



Mühendislik Eğitiminde Disiplinlerarası Yaklaşımlar

Mustafa Serdar KARAKAŞ*1, Adnan ÇALIK

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği, 32260, Isparta

Anahtar Kelimeler

Mühendislik eğitimi
Disiplinlerarası
Teknoloji
Karma disiplin

Özet: Disiplinlerarası mühendislik konularında ve çok kültürlü koşullar altında çalışacak mezunların yetiştirilebilmesi için mühendislik eğitiminin farklı disiplinleri kapsayacak bir temel üzerine inşa edilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bir mühendislik programı birkaç farklı disiplin tarafından desteklendiğinde mühendislik eğitiminde hem akademik kaynakların entegrasyonu geliştirilmiş olacaktır, hem de kalitenin ve verimliliğinin artırılması sağlanmış olacaktır. Bu yazıda karma disiplin destekli mühendislik eğitimi için akademik kurumlardaki mühendislik eğitiminin geliştirilmesine yönelik olarak oluşturulan yeni yaklaşımlar sunulmuş ve eğitim yapıları ile ilgili bazı özellikler incelenmiştir. Söz konusu yaklaşımların mühendislik eğitimi geliştireceği ve toplumun beklentilerine ve ihtiyaçlarına daha çabuk tepki verilebilmesini sağlayacağı öngörülmektedir.

Interdisciplinary Approaches in Engineering Education

Keywords

Engineering education
Interdisciplinary
Technology
Multiple disciplines

Abstract: In order to prepare graduates for work in cross-disciplinary and multicultural environments, it has become almost essential for engineering education to be founded on the base of multiple disciplines. When an engineering program is supported by a number of disciplines, academic resources are much better integrated, and a general improvement in both the quality and efficiency of engineering education can be achieved. In this study, various new methods and solutions for developing engineering education in academic institutions have been examined and various properties of the related training structures have been compared. This paper shows that such approaches for developing engineering education can respond and adapt more quickly to the needs and expectations of the society.

1. Giriş

2000'li yıllarda rastgele seçilen bir mühendislik dersi sınıfına adım attığımızda gördüklerimiz, büyük olasılıkla 1980 veya 1950 yılında görülenden çok farklı olmayacaktır. Öğretim üyesi sınıfın önünde durarak notlarına kopyaladığı türetilmiş bir bağıntıyı tahta üzerine yazar ve yazdığını yüksek sesle tekrarlar. Öğrenciler, pasif olarak sınıfta otururlar, tahtadaki ifadeleri kopyalarlar, başka derse ait ödev üzerinde çalışırlar veya hayal kurarlar. Arada bir öğretim üyesi soru sorduğunda, en ön sıradaki öğrenciler cevap verme zorunluluğu hissederek belki yanıt verebilirler, diğer öğrenciler ise öğretim üyesi ile göz temasından kaçınarak bu sıkıntılı durumu geçirmeye çalışırlar. Öğrencilere dersin sonunda öğretim üyesinin çözdüğü örneklerdekine benzer işlem gerektiren ödevler verilir. Bir sonraki ders de hemen hemen aynıdır, ve sonraki dersler de yine benzer şekilde devam eder (Rugarcia vd., 2000).

Fakat 30 yıl öncesine nazaran elbette ki birtakım farklılıklar vardır. Ev ödevleri günümüzde sürgülü hesap cetvelleri yerine hesap makineleri ile çözülmekte, hatta bazı ödevler bilgisayarlar üzerinde çeşitli yazılımlar kullanılarak çözülmektedir. Günümüzde tahta yeşil veya beyazdır ve ek olarak tepegöz veya projektör kullanılabilir. Kullanılan matematik daha karmaşıktır ve grafiksel çözümler (iki boyutlu veya üç boyutlu) daha olasıdır. Klasik teknik resim dersi günümüz mühendislik ve mimarlık bölümlerinde halen mevcut olmakla birlikte, bilgisayarlı teknik çizim dersleri bu derse ek olarak okutulmaktadır.

