

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİNDE YENİ EĞİLİMLER

Y. Cengiz Toklu

ÖZET

Son yıllar inşaat mühendisliği sorunlarına eğilen ve bu sorunların giderilmesi için eğitimde neler yapılması gerektiğini inceleyen pek çok toplantıya ve yayına tanık oldu. Söz konusu sorunlar, çok boyutludur. Bir boyut inşaat mühendisliği mesleğinin eski günlerdeki şaşaalı durumunda görülmemesidir. Diğer boyut günümüzde her gün karşılaşılan küreselleşme, artan nüfus ve kentleşme, çevre sorunları gibi gelişmelere ayak uydurmazdır. Başka bir boyut ise bilimsel ve teknolojik gelişmelerin gerisinde kalmama, hatta önüne geçme çabalarından oluşmaktadır. Her türlü gelişmenin gittikçe artan hızlarla ortaya çıkması, dolayısıyla uyum zamanının kısaltılması, konunun başka bir boyutu oluşturmaktadır. Tüm bunlara yanıt verecek bir çözümü hemen bulmak olanak dışıdır, ayrıca çözümün tek olduğunu söylemek de doğru değildir. Bu çalışmada, sorunlar ve çözüm önerileri irdelenmekte, değerlendirilmekte ve eksik kalan unsurlar vurgulanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Eğitim, inşaat mühendisliği, müfredat, bilgi kütlesi, etkin yapı, ABET, MÜDEK

GİRİŞ

İnşaatçılık dünyanın en eski iş kollarından biridir. İnsanların doğanın olumsuz etkilerinden korunmaları amacıyla kendilerine sığınaklar inşa etmesiyle ilk olarak ortaya çıkan bu iş kolu, su yapılarıyla, tapınaklarla, anıtlarla, kentleri ve ülkeleri koruyan surlarla, yollarla, köprülerle ve diğer yapılarla yüzyıllar içinde giderek gelişmiş, çeşitlenmiş ve bugünkü düzeyine erişmiştir. Bundan 150 yıl kadar önce, bu iş kolu, ilk mühendislik dalı olan inşaat mühendisliğini doğurmuş ve böylece ilk mühendislik eğitimi başlamıştır.

İnşaat Mühendisliği (İM) eğitimi, teknolojinin gelişmesine koşut olarak gelişmeler, atılımlar göstermiş, bu sayede inşaat alanı her zaman en ileri teknolojik gelişmeleri yakından takip etmiş, çoğu zaman da teknolojinin itici gücü olmuştur. Mühendislik eğitiminde amaç, 20-30 yıl sonra gerçekten verimli olacak mühendisleri bugünden yetiştirmektir. Gerçekten de, bugün bu dalda diploma alacak gençler, yurdun ve dünyanın yapılaşmasına esas katkılarını 2030 yıllarından itibaren, yani 21. yüzyılın ikinci çeyreğinde ortaya koyacaklardır. Bu demektir ki, üniversitelerimize inşaat mühendisi adayı olarak adımlarını atan genç kızlarımız ve delikanlılarımız, 21. yüzyılın ortalarında gerek duyacakları dağarcıkları edinmek üzere sınıfları doldurmaktadırlar.

Y. Cengiz Toklu

Yeditepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Kayışdağı, Kadıköy, 34755 İstanbul, Türkiye

E-posta: ctoklu@yeditepe.edu.tr

Doğaldır ki bugünün gençlerine kazandırılması gereken bilgi, beceri ve davranış biçimleri, 20 yıl önce üniversitelerde verilenlerden farklı olmalıdır. Bu farkların ne olması gerektiği şu sıralarda dünyanın pek çok yerinde çalışma konusudur (Duderstadt 1997, Niedzwecki 2000, Sack vd. 2000, Koehn 2004, Aktan vd. 2005, Brito ve Ciampi 2005, Brito vd. 2005, Oberst ve Jones 2005, Altbach, Reisberg ve Rumbley 2009, Toklu 2010). Yapılan çalışmalar incelendiğinde, inşaat mühendisliği eğitiminde reform, belki de devrim adıyla anılabilecek değişikliklerin nedenlerinin üç grupta toplanabileceğini göstermektedir:

- Dış etkenler. Dünyamızda ya da çevremizde oluşan ve dolaylı olarak İnşaat Mühendisliğini etkileyen nedenler: Küreselleşme, nüfus artışı, kentleşme, küresel ısınma, sera etkisi, karbon gazı salımı, sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynakların eksilmesi, refahta eşitlik düşüncesi ve talepleri.
- İnşaat Mühendisliğine etkileyen teknolojik gelişmeler. Bilgisayarlarda donanım ve yazılım olarak ilerlemeler, yeni hesaplama teknik ve algoritmaları, yapıda özışlerlik, robot bilimi, edilgen değil etken tasarım ve yapım teknikleri, akıllı sistemler, zor ortamlarda inşaat gereksinimleri, sistem yaklaşımı.
- İnşaat Mühendisliği için yeni yaklaşımlar. İleri erdem düşünceleri ve meslek sorumluluğu, inşaat mühendisliği mesleğinin eski üstün durumuna getirilmesi, inşaat mühendislerinin yaşamda daha çeşitli görevler üstlenmeleri.

BİLGİ KÜTLESİ KAVRAMI

Soru, “21. yüzyılın ikinci çeyreğinde bilgi, beceri, ve deneyimlerinden yararlanacağımız inşaat mühendislerine, şimdiki yıllarda alacakları üniversite eğitiminde kazandırılması gereken bilgiler nelerdir” olduğunda, bir “Bilgi Kütlesi” (BK) kavramından bahsediliyor demektir. İngilizcesi “Body of Knowledge” olarak kullanılmakta olan bu kavramla bir mühendis adayına kazandırılacak bilgilerin, becerilerin ve davranış biçimlerinin tümü kastedilmektedir. BK’yı ortaya koyarken, iki önemli noktaya en başta değinilmesi yerinde olacaktır.

1. Başarım esaslı tarifler.

BK, başarıım, yani performans esasına göre tariflenmektedir. Yani bir mühendisten beklenenler belirlenmekte, bu beklenenlerin hangi dersler ya da faaliyetler yardımıyla sağlanacağı takip edilecek eğitim programına bırakılmaktadır. Örneklendirmek gerekirse, aşağıda daha ayrıntılı görüleceği gibi, bir inşaat mühendisin akışkanlar mekaniği problemlerini çözebilmesi, önderlik vasıflarına sahip olması, takım çalışmasında başarılı olması istenmektedir. Söz konusu isteklerin yerine getirilmesi için hangi ders ya da derslerin alınacağı, hangi proje ya da projelerin yapılacağı gibi konular üniversitenin iradesine bırakılmaktadır.

2. Her bilginin olmayışı.

20-25 yıl sonra hangi teknolojilerin gelişeceği ve hangi noktalara ulaşacağı, bilimde ne ilerlemelerin sağlanacağı konularında bugünden kesin hükümler verilemeyeceği, geçmişten gelen deneyimlerimizin de gösterdiği gibi, açıktır. Mesela proje yönetimi yazılım paketlerinin bugünkü durumlarına bakıp, 2030’da bu programlar şöyle çalışacak demek olanaksızdır. Yani 2030 yılının mühendisine, kendisine o zaman gerekecek tüm bilgilerin bugünden verilmesi düşünülmese bile doğru olmayan bir hayaldir. Ancak, o mühendis adayına hiçbir zaman geçerliliğini yitirmeyecek olan temel bilgilerin, ömür boyu

öğrenme ve kendini geliştirme aşkının, toplumsal ve teknolojik gelişmelere duyarlı olma öğretisinin verilmesi mümkündür. İşte, burada söz konusu edilen BK, bu düşüncelerle ileride kendisini geliştirmeye açık mühendislerin yetiştirilmesini amaçlayarak, kısa sürede çağ dışı kalmayacak şekilde planlanmıştır.

