

FeTeMM Eğitimi Makale Çağrı Mektubu

M. Sencer Corlu

Turkish Journal of Education FeTEMM Alan Editorü
Bilkent Üniversitesi, Ankara, Turkey, sencer.corlu@bilkent.edu.tr

ÖZET

Türkiye'nin inovasyon kapasitesini arttırabilmesi için yüksek nitelikli Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) işgücüne ihtiyacı vardır. Yirmibirinci yüzyılın değişen şart ve problemleriyle birlikte takım çalışması ve disiplinlerarası yaklaşımları doğuran bu ihtiyaç, gençlerimizi ve özellikle kız öğrencilerimizi erken yaşlardan itibaren FeTeMM araştırmaları yapabilecek şekilde eğitecek öğrenme ortamlarının tasarımı ve bu tasarımları etkin şekilde kullanabilecek öğretmenlerin yetiştirilmesini gerektirir. Buna mukabil yapılan araştırmalar göstermektedir ki, öğretmenlerimiz mesleklerine etkin bir FeTeMM eğitimi verebilmek için gerekli bütünlük öğretmenlik bilgisinden yoksun şekilde başlamaktadır. Bu makalenin amacı araştırmacıları FeTeMM eğitimi üzerine yürüttükleri çalışmalarının sonuçlarını TURJE'de yayımlamak konusunda cesaretlendirmektir.

Anahtar Sözcükler: FeTeMM eğitimi, yenilikçi öğrenme ortamları, bütünlük öğretmenlik bilgisi.

Call for Manuscripts on STEM Education

ABSTRACT

Turkey needs qualified science, technology, engineering, and mathematics (STEM) workforce, who will contribute to increasing country's innovation capacity. Reforms conducted in our educational system should cultivate STEM teachers who will train young science and engineering researchers by engaging in STEM practices at early ages. However, research suggests that new teachers entering the profession are not prepared with an integrated teaching knowledge to foster STEM education. This paper is more than a call for manuscripts on STEM education and encourages fellow researchers to conduct STEM education research in the Turkish context.

Keywords: STEM education, innovative learning environments, integrated teaching knowledge

FeTeMM EĞİTİMİ ARAŞTIRMALARI: Alanda Merak Edilenler, Fırsatlar ve Beklentiler

Bu yazının amacı Fen, Teknoloji Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) eğitimi konusundaki bilgi dağarcığımıza katkıda bulunabilecek araştırmacılara tasarım ve yöntem bilim önerilerinde bulunmaktır. Bütüncül olarak algılanması gereken FeTeMM eğitiminin (Corlu, 2012; 2013) kuramsal altyapısının oluşmaya başladığı son yıllarda, empirik çalışmalara olan ihtiyaç artarak devam etmektedir (Ferrini-Mundy, 2013). Bu çalışmalar geniş ölçekte ve farklı seviyelerde tasarlanabilir: Öğrencilerin okul içi ve okul dışı etkinlikleri, öğretmenlerin hizmet içi ve öncesi eğitimleri, yüksek öğretim ve akreditasyon veya bilim insanlarının çalışma yöntemleri. Deneyimli araştırmacılar FeTeMM eğitime sadece merak içgüdüğü ile ilgi duyulabilecekleri gibi kişisel ya da öğretmenlik tecrübelerine dayanan bir motivasyona da sahip olabilir. FeTeMM eğitimi, genç araştırmacılara Türkiye ve dünya ölçeğinde yeni gelişen bir alanın öncüleri arasında yer alabilmek ve alanı etkileyebilmek gibi bir çok fırsat sunmaktadır.

