

İnşaat Mühendisliği Eğitiminde STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Uygulamaları

Prof. Dr. İsmail ŞAHİN



İnşaat Mühendisliği Eğitiminde STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Uygulamaları

İsmail Şahin

Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Ulaştırma Anabilim Dalı
34210 Esenler / İstanbul
E-posta(1): sahin@yildiz.edu.tr
E-posta(2): isahin2012@gmail.com
Tel: 212 – 383 51 80

Öz

Bireysel ve toplumsal gereksinimlerin karşılanmasında, karşılaşılan sorunların çözümünde nitelikli insan kaynağı vazgeçilmez bir bileşendir. Bireylerin niteliksel özellikleri görecelidir. Farklı toplumlar bireyelerine farklı nitelikler kazandırılması görüşüne sahip olabilirler. Toplumların farklı kesimleri ya da farklı uluslar yetiştirdikleri insan kaynağının sahip olduğu nitelikler sayesinde refaha kavuşur ya da zaman içinde eriyip/dağılıp kaybolurlar. Yeryüzü ve evrendeki varlığımız ile ilgili olguları bilimsel yaklaşım yöntemiyle açıklama çabası başarılı olmuştur. Doğanın işleyişini anlama ve ilişkilerini açıklama çabasının temelinde bilimsel çıkarım yaklaşımı bulunmaktadır. Bu yaklaşımın analiz ve öngörü kabiliyetleri matematiksel araçlar aracılığıyla hayat bulmuştur. Fen bilimleri ve matematik birlikteliği insanların sorun çözme becerilerinin artmasını sağlamış, bu sayede geliştirilen teknolojik ürünler toplumların ve ulusların kültür ve uygarlık birikimlerine önemli katkılar yapmıştır. Karmaşık mühendislik ürünleri de bu sayede yaratılabilmektedir. Yeni kuşakların eğitimi için önerilen modellerden biri, dört alanı kapsayan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics – Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) modelidir. İlk, orta ve lise öğrenimi için geliştirilen model, üniversite lisans dereceleri için de uygulama alanları bulmakta, eğitim planları bu modele uygun olarak gözden geçirilmektedir. Bu çalışma kapsamında, STEM modelinin mühendislik eğitimi için ne anlam taşıdığı, hangi uygulamaların hayata geçirildiği, potansiyel uygulamaların neler olduğu ve bunlardan ne gibi dersler çıkartılabileceği konularında bilgiler toplanıp değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar sözcükler: Mühendislik eğitimi, bilimsel yaklaşım, STEM modeli, eğitim planları.

Giriş

İnşaat Mühendisliği, çalışma alanlarının çeşitliliği nedeniyle, meslek mensuplarına bu çeşitliliğe uygun bilgi, beceri ve davranışlar kazandırılan bir disiplindir. Geçmişten günümüze gereksinimlerin karşılanmasının bir gereği olarak karşımıza çıkan bilgi, beceri ve davranışlar, sahip oldukları dinamik özellik nedeniyle, gelecek beklentilerini de karşılayacak şekilde güncellenirler. Amerikan İnşaat Mühendisleri Birliği'nin (ASCE) “2025 Yılı İnşaat Mühendisliği için Vizyon” adlı raporunda, gelecekte karşılaşılabilecek sorunların üstesinden gelebilecek bir İnşaat Mühendisinin, sahip olması

gereken bilgi, beceri ve nitelikler ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir (İMO, 2014). Buna göre;

1. *İnşaat mühendisi bilgilidir. Dolayısıyla (mesleğin gerektirdiği) alanlardaki teorileri, prensipleri ve temel kuralları çok iyi anlamalıdır.*
2. *İnşaat Mühendisi beceriklidir. Dolayısıyla (mesleğini icra etmenin) yollarını iyi bilmelidir.*
3. *İnşaat mühendisi, mesleğin etkin bir biçimde uygulanmasını sağlayacak niteliklerde (davranış biçimlerine sahip) olmalıdır.*

Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği (MÜDEK), ülkemizdeki çeşitli mühendislik eğitim programları için akreditasyon, değerlendirme ve bilgilendirme çalışmaları yaparak, Türkiye’de mühendislik eğitimi kalitesinin yükseltilmesine katkıda bulunmak amacıyla faaliyet gösteren bir bağımsız kuruluştur. İnşaat Mühendisliği lisans programlarında mezuniyet aşamasına gelen öğrencilerin sahip olması beklenen özelliklerin, MÜDEK tarafından tespit edilen asgari program çıktıları (i-xi) ile uyumlu olması beklenmektedir. MÜDEK asgari çıktıları (Sürüm 2.1), tanımlanan program eğitim amaçlarına erişebilmek için mezunların sahip olması gereken bilgi, beceri ve davranış bileşenlerinin bir listesidir (MÜDEK, 2014). MÜDEK çıktı listesi yukarıda değinilen Vizyon Raporu’nda (İMO, 2014) belirtilen özelliklerle büyük ölçüde örtüşmektedir.