BİLGİ KÜTLESİNİN İÇERİĞİ VE DERİNLİĞİ

İM adaylarına üniversitelerde kazandırılacaklar hakkındaki çalışmalar şu sıralarda özellikle ABD'de Amerikan İnşaat Mühendisleri Birliği (ASCE, American Society of Civil Engineers) tarafından yapılmaktadır. Bu amaçla BK kavramı tarif edilmiş ve aynı adı taşıyan bir komite meydana getirilmiştir (Toklu 2006). Birkaç yıllık bir çalışma sonucunda komite, raporunun ilk sürümünü 2004 yılında, ikinci sürümünü ise 2008 yılı içinde yayınlamıştır (ASCE 2008). Bu satırların yazarının da yazışmalı üye olarak katıldığı bu çalışmaların tüm dünyadaki İM eğitimini etkilemesi beklenmektedir.

Bu raporlar tüm eğitim sürecinde üç ana konu olduğunu vurgulamaktadır.

- **Ne** öğretilecek ve öğrenilecek,
- Bu bilgiler **nasıl** öğretilecek ve öğrenilecek,
- Bu bilgileri **kim** öğretecek ve öğrenecek.

Yukarıda söz konusu edilen komite bu üç sorudan özellikle birincisine, **ne**'ye yanıt bulmaya çalıştı. **Nasıl** ve **kim** soruları için de bazı tavsiyeler ileri sürdü. **Ne** sorusunun yanıtı aranırken, İM adaylarına hangi bilgilerin verileceği değil, inşaat mühendislerinin hangi bilgi, beceri ve yeteneklere sahip kılınacakları üzerinde duruldu. Yani çıktılar tariflenip, girdilerin bunlara göre seçileceği ifade edildi.

BK'nın ilk sürümünde 15 çıktı belirlenmişti (Bkz. Ek. 1), bunlar esasında bilinen ABET ölçütlerinin biraz daha geniş olarak ifade edilmesiyle elde edilmişti. Türkiye'de kullanılmakta MÜDEK ölçütleri ile bu ölçütlerin koşutluğu kısa bir incelemede hemen görülecektir (Bkz. Ek. 2).

İkinci sürümde, yeni unsurlar katmak düşüncesiyle olmaksızın, sadece daha açık olma amacıyla, bu sayı 24'e çıkarıldı. Bir inşaat mühendisine hangi konularda hangi bilgi ve becerilerin kazandırılmasının uygun olacağını gösteren bu 24 madde aşağıda verilmektedir.

Temel Kazanımlar

1. **Matematik:** Diferansiyel denklemlerle matematik problemlerini çözme ve bunu mühendislik problemlerine uygulayabilme
2. **Doğa bilimleri:** Fizik, kimya ve bir başka doğa bilimi dalından problemleri çözme ve bunları mühendislik problemlerine uygulayabilme
3. **Beşeri bilimler:** Beşeri bilimlerin önemini mühendislik uygulamalarında gösterebilme
4. **Sosyal bilimler:** Sosyal bilimlerin önemini mühendislik uygulamalarında gösterebilme

Teknik Kazanımlar

5. **Malzeme bilimleri:** İM problemlerinin çözümünde malzeme bilimlerini kullanabilme
6. **Mekanik:** Katı cisimler mekaniği ve akışkanlar mekaniği problemlerini çözebilme
7. **Deneyler:** Bir gereksinmeyi karşılayacak deneyi tasarlayabilme, yapabilme; sonuçları çözümlene ve değerlendirebilme
8. **Problem tanıma ve çözüme:** Problem tanıma, formüle edebilme ve uygun tekniği seçerek çözebilme
9. **Tasarım:** Karmaşık bir sistemi, bileşeni ya da süreci tasarlayabilme
10. **Sürdürülebilirlik:** Mühendislik işlerini sürdürülebilir başarıma göre değerlendirebilme
11. **Güncel konular ve tarihsel bakış:** Mühendisliğin ekonomik, çevresel, politik ve sosyal etkilerini çözümleyebilme, karşılaştırabilme
12. **Risk ve belirsizlik:** Yük ve kapasitelerin analizinde risk ve belirsizlikleri doğru değerlendirebilme; göçme ve başarısızlık olasılıklarını gösterebilme
13. **Proje yönetimi:** Proje yönetimi belgelerini üretilip değerlendirebilme
14. **İM alanlarında genişlik:** İM'nin en az dört teknik alanında analiz ve çözüme yeteneği
15. **Teknik özelleşme:** İM'nin özel bir alanında sistem ve süreçler hakkında özelleşme