Tüm bu değişimlere karşın, son yarım yüzyılda mühendislik eğitimi üzerine yazılan makale ve bildirilerde yer alan konuların ve önerilen değişikliklerin dersliklere veya ders kitaplarına istenen ölçüde geçemediğini görmekteyiz. Kurumlar ve işverenler ise mühendislik eğitimi mezunlarının

* İlgili yazar: serdarkarakas@sdu.edu.tr

profesyonel anlayıştan yoksun olmalarından, iletişim ve ekip çalışması konularındaki kabiliyetlerinin yetersizliğinden yakınmaktadır. Ancak son yıllarda ABET (United States Accreditation Board for Engineering and Technology – Amerika Birleşik Devletleri Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu) ve MÜDEK (Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği) gibi akreditasyon kurumları, mühendislik öğrencilerinin bilgi, beceri ve profesyonel değerlerinin geliştirilmesinde mühendislik okullarının sorumlu tutulmasını önermektedir.

Mühendislik bölümü mezunlarına bilim, matematik ve mühendislik konularında sağlam bir altyapı kazandırılmasının yanında aynı zamanda iletişim, disiplinlerarası işbirliği, yaşam boyu öğrenme ve sosyal ve etik anlayışa sahip olmalarına yönelik uluslararası düzeyde bir çaba mevcuttur. ABET'in belirlediği "Mühendislik Kriterleri 2000", mühendislik eğitimi veren programların geliştirilmesi gereken özellikleri listelemektedir ve aşağıda özetlenmiştir (Memon vd., 2009):

- Matematik, fen ve mühendislik bilgilerini uygulama yeteneği,
- Deney tasarlama, deney yapma ve veri yorumlama yeteneği,
- İstenen özelliklerdeki sistemi, bileşenlerini veya çözüm yöntemlerini tasarlama ve hazırlama yeteneği,
- Disiplinlerarası ekiplerde çalışabilme yeteneği,
- Mühendislik problemlerini tanımlama, modelleme ve çözme yeteneği,
- Profesyonel ve etik sorumlulukların farkında olma yeteneği,
- Etkin iletişim yeteneği,
- Mühendisliğin küresel ve toplumsal etkisini kavrayabilme yeteneği,
- Yaşam boyu öğrenmeyi benimseme yeteneği,
- Güncel konular ve kurallar ile ilgili bilgi edinebilme yeteneği,
- Mühendislik uygulamaları için gerekli teknikleri, becerileri ve modern mühendislik araçlarını kullanma yeteneği.

Bilim keşfetme ve bilgi yaratma sürecidir. Mühendisler de bu süreçte rol alır; fakat onlar, şimdiye kadar hiç olmayanı yaratmak için bilginin ve değişim yaratacak fikirlerin, cihazların ve sistemlerinin yenilikçi bir biçimde kullanılmasından ve uygulanmasından sorumludurlar. Mühendislik eğitiminin amacı, öğrencilere çağdaş temel bilim ve mühendislik bilgilerini aktarmanın yanında yaratıcılığı, araştırma tekniklerini, bir problemi kendi kendine çözme yöntemlerini öğretmektir. Günümüzün hızla gelişen teknoloji dünyasında bilgi üretimi kadar, bilgiye erişme ve onu kullanma yöntemleri de önemlidir.

Mühendislik bilimi mühendis zihninin kritik bir bileşenidir; ancak günümüzde mühendislik, kendi bilimine odaklı konular arasında köprü kurma hedefinden uzaklaşmaya başlamıştır. Mühendisliğin entelektüel gelişimi ve toplumun sağlıklı gelişimi için en güncel bilginin en verimli şekilde eğitim-öğretime dahil edilmesi gerekmektedir.

