunların içinden hiçbiri, yeterli bilgi sahibi olmayan ve kendi kendini STEM eğitimcisi veya STEM eğitimi uzmanı ilan edenlerden daha zorlayıcı değildir" (Capraro, 2017, p. 227).

STEM nosyonunun Türkiye özelinde pedagojik bir yaklaşım olarak kabul görmesine katkı sağlayan Türk öğretmen ve öğretmen eğitimcisi akademisyenlerin ortak bir ürünü olan STEM-FeTeMM eğitimi alan yazınının ise görmezden gelinmesi yadırganmaktadır. Yurtdışı ve özellikle Amerika Birleşik Devletleri özelinde kullanılan STEM nosyonun çoğunlukla popüler ve politik olduğu gözönüne alındığında, ülkemize özgü pedagojik STEM yorumu içerisinde kabul edilebilecek öğretmen eğitimi projelerinin geliştirilebiliyor ve özellikle özel sektör tarafından maddi olarak destekleniyor olması önemlidir. Bu desteğin sağlanabilmesi ise projenin sürdürülebilir ve araştırma temelli olma iddiasını kanıtlarla destekleyebilmesi ölçüsünde mümkündür.

## KAYNAKLAR

- Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Corlu, M. S., & Özel, S. (2012, June). *Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimi: Disiplinlerarası çalışmalar ve etkileşimler* [STEM education in the Turkish context: Interdisciplinary investigations and interactions]. Paper presented at the X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde, Turkey.
- Aşık, G., Baş, E., Türe, K., Türkmen, İ., & Corlu, M. S. (2017, May). *A quantitative analysis of teacher perceptions of collaboration for STEM integration*. Paper presented at the International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology, Kuşadası, Turkey.
- Berlin, D. F., & White, A. L. (1994). The Berlin-White integrated science and mathematics model. *School Science and Mathematics*, 94(1), 2-4.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, 8(2), 5-21. doi:10.2307/1511637
- Capraro, R. M. (2017). Türk öğrenciler, biyoçeşitlilik ve çarpımsal ilkeler aracılığıyla STEM eğitimi'ni dönüştürüyor. In M. S. Corlu & E. Çallı (Eds.), *STEM Kuram ve Uygulamaları* (pp. 227-229). İstanbul: Pusula.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., Scheurich, J., Jones, M., Morgan, J., Huggins, K.S., Corlu, M. S., Younes, R., & Han, S. (2016). The impact of sustained professional development in STEM project based learning on district outcome measures. *The Journal of Educational Research*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00220671.2014.936997>
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project based learning. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. Morgan (Eds.). *STEM project-based learning: An integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach* (2nd Edition). (pp. 1-5). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers. [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6\\_12](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_12)
- Cawley, J. F. (1994). Science for students with disabilities. *Remedial and Special Education*, 15(2), 67-71.

- Corlu, M. S. (2012). *A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science*. (Unpublished doctoral dissertation). Texas A&M University, College Station.
- Corlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu [Call for STEM education research in the Turkish context]. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10
- Corlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi [STEM: Integrated Teaching Framework]. In M. S. Corlu & E. Çallı (Eds.), *STEM Kuram ve Uygulamaları* (pp. 1–10). İstanbul: Pusula.
- 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), 74–85.
- Dewey, J. (1938). *Experience & education*. New York: Kappa Delta Pi.
- Helvacı, B., Corlu, M. S., Aşık, G., & Doğança Küçük, Z. (2017, May). *STEM ethics: Academic integrity and ethical concerns of teachers*. Paper presented at the International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST), Kuşadası, Turkey.
- National Science Foundation. (2013). *Chapter III: NSF proposal processing and review*. Retrieved from [https://www.nsf.gov/pubs/policydocs/pappguide/nsf13001/gpg\\_3.jsp](https://www.nsf.gov/pubs/policydocs/pappguide/nsf13001/gpg_3.jsp)
- Özel, S. (2013). W3 of STEM PBL. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. Morgan (Eds.), *STEM project-based learning: An integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach* (2nd Edition). (pp. 41-49). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers. [http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6\\_12](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_12).
- PricewaterhouseCoopers. (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi*. Retrieved from <https://www.pwc.com.tr/tr/gundem/dijital/2023e-dogru-turkiyede-stem-gereksinimi.html>
- Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. (2016). *Bildiri özetleri*. Retrieved from <http://www.ufbmek.org/wp-content/uploads/2016/10/Bildiri-%C3%96zet-Kitap%C3%A7%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>
- Yoon, K. S., Garet, M., Birman, B., & Jacobson, R. (2007). *Examining the effects of mathematics and science professional development on teachers' instructional practice: Using professional development activity log*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.