Mesleki Kazanımlar

16. **İletişim:** Teknik olan ya da olmayan dinleyiciye sözlü, yazılı, sanal ve grafik olanaklarla bir projeyi sunabilme
17. **Politika:** Genel politika süreçlerini özel İM işlerinde uygulayabilme
18. **İş ve kamu yönetimi:** İş ve kamu yönetimi kavram ve süreçlerini kullanabilme
19. **Küreselleşme:** Mühendislik iş ve hizmetlerini küresel ölçekte süzebilme
20. **Önderlik:** Bir grubun çalışmasını düzenleyip yönetebilme
21. **Takım çalışması:** Çok yönlü bir takımın bir üyesi olarak verimli çalışabilme
22. **Davranış biçimleri:** İM'nin mesleki uygulamalarını destekleyici davranış biçimleri sergileme
23. **Ömür boyu öğrenme:** Mesleki uygulamalarda ömür boyu öğrenmeyi planlayıp uygulayabilme
24. **Mesleki ve etik sorumluluk:** Mühendislik problemlerinin çözümlerinin mesleki ve etik ölçülere uygunluğunu sağlama ve bu konularda kişisel gelişmeyi sağlama

Görüldüğü gibi, bu 24 madde de üç ana grup halinde toplanmış bulunmaktadır. İlk dört maddeyi içeren grup inşaat mühendislerinin edineceği temel kazanımları göstermektedir. Sonraki on bir madde teknik kazanımları, en sondaki dokuz madde ise mesleki kazanımları içermektedir. İnşaat mühendislerinin bu kazanımları aynı derecede, aynı derinlikte edinmelerinin zorunlu olmadığı da ayrıca düşünülmüştür. Bu amaçla, Bloom öğrenme sınıflandırmasına¹ uygun olarak, altı derinlik düzeyi belirlenmiştir:

- Düzyey 1: Farkındalık
- Düzyey 2: Kavrama
- Düzyey 3: Uygulama
- Düzyey 4: Analiz
- Düzyey 5: Sentez
- Düzyey 6: Değerlendirme

Burada birinci düzey, konu hakkında temel ön bilgilere sahip olmayı göstermektedir. İkinci düzeyde konu iyice kavranmıştır. Üçüncü düzeyde konu, uygulama yapılacak derecede bilinmektedir. Dördüncü düzey bu konudaki uygulamaların analizinin yapılabileceği seviyeye gelindiğini göstermektedir. Konu hakkında sentez yapılabilecek düzyeye gelindiğinde beşinci düzyeye gelmiş demektir. Konu hakkında genel değerlendirilmelerin yapılabileceği bilgi ve deneyim edinildiğinde son ve altıncı düzyeye gelmiş demektir.

Bir İM adayına, lisans eğitimi sırasında BK'yı oluşturan 24 maddede de altıncı düzyey için yeterli olacak bilgi, beceri ve deneyimlerin kazandırılabilceği düşünülemez. Bu 24 maddede dört yıllık eğitim süresi sonunda, hangi düzyeylerin hedeflendiği Tablo 1'de verilmiştir.

Tabloda, lisans eğitimi süresince genellikle üçüncü düzyeye ulaşılacağı, bazı konularda dördüncü düzyeyin, bir konuda ise beşinci düzyeyin hedeflendiği, hiçbir konuda ise altıncı düzyeye ulaşılmanın düşünülmediği görülmektedir. Tablonun sağ tarafındaki boşlukların önemli bir kısmının mezuniyet ile yetkin mühendislik arasındaki sürede ve yüksek lisans eğitimi süresince doldurulacağı, ayrıca düşünülmüştür.