Mühendislik eğitimi mezunlarının çoğunun imalat endüstrisinde çalışmasından dolayı mühendislik eğitiminde bir reforma ihtiyaç vardır. Dünyada imalat endüstrisinin gelişimindeki yeni eğilimler, dünya çapında rekabet olarak değerlendirilebilir: teknolojinin iletişim ve ulaştırma alanlarındaki gelişimi, çok uluslu şirketlerin dünyanın hemen her yerinde iş yapmasını sağlamıştır. Diğer yandan dünyanın pek çok köşesindeki küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin (KOBİ'lerin) de İnternet'in sunduğu olanaklar ile benzer iş olanaklarına yönelik çalıştığı görülmektedir. Geçmişe kıyasla imalat sistemleri günümüzde daha karmaşık ve daha uluslararası hale gelmiştir.

İmalat endüstrilerindeki bu yeni değişimler sebebiyle çalışanların ve bilhassa mühendislerin yeni imalat ortamında çalışabilme yeteneklerini geliştirmeleri gerekmektedir. Piyasadaki fırsatları yakalayabilmek için kendi şirket imkanlarını veya başka şirketlerin imkanlarını kullanabilmeyi, globalleşme sonucunda oluşan kültürel ve bölgesel değişimleri çalıştıkları projelerde gözönüne almayı ve aynı zamanda tüm mühendislik faaliyetlerini çevreye duyarlı tutmayı başarabilmeleri gerekmektedir (Crofton, 2000; Ye, 2010).

Tek bir disiplin tarafından desteklenen geleneksel bir mühendislik programı günümüzde önemli zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Mühendislerin farklı disiplinleri kapsayan bir ortama uygun olarak, karmaşık ve kapsamlı mühendislik sorunlarını çözebilecek becerileri kazanabilecek şekilde eğitilmeleri gerekmektedir. Mühendislik eğitiminin bilgi, kavrama, analiz ve sentez düzeyinde öğretilmesi yeterli olmamakta, mutlaka değerlendirme düzeyinde bir eğitim de gerekmektedir. Bu nedenle disiplinlerarası desteğe sahip modern bir mühendislik eğitimi için yeni bir organizasyon yapısının oluşturulması son derece önemlidir.

2. Modern Mühendislik Eğitiminde Karşılaşılan Problemler ve Zorluklar

Günümüzde mühendislerin çok kültürlü ortamlarda farklı bölgelerden insanlarla birlikte uyum içinde çalışabilmeleri gerekmektedir. Bu konu hakkında pek çok bilimsel çalışma mevcuttur. Bidanda ve arkadaşları (2006), mühendislik endüstrilerinin fonksiyonlarının ve işlerinin sınırötesi (deniz aşırı) konulara dış kaynaklara (taşeron) yaptırılmalarının günümüz mühendislik kariyerlerini önemli ölçüde etkilediğini ifade etmiştir. Bir sonraki neslin

mühendislerinin değişik kültürler arasında kusursuz bir biçimde çalışabilmesi, mükemmel iletişim kabiliyetlerine sahip olması, proje yönetimi, ulaştırma ve sistem entegrasyonu gibi konularda bilgi sahibi olması gerekmektedir. İmalat endüstrilerini ihraç eden ülkelerde bu sonuca ulaşılmıştır; ancak bu sonucun imalat endüstrisini dışarıdan ithal eden ülkeler için de geçerli olacağı tahmin edilebilir. Kinkel ve Maloca (2009) Alman şirketlerinde dış kaynak kullanma (ortak teşebbüs) faaliyetlerinin yaklaşık %17'sinin 4,5 yıl gibi bir süre sonunda sahile dönüş faaliyetiyle sonlandığını belirtmiştir. Sahile dönüş faaliyetlerini tetikleyen en önemli unsurlar esneklikteki yetersizlikler, uluslararası ihtiyaca karşılık verememe ve dış ülkedeki kalite sorunlarıdır. Bu sonuç, imalat sistemlerinde çalışan personele ait kültürlerarası sorunlara işaret etmektedir. Wang ve arkadaşları (2012), çok uluslu şirketlerin dış yatırımlarının hedef bölgedeki girişimci kültürü ve kaynakları ile yakından ilgili olduğunu bulmuştur. Ancak kültürlerarası ekonomik faaliyetlerde karşılaşılan birtakım zorluklar vardır. Hahn ve Bunyaratavej (2010) kültürün etkisini vurgulamış, bir toplumun kültürünün küresel imalat üzerinde ve ortak teşebbüs faaliyetleri üzerinde ne derecede önemli bir etkisinin olduğunu örneklerle kanıtlamıştır.