Genelde mühendislik, özelde İnşaat Mühendisliği için yürütülen gelecek çalışmaları, geçmişten farklı olarak, eğitim beklentilerini kısmen farklı bir mecraya çekmektedir. Bu mecrada “*yenilikçilik*” ve “*yaratıcılık*” iki önemli kişisel özellik (beceri) olarak öne çıkmaktadır. Bu yaklaşım Batı dünyasında STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) kısa adıyla tanımlanan Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitim bileşenlerinin öne çıktığı eğitim sistemini karşımıza çıkarmaktadır.

STEM ile Şimdiki Eğitim Uygulamalarının İlişkisi

STEM eğitimi, öğrencilerin problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakmasını, bütüncül bir eğitim yaklaşımıyla bilgi ve beceri kazanmasını hedefler. Böylece, problemlere farklı yönleriyle bakıp çözümler üretebilme, sistemli ve yaratıcı düşünebilme, ayrıca sorgulama, araştırma yapma, ürün geliştirme, buluş yapma ve tasarım konularında becerilerin geliştirilmesi amaçlanır. STEM eğitimi, okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar tüm eğitim sürecini kapsayan disiplinler arası bir yaklaşım olarak kabul edilmiştir (MEB, 2016).

STEM disiplinlerinin (alanlarının) tanımı şöyledir (Honey ve diğ., 2014).

Fen (bilimleri), doğal dünyaya ilişkin çalışmalar olup, fizik, kimya ve biyolojiyle ilgili doğa yasaları ile bu disiplinlere ilişkin olguların, ilkelerin ve kavramların işlem ya da uygulamasını kapsar. Fen, zaman içinde sağlanan bilgi birikiminin bütünü ve bir süreç olup, bunlardan ikincisi yeni bilgilerin üretilmesine yol açan bilimsel sorgulamadır. Fen bilimlerinden elde edilen bilgi, mühendislikteki tasarım sürecine yön verir.

Teknoloji, dar anlamda bir disiplin olmamakla birlikte, teknolojik olsun ya da olmasın eserlerin yaratılması ve işletilmesi için gerekli olan insan, organizasyon, bilgi, süreç ve araçların bütüncül sisteminden oluşur. İnsanlar tarih boyunca istek ve ihtiyaçlarını

karşılama amacıyla teknoloji yaratmışlardır. Modern teknolojinin çoğu bilimin ve mühendisliğin ürünü olup, teknolojik araçlar her iki alanda da kullanılır.

Mühendislik, hem insan yapımı ürünlerin tasarımı ve yaratılmasıyla ilgili bilgi birikimi sağlamaya hem de sorunları çözmeye yarayan bir süreçtir. Bu süreç, kısıtlar altında tasarım yapmaktır. Mühendislik tasarımındaki kısıtlardan biri doğanın yasaları, yani bilimdir. Diğer kısıtlar, zaman, para, kullanılabilir malzeme, ergonomi, çevreyle ilgili düzenlemeler, üretilebilirlik ve yenilenebilirliktir. Mühendislik, bilim ve matematikteki kavramlarla birlikte teknolojik araçlardan da yararlanır.

Matematik, miktarlar, sayılar ve uzay arasındaki düzenler ve ilişkiler hakkındaki çalışmalardır. Bilimin aksine (bilimde, varsayımların/iddiaların kabul ya da reddedilmesi için deneysel kanıt aranır), matematikteki varsayımlar/iddialar belirli bir temel kabule dayanan mantıksal argümanlar aracılığıyla kabul edilirler. Mantıksal argümanların kendileri varsayımlarla/iddialarla birlikte matematiğin bileşenleridirler. Bilimde olduğu gibi, matematikteki bilgi birikimi artmaya devam etmektedir; ancak, bilimin aksine, temeldeki kabuller değişmediği sürece, matematikteki bilgi geçersiz olmaz. Anaokulundan liseye kadar okutulan matematik konuları arasında, sayılar ve aritmetik, cebir, fonksiyonlar, geometri, istatistik ve olasılık bulunmaktadır. Matematik; bilim, mühendislik ve teknolojide kullanılır.