Bir çağrı metninin ötesine geçmesini amaçladığım bu yazı ile genç ve deneyimli araştırmacıları, FeTeMM eğitimi üzerine yürüttükleri çalışma sonuçlarını TURJE’de yayımlamak konusunda cesaretlendirmek isterim. Nitel, nicel ya da karma yöntemler arasında bir ayrım gözetmeksizin, yöntem bilimsel olarak güçlü ve akıcı bir anlatımla yazılmış tüm makale önerileri bu çağrı kapsamında değerlendirilecektir. Önerilen makalelerin seçkin bir hakem heyeti tarafından özenle ve hızlı şekilde değerlendirileceğini vurgulamalıyım.

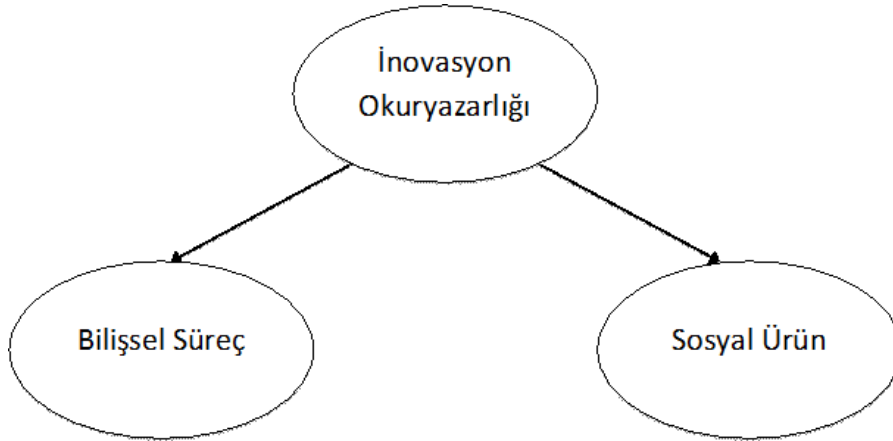
FeTeMM Eğitimi Çalışma Grubu

FeTeMM eğitimi üzerine çalışan araştırmacıları biraraya getirip, sinerji oluşturma amacıyla ortaya çıkan *FeTeMM Çalışma Grubu*, farklı uzmanlıklardaki alan eğitimcilerinden oluşur. Üyelik gerektirmeyen çalışma grubu, FeTeMM eğitimiyle ilgilenen tüm araştırmacılara açıktır. FeTeMM eğitimi ile ilgili çalışmaların tanıtıldığı Internet sitesi (<http://www.fetemm.org>), ve diğer sosyal medya ortamlarıyla beraber, bu konuda çalışmak isteyen araştırmacıların ve konuya ilgi duyan öğretmenlerin faydalı olabilecek kaynaklara ulaşımını kolaylaştırmaktadır. FeTeMM eğitiminin kuramsal çerçevesi bu yazının kapsamı içerisinde olmadığından, kısa bir özet halinde verilen bir çok kaynağın tam metnine ve detaylı bir bibliyografyaya Internet sitesinde ulaşma imkanı vardır. FeTeMM Çalışma Grubu’nun çalışmaları, araştırmacıların farklı motivasyonlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir.

Eğitim Politikalarına Katkı: Etkinliğini Arttır, Politikaları Belirle

Araştırmacıların FeTeMM eğitime bakış açıları, eğitim politikası geliştiren kurumların raporlarından etkilenmiş olabilir. Eğitim politikalarını belirleyen kurumlar arasında, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü ya da yaygın adıyla OECD (2010), global ölçekteki etkisi nedeniyle ayrı bir yer tutar. Bu kurum tarafından organize edilen PISA ve benzeri uluslararası öğrenci değerlendirme programlarının sonuçları, bazı araştırmacılar tarafından FeTeMM eğitime ihtiyacı mantıksal olarak açıklamak amacıyla kullanılmakta; ortalamanın altındaki fen ve matematik okuryazarlığı seviyesindeki öğrenci sayısının çokluğu bir dayanak noktası olarak sunulmaktadır (Kuenzi, 2008).