Söz konusu komitenin çalışmalarında, bu 24 maddede belirtilen bilgilerin derslere dağılımı konusunda belirleyici tümceler kullanılmadığını burada bir kez daha belirtmek yerinde olacaktır. Maddelerde belirtilenler, mühendis adaylarının kazanması istenilen bilgi ve yeteneklerdir. Bu bilgi ve yeteneklerin hangi ders, deney ve uygulamalarla öğrencilere kazandırılacağı üniversitelerin kendilerine bırakılmıştır. Buradaki bazı maddeler birkaç dersin konusu olabileceği gibi, bir derste birkaç maddenin işlenmesi de olanaklıdır.

ÖNCEKİ UYGULAMALARLA KIYASLAMALAR

Önceki paragraflarda verilen tariflere göre, BK hakkında aşağıdaki değerlendirmeleri yapmak mümkündür.

¹ Özgün İngilizce ifadeleriyle: Knowledge, comprehension, application, analysis, design, evaluation

Başarım esaslı, daha bilinçli

BK'nın başarım temelli olması çok yerinde olmuştur. Burada örnek alınan ABET ölçütlerinin de, Türkiye ve KKTC'de uygulanmakta olan MÜDEK kurallarının da aynı temelde olduğuna değinmek yerinde olacaktır (Şenatalar, Payzın ve Platin 2005). Bu şekilde, girdiler üzerine değil de çıktılar üzerine kısıtlamalar koymanın üniversitelerin dinamizmine ve özgürlüklerinin artmasına katkı sağlayacağı, eğitime daha bilinçli yaklaşmayı destekleyeceği açıktır.

İleriye dönük

BK'nın verilecek bilgiyi değil de kazandırılacak niteliklerin çerçevesini belirliyor olması, zaman içinde eskimesini ve kullanım dışı kalmasını önlemektedir. Bu yüzden ki gelecek yıllardaki ilerlemeler ve gelişmeler, kolayca BK kurallarına göre kullanılabilir olacaktır.

Daha az teknik

Kazandırılacak niteliklerin ABET'in temel ölçütlerinden başlayarak, önce 15'e, daha sonra da 24'e çıkarılması, dikkat edilirse, teknik konulardan değil, mesleki yönlerden olmuştur. Bu sayede konuların sadece teknik yönlerini gören ve ona göre davranan teknisyenlerin değil, meselelere çok daha geniş açılardan bakan, beşeri ve sosyal yönleri kuvvetli, yöneticilik yönleri güçlendirilmiş 21. yüzyıl mühendislerinin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu yaklaşım belki de özellikle Türkiye için çok doğrudur. BK'nın amaçları gerçekleştiğinde, Türkiye'nin sınavlarda en başarılılardan olup ta zor mühendislik bölümlerinde okumaya hak kazananlar, mezuniyetten sonra dar kapsamlı mesleklerde sıkışıp kalmayacaklar, çok daha geniş çerçeveli roller üstlenerek ülkelerinde daha da yararlı olacaklardır.

		FARKINDALIK	KAVRAMA	UYGULAMA	ANALİZ	SENTEZ	DEĞERLENDİRME
TEMEL	1 Matematik	1	2	3			
	2 Doğa bilimleri	1	2	3			
	3 Beşeri bilimler	1	2	3			
	4 Sosyal bilimler	1	2	3			
TEKNİK	5 Makine bilimleri	1	2	3			
	6 Mekatronik	1	2	3	4		
	7 Demey yapma bilimi	1	2	3	4		
	8 Problemleri tanıma ve çözme	1	2	3			
	9 Tasarım	1	2	3	4	5	
	10 Süretilirilebilirlik	1	2	3			
	11 Güncel teknolojiler ve tarafsızlık	1	2	3			
	12 Risk ve belirsizlik	1	2	3			
	13 Proje yönetimi	1	2	3			
	14 İmalat ortamında genişlik	1	2	3			
	15 Teknik çizim	1					
MESLEKİ	16 İletişim	1	2	3	4		
	17 Etik	1	2	3			
	18 İş ve kurum yönetimi	1	2	3			
	19 Kültür	1	2	3			
	20 Önderlik	1	2	3			
	21 Takım çalışması	1	2	3			
	22 Davranış bilimi	1	2	3			
	23 Ömür boyu öğrenme	1	2	3			
	24 Mesleki etik sorumluluk	1	2	3	4		