## EKLER

### Ek 1.

#### Örnek Çalıştay: Zaman Makinesi ve Dinamik Sistemler

BAUSTEM ekibinin Meet & Greet buluşmalarında sunulmak üzere geliştirdiği özgün uygulamalardan biri *Zaman Makinesi ve Dinamik Sistemler* çalıştaydır. Bu çalıştayda merkezde yer alan disiplin matematik olup bilişsel sürece yönelik kazanımlar lise müfredatı 11. sınıf trigonometri ünitesinden seçilmektedir. Çalıştay süresince periyot ve periyodik fonksiyon kazanımlarının yanı sıra yine lise fizik müfredatından basit sarkaç ve esnek yay ile oluşturulan sistemlerin salınım periyotları ve bu periyotlara etki eden faktörler incelenmektedir. Çalıştay lideri alan eğitimcisi akademisyen ya da lider öğretmen tarafından sunulan Bilgi Temelli Hayat Probleminin (BTHP) çözümünde ölçümlerin okunması, ölçüm hassasiyetinin ve gösterimlerinin değerlendirilmesi noktalarında mühendislik alanında kazanımlarına değinilir. Ayrıca ölçümlerin alınmasında veri toplayan ve analiz eden cihazlar (TI-84 Plus CE, Vernier Data Logger, Vernier computer-based ranger, Arduino prototipleme kartı ve ultrasonik mesafe sensörü) kullanılırken ve bu cihazların topladığı verilerin analiz edilmesinde kullanılan algoritmaların yazımını ve hata ayıklamayı içeren teknoloji kazanımları ön plana çıkarılır.

Çalıştay kazanımlara da vurgu yapan ilgi çekici bir video ile başlar. Videoda mekanik saatlerin beş önemli parçası açıklanmaktadır; enerji, çarklar, saat maşası (eşapman), kontrolcü, zaman göstergesi. Videonun ardından katılımcıların fikirleri alınarak ve ön bilgileri yoklanarak bilgi temelli hayat problemi sunulur:

*“Zamanı ölçmek için kullanılacak iki ayrı prototip geliştiriniz. Son ürününüz prototiplerinizin sınırlılıklarını içeren bir raporla birlikte sunulmalıdır”*

Sınırlamalar olarak; gün, saniye, dakika gibi standart olmayan bir birimin kullanılması ve ikinci prototipte sarkaç kullanımının gerektiği belirtilir. Bu BTHP'nin çözümünde günlük malzemeler olan pet şişe, mum, su, ip gibi malzemelerin kullanılabilmesi; TI ve Vernier sensörlerinden yararlanılabileceği bilgisi paylaşılır. Katılımcı öğretmenlerin gruplar oluşturularak meslek ve sorumluluklarını etkinlik defterine not etmeleri istenir. Meslek, sorumluluk ve görevlere Henri Poincaré araştırmacısı, makine mühendisi, uygulayıcı, yazıcı ve farklı bir görev olarak tanımlanan grup içinde yapılan işe eleştirel bir bakış getirme sorumlusu örnek olarak verilebilir. Grupların her birinin meslek ve sorumluluklarını not etmesiyle bilgi edinme sürecine geçilmektedir.

Katılımcı öğretmenlere araştırma yapmaları için bazı rehber sorular yöneltilir;

*“Zaman nedir? Zaman ölçülebilir mi? Nasıl? Isochronous timing (izokron zamanlama) ne demektir?”* Sorular hakkında halihazırda bilinenlerin grup içinde konuşulup not alınması, başka hangi bilgilere gerek duyulduğunun ve bu bilgilere hangi kaynaklardan ulaşılabileceğinin kaydedilmesinin ardından bilgi edinme defterine bir araştırma raporu yazılmaktadır. Bu aşamada sahip olunan ve araştırma sonucu edinilmiş bilgi sentezlenerek grup içerisinde ilk prototipin oluşturulması için beyin fırtınası yapılmaktadır. Ürünün geliştirilmesine yönelik, öne sürülen her türlü farklı fikir ve bu fikirlerin gerektirdiği malzemeler fikir geliştirme defterine kaydedilmektedir. Her grup, ortaya atılan fikirler arasından kendileri açısından BTHP çözümüne en uygun olan fikri seçmekte ve ürün geliştirme defterine prototiplerinin eskizini çizmektedir. Daha sonra ise çalıştay liderinin onayıyla birlikte gruplar kullanmayı planladıkları malzemeleri alarak fikirlerini hayata geçirmeye başlamaktadırlar.