Bazı son dönem araştırmacılar ise daha kapsayıcı bir okuryazarlık kavramına ihtiyaç duyulduğunu düşünmektedir. OECD’nin yenilik getiren bir sonuç ya da süreç olarak tanımladığı inovasyon kavramından yola çıkan bu araştırmacılar, *inovasyon okuryazarlığı* görüşünü, FeTeMM ilgi alanında gerçekleşen bilişsel sürecin sosyal olarak ortaya çıkarılan bir ürün vasıtasıyla somutlaştırılması olarak kavramlaştırmıştır (Erdoğan, Corlu, & Capraro, 2013). Sosyal olarak yaratılan ürün, FeTeMM merkezli bilimsel problemlerin öğrenci grupları tarafından çözümü ve açıklanması şeklinde olabileceği gibi ortak yürütülen bir projenin çıktısı olarak da planlanabilir. Bu proje, *marka ve ticaretleşmeye uygun ürünün iyi tanımlanmasını ancak bu ürünü ortaya çıkaracak görevlerin belirsizliği* prensibi üzerine kurulur. Şekil 1’de görselleştirilen inovasyon okuryazarlığı, FeTeMM eğitime ihtiyacı mantıksal olarak açıklamak isteyen araştırmacılar için yararlı olabilir.



Şekil 1. İnovasyon Okuryazarlığı Kavramsal Modeli.

Bunun yanı sıra, Türkiye’ye özgü eğitim politikaları ile ilgili bir çok belge FeTeMM eğitimine politik bir destek sağlamaktadır. Bu belgeler arasında, Millî Eğitim Bakanlığı Stratejik Planı, Yükseköğretim Stratejik Planı, Vizyon-2023 Çalışması, Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi 2011-2016, Hayat Boyu Öğrenme Strateji Belgesi, Türkiye Sanayiciler ve İşadamları Derneği Vizyon-2050 Türkiye Raporu, Türk Eğitim Derneği ve Türkiye Bilimler Akademisi tarafından yayımlanan raporlar sayılabilir. FeTeMM eğitimi ile ilgilenen araştırmacıların amacı bu raporlara etki edebilecek çalışmalarda bulunmak olmalıdır.

FeTeMM Eğitimi Yenilikçi Öğrenme Ortamları: Önce Hazırı Kullan, Sonra Tasarla

Özellikle nitel araştırma yöntemlerini benimseyen araştırmacıların, FeTeMM eğitimine bakış açıları kişisel nedenlerden etkilenmiş olabilir. Bu kişisel nedenler doğalcı paradigmanın gereği olarak okuyucunun değerlendirmesine sunulmalıdır (Lincoln & Guba, 1985). Örneğin, matematik öğretmeni olarak yetiştirilmiş olan araştırmacı, lisans eğitimi süresince teknoloji ve ortaöğretim fen bilimleri öğretmen adayları ile beraber alan eğitimi dersleri almış, ortak ders planları hazırlamış, teknoloji ve fen dersleri müfredatı ve metotları konusunda bilgi sahibi olmuş olabilir (Corlu, 2012). Bu eğitim sonucu, öğretmen olarak görev yaptığı okulda “teknoloji derslerini de öğretebilir misin?”, diye sorulduğunda, güven duygusu ile olumlu yanıt verebilir. Teknoloji dersi kapsamında tek-temsili ile modelleme yapan bilgisayar programlarını kullanmış olduğundan, *NetLogo* programını kolaylıkla kullanabilir, çok-temsili modellemelerin karmaşık doğal, sosyal ve mühendislik sistemlerinde kullanımını tecrübe edebilir. *NetLogo*, FeTeMM eğitimi bünyesinde hesaplamalı bilimlerin kullanıldığı bir öğrenme ortamı olarak değerlendirilir. Ücretsiz olan bu program Türkiye ölçeğinde kolaylıkla uygulanabilir.