Tablo 1. Bilgi Kütlesi maddelerinin kazandırılma düzeyleri

Atatürkçü düşünce, Türkçe ve en az bir yabancı dil

BK'nın hedeflerine, özel koşullarını düşünerek, ülkemizde birkaç ek yapılması yerinde olacaktır. Bunlardan birincisi daima ileriye gitmeye dönük Atatürkçü düşünce sahibi olmak, diğeri de Türkçenin bilinmesine ve özellikle teknik alanlarda kullanılmasına en ufak bir engel getirilmeden, en az bir yabancı dilde yeterli bilgiye sahip olabilmektir.

Kim

BK komitesi üniversitedeki eğitimcilerin bilimsel yönlerinin kuvvetli olmasının yanı sıra, büyük bir kısmının iş deneyiminin olmasını da öngörmektedir.

EK KONULAR

Yukarıda söz konusu edilen çalışmaların doğru yönde olsalar da yeterli olduklarını söylemek olanaklı değildir. Aşağıdaki konuların da inşaat mühendisliği eğitiminde önemli yerler almalarının gerekli olduğu düşünülmektedir.

- Eniyileme inşaat mühendisliği eğitiminde yeterli kapsamda ele alınmamaktadır. Oysaki sezgisel yöntemlerdeki gelişmeler, pek çok yeni algoritmaların ortaya çıkmasına, eskiden çözülemeyen problemlerin çözülebilmelerine olanak tanımaktadırlar. Bu problemler tasarım (örnek olarak bkz. Ding 1986, Shrestha ve Ghaboussi 1998, Hatay ve Toklu 2002, Toklu 2003, Kicinger, Arciszewski ve DeJong 2005, Toklu 2005, Yi ve Kumar 2007, Afshar 2009) ve irdeleme (Toklu 2004a, Toklu 2009) problemleri olabilmektedir. Bu yöntemler inşaat mühendisliği eğitimde mutlaka etkin bir yer tutmalı, mezunlar örneğin kalıtsal algoritmaların, tavlama benzetiminin, karınca kolonisi yönteminin ne olduğunu ve mühendislik problemlerine nasıl uygulandıklarını bilmelidirler.
- İnşaat mühendisleri hala tasarımcıdan çok irdelemeci olarak yetiştirilmektedir. BK2'de irdeleme ve tasarım sırasıyla dördüncü ve beşinci düzeyler olarak görülmüşler, bazı konuların irdeleme düzeyine kadar, bazılarının ise tasarım düzeyine kadar öğrencilere kazandırılacağı belirtilmiştir. Bunlara örnek olarak, lisans, yüksek lisans ve yetkinlik öncesi çalışmaları da içeren tüm eğitim süresince mekanik, problem çözme, önderlik bilgi ve yeteneklerinin irdeleme düzeyine kadar; deney yapabilme, iletişim ve ömür boyu öğrenim gibi diğer bazı bilgi ve yeteneklerin ise aynı sürede tasarım düzeyine kadar edinilmesi öngörülmüştür. Sadece lisans eğitimi düşünüldüğünde, irdeleme düzeyi mekanik, deneyler, inşaat mühendisliğinde yaygın bilgi, iletişim ve erdem konuları için geçerli olmakta; tasarım düzeyi ise sadece tasarım konusu için istenmektedir. Tasarım düzeyine erişme, irdeleme düzeyine erişmeye göre çok daha zor olduğundan birinciye ulaşımın ikinciye ulaşımına göre daha az olması olağan karşılanabilir, ancak, mühendis adaylarına tasarımda başarılı olmanın yollarının kazandırılmasının bir yolunun bulunması da gerekli düşünülmektedir.
- İnşaat mühendisliği eğitiminde etken yapı tasarımı ve yapımı konusunda temel bilgiler henüz hiç bir şekilde yer almamaktadır. Oysaki etken, akıllı, zeki yapı ve sistemlere geçme zamanı çoktan gelmiştir (Utku 1998, Toklu 2004b, Liu vd. 2005).