STEM Disiplinleri ve MÜDEK Çıktıları Arasındaki İlişkiler

Ülkemizdeki mühendislik programlarının akreditasyonu (tanınırılığı) Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından yetkilendirilen MÜDEK tarafından sağlanmaktadır. MÜDEK çıktıları, mühendislik öğrencilerinin mezun oluncaya kadar sahip olmaları gereken bilgi, beceri ve davranış özelliklerini tanımlar. STEM disiplinleri ile örtüşen MÜDEK çıktıları aşağıda değerlendirilmiştir.

STEM disiplini – Fen (bilimleri)

MÜDEK Çıktı i: Matematik, fen bilimleri ve ilgili mühendislik disiplinine özgü konularda yeterli bilgi birikimi; bu alanlardaki kuramsal ve uygulamalı bilgileri, karmaşık mühendislik problemlerinde kullanabilme becerisi.

MÜDEK Çıktı ii: Karmaşık mühendislik problemlerini saptama, tanımlama, formüle etme ve çözme becerisi; bu amaçla uygun analiz ve modelleme yöntemlerini seçme ve uygulama becerisi.

STEM disiplini – Teknoloji

MÜDEK Çıktı iv: Mühendislik uygulamalarında karşılaşılan karmaşık problemlerin analizi ve çözümü için gerekli olan modern teknik ve araçları geliştirme, seçme ve kullanma becerisi; bilişim teknolojilerini etkin bir şekilde kullanma becerisi.

MÜDEK Çıktı viii: Yaşam boyu öğrenmenin gerekliliği bilinci; bilgiye erişebilme, bilim ve teknolojideki gelişmeleri izleme ve kendini sürekli yenileme becerisi.

STEM disiplini – Mühendislik

MÜDEK Çıktı iii: Karmaşık bir sistemi, süreci, cihazı veya ürünü gerçekçi kısıtlar ve koşullar altında, belirli gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlama becerisi; bu amaçla modern tasarım yöntemlerini uygulama becerisi.

MÜDEK Çıktı v: Karmaşık mühendislik problemlerinin veya disipline özgü araştırma konularının incelenmesi için deney tasarlama, deney yapma, veri toplama, sonuçları analiz etme ve yorumlama becerisi.

MÜDEK Çıktı vi: Disiplin içi ve çok disiplinli takımlarda etkin biçimde çalışabilme becerisi; bireysel çalışma becerisi.

MÜDEK Çıktı xi: Mühendislik uygulamalarının evrensel ve toplumsal boyutlarda sağlık, çevre ve güvenlik üzerindeki etkileri ve çağın mühendislik alanına yansıyan sorunları hakkında bilgi; mühendislik çözümlerinin hukuksal sonuçları konusunda farkındalık.

STEM disiplini – Matematik

MÜDEK Çıktı i: Matematik, fen bilimleri ve ilgili mühendislik disiplinine özgü konularda yeterli bilgi birikimi; bu alanlardaki kuramsal ve uygulamalı bilgileri, karmaşık mühendislik problemlerinde kullanabilme becerisi.

MÜDEK Çıktı ii: Karmaşık mühendislik problemlerini saptama, tanımlama, formüle etme ve çözme becerisi; bu amaçla uygun analiz ve modelleme yöntemlerini seçme ve uygulama becerisi.

STEM Eğitimi Ne Getiriyor?

İnşaat Mühendisliği, diğer mühendislikler gibi, STEM disiplinleri arasında bulunmaktadır (Koonce, 2011). Mevcut eğitim uygulamaları ile STEM disiplinleri arasında yakın bir ilişki bulunduğu bir önceki bölümde değinilmişti. STEM disiplinleri kapsamında bazı yenilikçi uygulamalar da bulunmaktadır.