Araştırmacının kullanabileceği diğer *FeTeMM eğitimi yenilikçi öğrenme ortamlarına* örnek olarak Microsoft Uçuş Simulatörü ve Google Earth programları verilebilir. Bir ilkokulun 5. sınıfına devam eden öğrenciler, araştırmacının yürüttüğü proje kapsamında akışkanlar dinamiğinin prensiplerini sınıf ortamında keşfedebilir, aynı zamanda matematiksel hesaplamalarını yapabilir. Araştırmacının bu süreç boyunca en çok zorlanacağı konu, uzmanı olmadığı bir konuyu öğretmek değil, hazırladığı aktiviteleri okul müfredatı ile bütünleştirmek olabilir. FeTeMM eğitimi konusunda çalışan araştırmacıların benzer öğrenme ortamlarının yenilikçi kullanımına yoğunlaşmaları önerilir. TÜBİTAK 4005 proje destek programından yenilikçi öğrenme ortamlarının kullanımı için destek aranabilir.

Sosyal medya ve semantik Web yenilikçi öğrenme ortamları arasında öne çıkmakla beraber, robotik etkinlikleri, mekatronik mühendisliği aktiviteleri ile veri-toplama aygıtları, yeni nesil TI-hesap makineleri ve tabii ki tablet bilgisayarların yenilikçi öğrenme ortamları olarak önemi devam etmektedir. (Erdoğan, Corlu, & Capraro, 2013; Özel, Yetkiner, & Capraro, 2008; Tekerek, 2009). Benzer yenilikçi öğrenme ortamlarının okul içi müfredat ile uyumlu hale getirilmesi, araştırmacılar tarafından ihmal edilmemelidir (c.f. Sahin, Ayar, & Adıgüzel, 2014). Özellikle *Genç Mucitler Robot Geliştiriyor* ve *Millî Eğitim Bakanlığı Robotik Yarışmalarına* hazırlık sürecinin, sadece seçkin bir öğrenci grubu ile değil, öğretimin bir parçası olarak, başta kız öğrenciler olmak üzere tüm öğrencileri kapsayacak şekilde uygulandığı öğrenme ortamları tasarlanmalı ve etkileri nedensel ve boylamsal araştırma yöntemleri ile test edilmelidir.

FeTeMM eğitimi yenilikçi öğrenme ortamları ancak yenilikçi ölçme ve değerlendirme yöntem ve teknolojileriyle desteklendiğinde etkinlik kazanabilir. Alışlagelmiş ve alternatif yöntemlere ilaveten *anında-ölçme-değerlendirme* yapabilen *tıkla-ve-ölç* teknolojilerinin etkin kullanımlarının ortaya çıkarılması gerekmektedir (Capraro & Corlu, 2013). Bu konuda sınıf içi öğretmenlik uygulamalarını gözlemleyen daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

FeTeMM eğitimi üzerine çalışan araştırmacılar NetLogo ya da Lego NXT benzeri robotik sistemleri gibi ortamların sadece kullanımlarına değil, özgün yenilikçi öğrenme ortamlarının tasarımları konusuna da özel bir önem vermelidir. Araştırmacılar projelerine ders etkinliğini artıracak basit araç-gereçlerin tasarlanması, geliştirilmesi ve marka tasarımı ile başlayabilir (Çorlu & Corlu, 2012). Ar-Ge boyutu içeren orta ölçekteki araştırmalar için TÜBİTAK 1001 ve 1003 destek programları kullanılabilir. Daha geniş ölçekte Avrupa Birliği ülkelerindeki diğer FeTeMM araştırma gruplarıyla beraber Horizon 2020 projelerine de başvurulabilir.