Küreselleşme çağında mühendislerin teknolojik olmayan konuları da anlamaları ve bu konularla ilgilenmeleri gerekmektedir. Mühendislik sistemi, teknoloji, yönetim ve personelin birleşmiş hali olarak görülebilir. Lozano (2010), mühendislik ortamlarında en önemli problemlerden birinin sürdürülebilir kalkınma olduğunu ve çağdaş mühendislik derslerinde bu konunun işlenmesinin gerektiğini bazı örnek uygulamalarla göstermiştir.

Üzerinde durulması gereken bir diğer konu ise mühendislik etiğidir. Shallcross ve Parkinson (2006), kimya mühendisliği lisans müfredatı için endüstriyel kimya mühendisliği ortamlarında etik problemler oluşturan üç farklı senaryo örneği sunmuştur. Bu senaryoların öğrencilerin ilgisini çektiği ve öğrencileri farklı düşünmeye teşvik ettiği görülmüştür. Zavbi ve Tavcar (2005), bir örnek uygulama ile derslerde modern iletişim teknikleri kullanılarak karma disiplinli ve çok uluslu ekiplerin nasıl kurulabileceğini göstermiştir. Bu tür derslerin coğrafi/örgütsel/kültürel farklılığa sahip insan kaynakları arasında işbirliğini teşvik ettiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu tür derslerin/programların bazı basamaklı anlayışları azaltabileceği ve işbirliklerinde karşılaşılan zorlukların daha iyi benimsenmesini sağlayacağı öngörülmektedir.

Bütün bu çalışmalar, modern mühendislerin gerçek mühendislik ortamlarında sadece kendi bilgi ve becerileri ile sınırlı olamayacaklarını ve bu ortamlarda disiplinlerarası yöntemlerle sonuç üretmelerinin gerekeceğine işaret etmektedir. Elbette

ki hızlı gelişen ülkelerdeki mühendislik eğitiminde daha büyük zorluklarla karşılaşılabilir.

3. Modern Mühendislik Eğitimi İçin Yeni Bir Organizasyon Yapısı

Eğitim-öğretim içeriğindeki reformlar, laboratuvar olanakları ve öğretim metodolojisi araştırmacıların ve eğitimcilerin ilgisini çekmektedir. Ancak mühendislik eğitimindeki organizasyon yapısı üzerinde yeterince durulmadığı anlaşılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin pek çoğunda mühendislik eğitimi fakülteler yada disiplinler tarafından verilmektedir. Bunlarda her program belirli bir disipline bağlıdır ve "ortak dersler" olarak tanımlanan İngilizce, matematik gibi derslerin haricindeki derslerin pek çoğu o disipline ait akademik personel tarafından verilmektedir. Bu tür bir organizasyon yapısında derslerin değişik fakülteler tarafından paylaşılması güçtür zira her program belirli bir fakülteye bağlıdır ve o fakülte de belirli bir akademik disiplin temelinde oluşturulmuştur. Tek bir disiplinindeki akademik personelin öğrencilere disiplinlerarası bilgi aktarması genellikle olanak dışıdır. Bu tür bir organizasyon ile verilen eğitim öğrenciler için soyut kalmakta, öğrencilerin karmaşık ve karma disiplinli mühendislik problemlerinde çözüm üretmesine engel olmaktadır.