USA (2012) raporuna göre, öğrencilere araştırma olanağı tanımak ve öğretim uygulamalarını iyileştirmek, öğrencilerin STEM konularına yönelmelerini teşvik etmektedir. Rapor, daha fazla STEM disiplini mezunu vermenin, ülkenin ekonomik ve sosyal refahı için en düşük maliyetli ve en hızlı politik araç olduğunu söylemektedir. Raporun politika önerileri arasında şunlar sıralanmaktadır:

1) Geçerliliği deneysel olarak kanıtlanan öğretim uygulamaları yaygın biçimde sahiplenilerek uygulanmalıdır. Geleneksel ders işleme yöntemiyle karşılaştırıldığında, öğrencileri aktif katılımcı olarak sürece dâhil eden sınıf yaklaşımları, öğrenilen konuların kalıcı olmasını sağlar, eleştirel düşünme becerilerini geliştirir ve öğrencilerin STEM disiplinine yönelik ilgilerini belirgin bir şekilde artırır. Bilişsel beceriler üzerine yapılan ilgili araştırmalar, tatminkâr öğrenmenin; öğrencinin bilgiyi bağımsız veya ekip içinde seçtiği, düzenlediği ve bütünleştirdiği, ayrıca kendi öğrenmesini kontrol edebildiği zaman gerçekleştiğini göstermektedir (NAP, 2014). Örneğin, **aktif öğrenme** yöntemiyle işlenen bir fizik dersindeki öğrencilerin başarı düzeyinin, sınav sonuçlarına göre, klasik yönteme kıyasla iki kat daha yüksek olduğu görülmüştür. STEM öğretim elemanları, deneysel öğrenme araştırmalarından derlenmiş kanıtlarla ve STEM dersleri için uygulanan öğretimi değerlendirme sonuçlarıyla desteklenmiş öğretim yöntemlerini uyarlamalıdır. Bu **kanıt temelli** öğretim yöntemleri, geleneksel yöntemlerden daha çok kaynak kullanmayı gerektirmemektedir; ancak, öğretim elemanlarının bu yöntemin gerektirdiği tekniklere ve araçlara aşina olmaları gerekmektedir (USA, 2012).

2) Standart laboratuvar derslerinin **buluş temelli** araştırma dersleriyle değiştirilmesi savunulmalı ve desteklenmelidir. Günümüzdeki öğrenme rejimleri (aktif öğrenme dâhil), öğrencilere çoğunlukla klasik deneyleri tekrar ettirmektedir. Bunların yerine, öğrencileri gerçek buluş yapma şansı ve heyecanıyla baş başa bırakan zorlayıcı deneyler tercih edilmelidir. Eğitim modeli, araştırma ve tasarım derslerinin arttırılmasını desteklemeli ve öğrencilerin araştırma laboratuvarlarında araştırma ve tasarım yapma olanaklarının genişletilmesine izin vermelidir (USA, 2012).

STEM tabanlı lisans eğitiminde araştırma, mevcut uygulamaları ve gelişmeye açık olmasıyla farklılıklar gösteren karmaşık bir yapıdadır. Öğrencilerin araştırma sürecine katılımı, eğitim ortamının koşullarına da bağlı olarak, çeşitli biçimlerde gerçekleşebilmektedir. Lisans araştırma deneyimleri (UREs-Undergraduate Research Experiences) aşağıda sıralanan özelliklere sahip olup, deneyimler arasındaki farklılıklar, bu özelliklerin ne düzeyde bulunduğuyla bağlıdır (NAP, 2017):

- Deneyimler, öğrencileri araştırma uygulamalarına dâhil eder ve kanıt temelli tartışma becerisi kazandırır.
- Deneyimler, buluş ve yenilik yaparak yeni bilgiler üretmeyi ya da elde edilen ilk sonuçların yinelenip yinelenmediğini belirlemeyi amaçlar.
- Deneyimler, STEM araştırmacılarını ilgilendiren uygun ve anlamlı problemler üzerinde odaklanırlar, bazı durumlarda daha geniş toplulukların (kamuoyu gibi) ilgisi de dikkate alınır.
- Deneyimlerde, işbirliği ve takım çalışması yapılması gerekir ve beklenir.
- Deneyimlerde, deneysel tasarımın, deneysel problemin veya elde edilen verilerin iteratif şekilde hassaslaştırılması/iyileştirilmesi bulunur.
- Deneyimler, öğrencilerin belirli araştırma tekniklerinde ustalaşmasını sağlar.
- Deneyimler, öğrencilerin araştırılan sorunlara ve bu sorunlarla ilgili çalışmalara derinlemesine katılımlarına yardım eder.
- Deneyimler, yayınlar veya çeşitli STEM ortamlarında yapılan sunumlar aracılığıyla sonuçların paylaşılmasını gerektirir.
- Deneyimler, bir danışman tarafından yapılandırılır ve onun rehberliğinde yürütülür; ancak, zaman içinde öğrencilerin projenin bazı kısımlarını artan düzeyde sahiplenmesi beklenir.