Bütünleşik Müfredat: Kazanamayacağın Savaşa Girme

Öğretmen olarak görev yaptığı bir okulda, biyoloji ve kimya derslerini de öğretmesi istendiğinde araştırmacı belirli tereddütler yaşamış olabilir: Bu deneyim araştırmacıya olasılık konusuyla Punnett karesini ya da denklem sistemleri konusuyla kimyasal denklemleri bütünleştirilebileceğini öğretebilir. FeTeMM eğitimi çerçevesinde başlangıç düzeyinde yürütülecek araştırma konularının başında müfredat ve ders kitaplarının içeriklerinin incelenmesi önerilir. Özellikle genç araştırmacılar bu konulardaki çalışmaları ile alanyazına hakim olma fırsatı bulacaklardır. Ancak, yenilenen ortaokul ve lise müfredat belgeleri açık şekilde FeTeMM eğitiminin bütünleşik yapısını vurguluyor olsa da, öğretmenlerin merkezi sınavlar vasıtası ile ders içi uygulamalarının kontrol altına alınması, müfredatın esnek şekilde yorumlanmasını imkansız hale getirmiştir. Bu nedenle müfredatı bütünleştirmeye çalışan araştırmaların uygulanma imkanı azdır. Çalışmalarda uygulamaya ait sorunlar gözardı edilmemelidir. Alanyazına hakim araştırmacılar öğretmen eğitimine yoğunlaşabilirler.

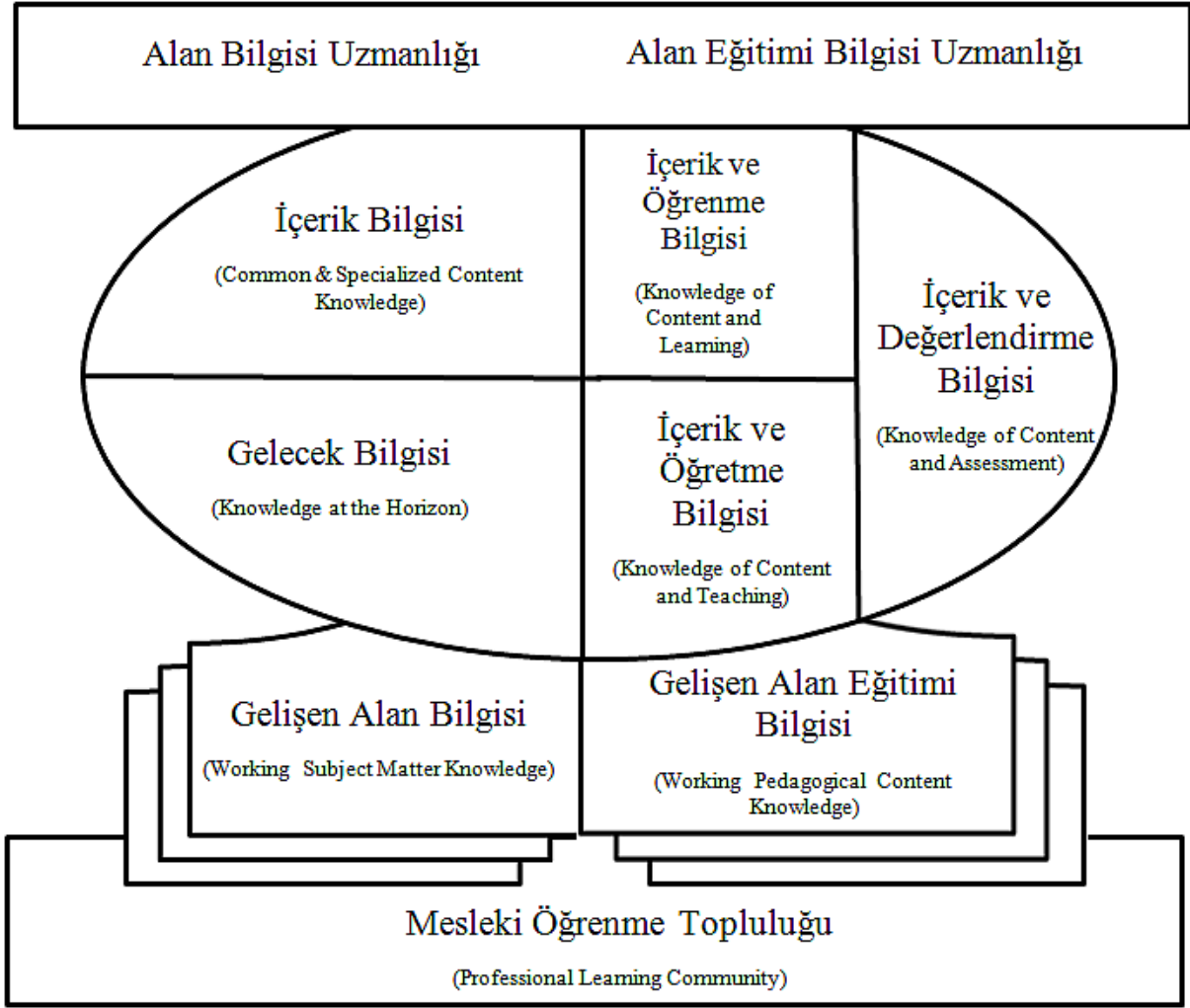
Öğretmen Eğitimi: Öğretmenler Olmasa, Eğitimin Durumu