İlk prototip aşamasında gruplar tarafından genellikle pet şişeler ve su kullanılarak su saati, kum ve karton bardaklar kullanılarak kum saati, mum kullanılarak ateş saati, bileklerdeki atım sayılarak nabız saati gibi modeller geliştirildiği gözlemlenmiştir. Bu aşamada grupların geliştirdikleri prototiplerin sınırlamalarını belirlemeleri de istenmektedir ve prototiplerin izokron zamanlı olması için neler yapılması gerektiği sorulmaktadır. Su saati ve kum saatinde basınçtan kaynaklanan üst kaptaki maddenin yavaşlayarak boşalması nedeniyle zaman ölçümündeki hata payını azaltma amacıyla kap üzerindeki zaman çizgilerinin eş aralıklı olmaması, ateş saatinde mumum tamamen bir silindir haline getirildikten sonra yakılması, nabız yükseltecek eylemlerden kaçınılması gibi çeşitli faktörler gruplar tarafından ölçümdeki hassasiyeti arttırmak amacıyla dikkate alınması gereken durumlardır.

İlk prototiplerin tamamlanmasının ardından ikinci prototip için çalışmalar başlamaktadır. Sınırlamaların ikinci prototipte sarkaç kullanılmasını gerektirdiği için sarkacın periyoduna etki eden faktörler gözden geçirilmektedir. Her gruptan  $T=2\pi\sqrt{L/g}$  olan basit sarkaç formülünü kullanarak TI-84 hesap makineleriyle bir program yazmaları istenmektedir. Bu programda amaç; sarkaç uzunluğu ile sarkacın periyodunu hesaplayan bir algoritma kurmaktır. Böylelikle gruplar ikinci prototipleri ile elde edecekleri

ölçü birimlerinin standart zaman birimi cinsinden karşılığını bulmaktadırlar. Ürün geliştirme defterine sarkacın dahil olduğu ikinci prototip taslakları çizildikten sonra malzemeler alınarak prototip oluşturulmakta ve denemeler yapılmaktadır. Sarkaç ile hazırlanan prototiplerde zamanı ölçmedeki sınırlamalarının neler olduğu grup içerisinde tartışılmakta; sarkaçların birkaç salınım sonrasında hareketlerinin hangi değişkenler sebebiyle sönümlendiği sorulmakta ve hava sürtünmesi, yerçekimi vb. etkenler üzerine ayrıntılı bir şekilde konuşulup tartışılması gerekmektedir. Periyodun belirlenmesi için ölçümlerin nasıl yapılması gerektiği üzerinde de özenle durulmaktadır. Birden fazla ölçüm alınması ve bu ölçümlerin ortalamasının kullanılması gerektiğinin öğretmenlik öğrencileri tarafından önerilmesinin ardından deneysel periyot değeri ve teorik periyot değeri, TI-84 hesap makinesinde yazılan program ile bulunan periyot ile karşılaştırılmaktadır.

Ölçümlerin daha kesin ve hassas şekilde alınması için TI-84 hesap makinelerine CBR (Computer-Based Ranger) cihazı bağlanarak önce durağan pozisyonda kalibrasyon yapılmakta, ardından sarkaca uygun pozisyon alınıp sarkaç serbest bırakılarak veri toplanmaktadır. Hesap makinesinde zaman, yer değiştirme, hız ve ivme grafikleri de çizdirilebilmektedir. Zaman-yer değiştirme grafiğinin istatistiksel modelleri ve matematiksel modelleri arasındaki farkların neler olduğu ve bu farkın aslında neyi belirttiği katılımcılara yöneltebilecek sorulardan bazılarıdır. Ana disiplin olan matematikte derinleşme bölümünde ise hız-yer değiştirme grafiğinin hesap makinesinde çizdirilmesi istenmektedir. Grafiğin nasıl görüldüğü, eliptik olmasının ne anlama geldiği üzerine konuşulduğu gibi fonksiyonun kendisini ve türevini içeren denklemlerden de bahsedilebilir. Bu aşama öğretmenlerin sınıf içinde yazılı müfredatın ötesine geçme özgürlüğüne sahip olduklarını fark etmeleri için önemlidir. Öğretmenlerin, geliştirdikleri iki farklı prototipin avantajları ve dezavantajları üzerine raporlarını tamamlamalarının ardından çalıştay sona erer.

Çalıştay süresince deneysel ve teorik sonuçların karşılaştırılması, ölçümlerin hassasiyeti için farklı araç ve yöntemlerin denenmesi, matematiksel modeller üzerinde fikir alış-verişi yapılması, sonuçların gruplar tarafından sınıfın geri kalanıyla paylaşılması ve raporlanması STEM Çemgisi içerisinde ürün-süreç birlikteliğinin vurgulandığı aşamalarıdır. Aynı zamanda bilişsel süreç kazanımlarının yanı sıra sosyal ürün kazanımlarının da ön plana çıkarıldığının göstergesidir.