Bahsedilen problemlerin çözümünde izlenecek yollardan biri, üniversitelerde programlar ve disiplinler arasındaki direkt bağları kırarak mühendislik eğitiminin organizasyon yapısını yeniden biçimlendirmektir. Bir program birçok değişik dersten meydana geldiği için, mühendislik eğitiminde daha açık bir felsefeye gidilmelidir. Disiplinlerin veya fakültelerin, programlar üzerindeki hakimiyeti azaltılmalı ve programlar üniversite düzeyinde yönetilmelidir. Bir fakülte, yalnızca kendi disiplini ile ilgili programlara ders sağlamalıdır. Bu dersler fakülte için önemlidir ve fakültenin değişik programlara katkısının göstergesidir.

Karma disiplinli mühendislik eğitimi için yeni bir akademik organizasyon biçimi önerilmektedir. Bu organizasyon yapısında bir programı destekleyen akademik kaynakların tümü, farklı pek çok disiplin tarafından (verilen dersler ile) karşılanmaktadır. Tanım olarak disiplin, araştırma ve eğitim için genellikle kapsamı dar olan bir çalışma alanıdır. Fakülte ise aynı disiplin üzerinde çalışan akademik personel topluluğudur. Program ise önerilen organizasyon yapısında disiplinlerarasıdır ve farklı fakültelerin veya okulların kaynakları kullanılarak geliştirilir (Ye, 2010).

Günümüzde bu organizasyon yapısı bazı üniversitelerde uygulanmaktadır, özellikle gelişmiş ülkelerdeki örnekleri yaygındır. Türkiye'de pek çok üniversitenin "eğitimde yeniden yapılanma süreci"

kapsamında lisans öğretim programlarındaki derslerinin en az %25'ini seçmeli ders haline getirilmesinin temelinde yatan amaç da aslında bu yeni organizasyon yapısına geçmektir. Açıklanan organizasyon yapısı ile teknolojiadaki yeni eğilimlerin daha kolay ve daha etkin bir biçimde programlara uyarlanabileceği öngörülmektedir.

4. Tartışma

Önerilen organizasyon yapısının günümüzde bir dereceye kadar da olsa bazı uygulamaları mevcuttur. Bir örnek olarak mekatronik mühendisliği programı pek çok gelişmekte olan ülkede mevcuttur. Bu programı kurmanın iki yolu mevcuttur. Birinci yol, bölümün makina mühendisliği bünyesinde kurularak ilave derslerin oluşturulması veya bazı derslerin yeniden düzenlenmesi ile. Bu durumda program makina mühendisliği disiplini tarafından yönetilir ve yeni derslerin geliştirilmesi için ilave laboratuvarların kurulması ve yeni öğretim üyelerinin bulunması gerekir.

Tüm bu süreçler zaman alıcıdır ve masraflıdır. Programı oluşturmanın ikinci yolu ise makina mühendisliği disiplini ile elektrik-elektronik mühendisliği disiplininin akademik kaynaklarını birbiri ile entegre edilmesidir. Bu durumda program, her iki disiplin tarafından ortak yönetilir ve yeni kaynak ihtiyacı büyük ölçüde azaltılmış olur.

Bir diğer örnek ise imalat mühendisliğidir. İmalat mühendisliği disiplini makine mühendisliği, endüstri mühendisliği, elektrik mühendisliği, elektronik mühendisliği, malzeme bilimi ve işletme disiplinleri ile güçlü bir şekilde örtüşür. Konusunda yetkin imalat mühendislerinin yetiştirilebilmesi için programın oluşturulmasında ikinci yolun seçilmesinin daha uygun olacağı anlaşılmaktadır.

Bu tür bir organizasyon yapısının mühendislik eğitimindeki değişimlere ve yeni zorluklara/engellere uyum sağlaması daha kolay olacaktır. Bu model aynı zamanda akademik personelin araştırma ve öğretim konularının birbiri ile daha uyumlu olmasını sağlayacaktır; böylelikle öğretim üyeleri kendi araştırma sahalarının dışındaki konular hakkında ders vermek durumunda kalmayacaklardır.