Araştırmacılar üniversite eğitimleri sürecinde aldıkları derslerde matematiğin uygulama alanları konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını farketmiş olabilir ya da üniversite düzeyinde matematiğin öğrenilmesinin ve öğretilmesinin neden zor olduğu konusunu merak ediyor olabilirler. Örneğin, lineer cebir bu araştırmacıların özellikle ilgi alanlarına girmiş görünüyor:

“...lineer cebir, anatomi, genetik, kimya, fizik, istatistik, bilgisayar teknolojileri, mühendislik, ekonomi gibi farklı disiplinlerde de boy göstermektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar lineer cebirin öğrenilmesinin ve öğretilmesinin zor olduğu yönündedir.” (Birinci, Delice, & Aydın, 2013, p. 57). Başka bir çalışmada fizik alanında yetişen öğretmen adaylarının matematik becerilerinin yetersiz oluşu şu şekilde ifade ediliyor: “...öğretmen adayları araştırma probleminin matematik formülasyonunu, ölçme değerlendirme işlemlerine aktarmakta ve ilişkilendirmekte güçlük çekmektedirler... öğretmen adayları temel matematik bilgilerini geliştirmeye ihtiyaç duymakta ve fen bazlı bilimsel sorgulamada başarı için güçlü bir matematik işlem ve kavram bilgisinin önemi ortaya çıkmaktadır.” (Çorlu & Corlu, 2012, p. 512). Benzer bir araştırma, matematik alanında yetişen öğretmen adaylarının matematik bilgilerini fen deneyleri bağlamında kullanamadıkları sonucuna varıyor (Delice & Aydın, 2007).

Şekil 2’de öğretmen eğitimi konusunda çalışan araştırmacılara bir model önerilmektedir. *Bütünleşik Öğretmenlik Bilgisi* olarak kavramlaştırılan bu model Shulman (1986), Hill, Schilling, & Ball (2004) ve yazarın doktora çalışmaları (Corlu, 2012) ile bu yazıda örneklendirdiği kişisel deneyimlerine dayanmakta ve empirik olarak test edilmeye ihtiyaç duymaktadır. Modeli açıklamak bu yazının kapsamı dışında olmasına rağmen, FeTeMM eğitimi prensiplerini anlatması bakımından yararlı olabilir:

- FeTeMM öğretmeni uzman seviyesinde alan bilgisine sahiptir.
- FeTeMM öğretmeni uzman seviyesinde alan eğitimi bilgisine sahiptir.
- FeTeMM öğretmeni uzmanlık alanı dışında bir başka FeTeMM alanında gelişen bir bilgiye sahiptir. Bu gelişen bilgi hem alan hem de alan eğitiminde, öğretmene etkin bir FeTeMM uygulayıcısı yetisi kazandırır.
- FeTeMM öğretmeni gelişen alanına özgü bilgileri, meslektaşları ile paylaşımlarda bulunarak geliştirir. Bu paylaşımlar sonucu okullarda mesleki öğrenme toplulukları oluşur, zümreler arası işbirliği geliştirilir.