- Bu güne kadar mutlaka başlanmış olması gerekliliğine rağmen inşaat mühendisliği eğitimine henüz girmemiş olan konulardan bir diğeri de yapımda özışlerlik ve robot kullanımımıdır. Unutulmamalıdır ki bugün üniversite sınıflarında eğitim gören mühendis adayları, birkaç on yıl sonra özışler olmayan sistemleri belki de unutmüş olacaktırlar.
- İnşaat mühendisliği ve nanoteknoloji gibi yeni teknolojilerle olan ilişkiler henüz yeterince kurulmuş değildir. Diğer taraftan, mühendisler hala deterministik problemlere karşı hazırlıklı, stokastik problemlere karşı çok hazırlıksız olarak yetiştirilmektedir. Oysa ki gerçek hayatta pek çok problem stokastik özellikler taşıır. Bir diğer ihmal edilen yaklaşım da konulara sistem bilimi açısından değil de tekil problemler gibi bakıştır.
- İnşaat mühendisliği öğrencilerine zor ortamlarda yapılacak çalışmalar konusunda hemen hiç bilgi verilmemektedir. Bu eksiklik, inşaat mühendislerinin önümüzdeki yıllarda örneğin dünya dışı ortamlarda yapılacak çalışmaların dışında kalmaları sonucunu doğuracaktır (Toklu 2000, Toklu 2001).
- Gerek içinde yaşadığımız koşulların, gerekse bilim ve teknolojinin, diğer taraftan görüş ve beklentilerin gittikçe artan bir ivmeyle değişmesi ile sürekli eğitim ya da ömür boyu eğitim gibi kavramlar giderek önem kazanmaktadır. Geleceğin mühendislerine bu bilincin verilmesinin ve gerekli tekniklerin öğretilmesinin zamanı gelmiştir. Bu gün için bildiklerimiz, yakın dönemde, uzaktan öğrenim ve e-öğrenme tekniklerinin bu amaçla kullanılabilen yollardan olduğunu göstermekte, ileride daha başka yöntemlerin de çıkabileceğini düşündürmektedir. Meslek kuruluşlarımızın ve üniversitelerin bu konularda araştırma yapmaları ve uygulamalara başlamaları yerinde olacaktır.
- Erdem konusu mühendisliğimizin ne yazık ki en zayıf halkası gibi gözükmektedir. Tasarımcılık, ya da yapımcılık konularında belirgin bir eksiklik göstermeyen mezunlarımız, özellikle denetim konularında diğer alanlarda olduğu kadar başarılı olamamaktadırlar. Üniversitelerimizde ve meslek kuruluşlarımızda mühendislik sorumluluğu ve erdemi konularına özel bir önem verilmesi gerekli olarak düşünölmektedir.

Bunlar ve buna benzer konuların inşaat mühendisliği eğitiminde mutlaka ele alınması gerekmektedir. Çünkü bu günlerde eğitilen adaylar, ancak 21. yüzyıl ortalarına doğru en verimli çağlarına ulaşacaklar, etraflarına söz geçirecek konumlarda olacaktırlar. Demek ki bu adayların mezun olduklarında, bugünün bilgileriyle donatılmış olmaları yeterli olmayacaktır, esas istenen onları, özışlerli, robotlu, dünya dışı ortamlarda uygulamalar gerektiren, yepyeni bilgisayarlarla (ya da daha başka yardımcı ortamlarla) dolu geleceğe; devamlı öğrenen ve kendilerini geliştiren, başka disiplinlerle işbirliği yapabilen, dünyaya sadece bir teknisyen gözüyle değil de sosyal yönü kuvvetli yöneticiler gözüyle bakabilen insanlar olarak hazırlamaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İnşaat mühendisliğini bugün ve yakın gelecekte etkileyecek unsurlar üç başlık altında toplanabilir.