5. Sonuçlar

Türkiye'de TÜBİTAK'ın hazırladığı 2003-2023 strateji belgesi, bilim, teknoloji ve inovasyon atılımı için oluşturulan önemli belgelerden biridir. Bu belgede öncelikli teknolojik faaliyetlerin ortak paydasını oluşturan stratejik araştırma, geliştirme ve teknoloji alanları 8 ana grup altında toplanmıştır:

- Bilgi ve İletişim Teknolojileri
- Biyoteknoloji ve Gen Teknolojileri

- Nanoteknoloji
- Mekatronik
- Üretim Süreç ve Teknolojileri
- Malzeme Teknolojileri
- Enerji ve Çevre Teknolojileri
- Tasarım Teknolojileri

Bu teknoloji alanlarının gelecekte bazı yeni mühendislik dallarının oluşmasını tetikleyeceği düşünülmektedir. Geleceğe yönelik öngörülen mühendislik dallarına örnek olarak yazılım mühendisliği, biyomedikal mühendisliği, yangın ve patlayıcı mühendisliği, polimer mühendisliği ve işçi sağlığı ve iş güvenliği mühendisliği sayılabilir. Bu yazıda önerilen modelin sonraki yıllar için öngörülen bu yeni mühendislik dallarına da uyarlanabileceği görülmektedir.

Türkiyenin teknoloji geliştiren ve üreten bir ülke haline gelebilmesi için uygulama ve tasarım ağırlıklı mühendislik eğitiminin verilmesi gerekmektedir. Üniversitelerdeki laboratuvar altyapısının gelişimi ve merkezi laboratuvarların ve teknokentlerin de sayısının artması ile bu yeni disiplinler de üniversitelerimizde yer almaya başlayacaktır. İleriki yıllarda işyeri eğitimleriyle mühendislik eğitiminin bir bölümünün bazı işletmeler ile anlaşmalı olarak paralel yürütüleceği de öngörülmektedir..

Kaynaklar

Rugarcia, A., Felder, R.M., Woods, D.R., Stice J.E., 2000. The future of engineering education. i. a vision for a new century. Chemical Engineering Education, 34, 16-25.

J.A. Memon, Demirdöğen, R.E., Chowdhry, B.S., 2009. Achievements, outcomes and proposal for global accreditation of engineering education in developing countries. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 1, 2557-2561.

Crofton, F.S., 2000. Educating for sustainability: Opportunities in undergraduate engineering. Journal of Cleaner Production, 8, 397-405.

Ye, F., 2010. Organizational study on multi-discipline based engineering education in China. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2, 542-546.

Bidanda, B., Arisoy, O., Shuman, L.J., 2006. Offshoring manufacturing: Implications for engineering jobs and education: A survey and case study. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 22, 576-587.

Kinkel, S., Maloca, S., 2009. Drivers and antecedents of manufacturing offshoring and backshoring: A German perspective. Journal of Purchasing & Supply Management, 15, 154-165.

Wang, C., Hong J., Kafouros M., Boateng A., 2012. What drives outward FDI of Chinese firms? Testing the explanatory power of three theoretical frameworks. *International Business Review*, 21, 425-438.

Hahn, E.D., Bunyaratavej, K., 2010. Services cultural alignment in offshoring: The impact of cultural dimensions on offshoring location choices. *Journal of Operations Management*, 28, 186-193.

Lozano R., 2010. Diffusion of sustainable development in universities' curricula: an empirical example from Cardiff University. *Journal of Cleaner Production*, 18, 637-644

Shallcross, D.C., Parkinson, M.J., 2006. Teaching ethics to chemical engineers, some class room scenarios. *Education for Chemical Engineers*, 1, 49-54.

Zavbi, R., Tavcar, J., 2005. Preparing undergraduate students for work in virtual product development teams. *Computers & Education*, 44, 357-376.