Şekil 2. Bütünleşik Öğretmenlik Bilgisi Yumurtası

Bu konuda son olarak, alan öğretmenliği programlarına öğretmen adayı alınmaması kararı üzerine FeTeMM Çalışma Grubu (Çorlu, 2013) olarak yayımlanan rapordan alıntı yapmak gerekebilir:

9. Fen, teknoloji, mühendislik (tasarım) ve matematik öğretmenliği gibi yakın *alan öğretmeni eğitimi* programları *bütünleşik öğretmenlik bilgisini* destekleyici dersler içermelidir.

10. Benzer branşlardan öğretmen adayları arasında mesleki iletişim ve işbirliği imkanları yaratılmalıdır. (p. 3).

Yüksek Öğretim Seviyesinde FeTeMM: Fen Fakültelerinin Durumu

Fen bilimleri ve mühendislik bölümlerinin öğrenci bulmakta zorlandığı günümüzde, klasik üniversite modeline eleştirel yaklaşan araştırmacılar, yeni paradigmalarda ışığında şu öneride bulunmaktadır: “Disiplinlerarası etkileşimi artırmak için, ilgili disiplinlerin, akademik çalışma ve araştırma bakımından tam anlamıyla entegre olmuş üniversitenin bir parçası haline gelmesinin yolları üzerine dikkatlice düşünülmesi...” (Şimşek & Adıgüzel, 2012, p. 260).

Yüksek öğretim seviyesinde FeTeMM eğitimi konu alan araştırmalar, bu makalede sunulan felsefi bakış açılarından faydalanabilir. Araştırmacılar yüksek öğretim seviyesinde, ders uygulamaları ve etkinliklerinin FeTeMM eğitimi prensiplerine uygunluğunu da değerlendirebilir. Bu araştırmacı (Corlu, 2013), yüksek öğretim seviyesinde sınıf içi gözlemlerde bulunmanın zorluklarının farkında olarak, sadece ders izlencelerini incelediği araştırmasında FeTeMM eğitimi özelinde bir ölçek geliştirme fırsatını bulmuş ve şu sonuca varmıştır: “ABET akreditasyon programı, Avrupa Yüksek Öğretim Alanındaki üniversitelerin Bologna Sürecine uyumları ve iç denetim mekanizmaları geliştirerek FeTeMM eğitime uygun öğretim metotları uygulamaları konusunda öğretim üyelerine

yardımcı bir rol oynayabilir” (p. 6). Önerilen ölçek sadece ders izlenceleri için değil, farklı seviyelerde sınıf içi FeTeMM eğitimi gözlem araştırmalarında uyarlanarak kullanılabilir.