Buluş temelli araştırma ileri düzeyde bir aktif öğrenme stratejisidir. Bu strateji, öğrencilere bilim yaparak bilimi öğretmektedir (NAP, 2015).

3) Öğrenciler yükseköğrenime yeterli bir matematik altyapısına sahip olarak başlamalıdır. Üniversite düzeyindeki matematik, hatta artan oranda bilgisayar programlama becerileri, diğer STEM alanlarına bir geçit konumundadır. Üniversitelerdeki matematik müfredatı, **matematikçi olmayan** bilim insanları ve mühendisler tarafından geliştirilmeli ve öğretilmelidir. Üniversite öncesi matematik öğretmenleri de, matematik kökenli olmayan fen bilim ve mühendislik mezunları arasından seçilmelidir (USA, 2012).

4) STEM kariyeri yapılması konusunda çeşitli toplum kesimleri teşvik edilmelidir. Özellikle kadınların mühendislik disiplinlerine yönelmeleri için çaba harcanmalıdır (USA, 2012).

Sonuçlar ve Öneriler

Toplumların geleceğe dönük gereksinimlerini karşılayacak insan kaynağının sahip olması gereken özelliklerini bilmesi ve buna uygun eğitim ve öğretim gerçekleştirmesi gerekmektedir. Teknoloji ve mühendislik alanındaki gelişmeler, fen bilimleri ve matematiği kullanarak, yenilikçi ve yaratıcı ürünler/çözümler geliştirmeyi kolaylaştırmaktadır. Yenilikçilik ve yaratıcılık STEM için iki önemli kişisel özelliktir. Mühendislik öğrenimi görenlerin STEM alanlarında kazandıkları bilgi ve becerilerini kullanarak, toplumsal gereksinimlerin karşılanması noktasında hizmet etmesi beklenmektedir. Geleneksel mühendislik öğretiminden farklı olarak, STEM alanlarında öğrenciler, öğrenme sürecine aktif olarak katılmakta ve araştırma süreçlerini yaşayarak öğrenmekte, böylece yenilikçi ve yaratıcı çözümler üretebilme potansiyellerini arttırabilmektedirler. Bu potansiyel artışı toplumların sorunlarına çağdaş çözümler bulması yolunda önemsenmesi gereken bir kazanımdır. Ülkemizdeki İnşaat Mühendisliği (ve diğer) lisans programlarının zaman yitirmeden bu ve benzeri öğretim yaklaşımlarını ve yöntemlerini, pilot uygulamalarla hayata geçirmeye başlaması ve elde edilen sonuçları toplumla paylaşması gerekmektedir.

Kaynaklar

Honey, M., G. Pearson, H. Schweingruber (Editörler) (2014) STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Committee on Integrated STEM Education; National Academy of Engineering; National Research Council, USA.

İMO (2014) İnşaat Mühendisliği Eğitimi Vizyon Raporu 2014. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İnşaat Mühendisliği Eğitimi Kurulu (İMEK), Ankara.

Koonce, D.A., J. Zhou, C.D. Anderson, D.A. Hening, V.M. Conley (2011) What is STEM? ASEE Annual Conference & Exposition, Presented at Public Policy in Engineering Education, American Society for Engineering Education, USA.

MEB (2016) STEM Eğitimi Raporu. Millî Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara.

MÜDEK (2014) Mühendislik Lisans Programları Değerlendirme Ölçütleri (Sürüm 2.1 - 23.12.2014). Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği (MÜDEK), İstanbul.

NAP (2014) Reaching Students: What Research Says About Effective Instruction in Undergraduate Science and Engineering. The National Academies Press, National Academy of Sciences, ISBN 978-0-309-30043-8, USA.

NAP (2015) Integrating Discovery-Based Research into the Undergraduate Curriculum: Report of a Convocation. The National Academies Press, National Academy of Sciences, ISBN 978-0-309-38089-8, DOI: 10.17226/21851, USA.

NAP (2017) Undergraduate Research Experiences for STEM Students: Successes, Challenges, and Opportunities. The National Academies Press, National Academy of Sciences, ISBN 978-0-309-45280-9, DOI: 10.17226/24622, USA.

USA (2012) Engage to Excel: Producing one million additional college graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics. A Report by the President's Council of Advisors on Science and Technology, February 7, USA.