SONUÇ

FeTeMM eğitimi üzerine bilgi üreten araştırmacılar, eğitim politikalarını belirleyen raporlara etki edebilecek özgün değeri yüksek çalışmalarda bulunmalıdır. Araştırmacılar orta-vadede NetLogo, Lego-NXT ve benzeri robotik sistemleri gibi ortamların kullanımı, uzun vadede ise yenilikçi öğrenme ve ölçme-değerlendirme ortamlarının tasarımları konusunda Ar-Ge çalışmaları yürütebilirler. Bu çalışmalarda özellikle kız öğrencilerin FeTeMM alanlarında kariyer sahibi olmaları amaçlanmalıdır. FeTeMM eğitimi çerçevesinde yürütülecek müfredat ve ders kitaplarının içeriklerinin incelenmesi, başlangıç araştırma konuları olarak araştırmacılara alanyazını öğrenmeleri ve araştırma deneyimi kazanmaları için bir fırsat yaratabilir. FeTeMM öğretmeninin özellikleri ve alan öğretmenlerinin eğitimi ülkemiz için kritik öneme sahip araştırma konularındandır ve bu konuda deneyimli araştırmacıların empirik çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak, okullarımızda matematik, fen bilimleri ve teknoloji-tasarım öğretmenleri arasında işbirliğinin artmasını ve öğrencilerin kritik ve yaratıcı düşünce becerilerinin desteklenmesini sağlayacak araştırma-bazlı FeTeMM stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. FeTeMM eğitimi konusunda Türkiye ölçeğine uyarlanan mesleki gelişim materyallerinin hazırlanması, test edilmesi ve sonuçların mesleki ve akademik dergi ve konferanslar vasıtasıyla geniş çerçevede paylaşılması önerilmektedir. FeTeMM eğitimi konusunda çalışan araştırmacıları dergimizi takip etmeye ve çalışmalarını TURJE’ye göndermeye davet ediyorum.

KAYNAKLAR

- Aydın, E., & Delice, A. (2007, November). *Experiences of mathematics student teachers in a series of science experiments*. Paper presented in the 6th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology, Bologna, Italy.
- Capraro, R. M., & Corlu, M. S. (2013). Changing views on assessment for 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. 109-118). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Çorlu, M. A. (2013). *Uzman alan öğretmeni eğitimi modeli ve görüşler* [White paper]. Retrieved January 20, 2014, from <http://fetemm.tstem.com/gorusler>
- Çorlu, M. A., & Corlu, M. S. (2012). Scientific inquiry based professional development models in teacher education. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(1), 514-521.
- 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, Texas.
- Corlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for course syllabi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(4), 2477-2485. doi: 10.12738/estp.2013.4.1903
- Erdogan, N., Corlu, M. S., & Capraro, R. M. (2013). Defining innovation literacy: Do robotics programs help students develop innovation literacy skills? *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 1-9.
- Ferrini-Mundy, J. (2013). *STEM education: The administration's proposed reorganization* (Testimony before the Committee on Science, Space, and Technology U.S. House of Representatives). Retrieved from <http://www.hq.nasa.gov/legislative/hearings/2013%20hearings/6-4-2013%20MUNDY.pdf>
- Hill, H. C., Schilling, S. G., & Ball, D. L. (2004). Developing measures of teachers' mathematics knowledge for teaching. *The Elementary School Journal*, 105(1), 11-30
- Kardes-Birinci, D., Delice, A., & Aydın, E. (2013). Anlamayı anlamak: Matematik eğitimi lisansüstü öğrencilerinin lineer cebir kavramlarını anlamalarının incelenmesi. [Investigating mathematics education graduate students' understanding of linear algebra concepts]. In İ. Güleç, Ö. E. Akgün, & M. Bayrakçı (Eds.), *Proceedings of the VI. Ulusal Lisansüstü Eğitim Sempozyumu*, 55-60.
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action* [Report for Congress]. Retrieved from <http://www.fas.org/sgp/crs/misc/RL33434.pdf>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010). *The OECD innovation strategy: Getting head start on tomorrow* [Executive summary]. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/3/14/45302349.pdf>

- Özel, S., Yetkiner, Z. E., & Capraro, R. M. (2008). Short Reports: Technology in K-12 mathematics classrooms. *School Science and Mathematics Journal*, 108(2), 80-85.
- Şahin, A., Ayar, M.C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1). doi: 10.12738/estp.2014.1.18763.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Şimşek, H., & Adıgüzel, T. (2012). Yükseköğretimde yeni bir üniversite paradigmasına doğru. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 250-261.
- Tekerek, M. (2009). A human robot interaction application for robotic education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2164-2169.