- Dış etmenler (Küreselleşme, iklim değişiklikleri, sürdürülebilirlik, nüfus artışı, kentleşme, azalan doğal kaynaklar, yükselen yaşam standartları, toplumların eşit paylaşım istekleri)
- Bilim ve teknolojiadaki ilerlemeler (Etken, akıllı, zeki yapılar ve sistemler; yapımda özışlerlik, robotlar; zor ortamlarda inşaatın yaklaşması),
- İnşaat mühendisliği tarifinde yeni yaklaşımlar (Daha gelişmiş mesleki ahlak ve erdem standartları, inşaat mühendisliği mesleğinde görülen iniş, inşaat mühendislerinin gelecekte üstlenecekleri roller).

Tüm bu unsurlar inşaat mühendisliği için yeni standartların, belki de yeni tariflerin ortaya çıkmasını zorlamaktadır. Bu yeni standartlar ve tarif, doğaldır ki, tüm inşaat topluluğunun, özellikle de meslek kuruluşlarının, üniversitelerin, akreditasyon kuruluşlarının ve inşaat firmalarının katkılarıyla belirlenecektir. Ortaya çıkacak değişim, belki bir reform, belki de devrim niteliğinde olacaktır. Görünen odur ki, bu konuda çalışmalar dünyanın her yerinde zaten başlamış bulunmaktadır.

Bu süreçte ihmal edilmemesi gereken iki nokta vardır. Bunlardan birincisi, karşılaşılması doğal olarak beklenilecek muhafazakârlıktır, değişimlere karşı çıkacak, yavaşlatacak kişi ve kuruluşlar mutlaka olacaktır. Ne var ki, diğer nokta bu engelin kısa sürede aşılmasını mutlaka sağlayacaktır, o da bu değişiklikleri zorlayan etkenlerin büyük bir ivmeyle artan güçleridir.

Bu çalışmada da özetlendiği gibi, dünyanın dört bir yanında inşaat mühendisliği eğitiminde iyileştirme çabalarının başlamış olması, konu hakkında oldukça ileri düzeyde bir bilinçlenme olduğunun önemli bir göstergesidir. Bu mesleğe gönül vermiş olanlar, yapılması gerekli olan iyileştirmelerin farkındadırlar. Söz konusu bilinçlenme ve farkındalık, mesleğin geleceği hakkında iyimser olunmasını sağlayacak düzeydedir. Tek sorun, gezegenimizde oluşan değişikliklere geriden gelerek ayak uydurmak değil, önden giderek yol göstermek olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Afshar, M. H. (2009). Partially constrained ant colony optimization algorithm for the solution of constrained optimization problems: Application to storm water network design. *Advances in Water Resources*, 30, 954-965.
- [2] Aktan, A. E., Balaguru, P., Ghasemi, H. M., Mufti, A., McCabe, S. (2005). Reforming civil engineering education given the challenges related to infrastructure engineering and management. *Keynote paper presented at Second International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure*, Shenzhen, China.
- [3] Altbach, P. G., Reisberg, L., Rumbley, L. E. (2009). *Trends in global higher education: Tracking an academic revolution: A report Prepared for the UNESCO 2009 World Conference on Higher Education*, UNESCO, Paris, 247pp.

- [4] ASCE Body of Knowledge Committee on Academic Prerequisites for Professional Practice (2008). *Civil engineering body of knowledge for the 21st century: preparing the civil engineer for the future*. 2nd ed. ASCE Press.
- [5] Brito, C. Da R. ve Ciampi, M. M. (2005). Setting the starting point to encounter the path to the future of engineering and technology education. In Ozturk, Flueckiger, Gurer, Ruprecht (eds), 2005. *Proc. Design of Education in the 3rd Millenium: Frontiers in Engineering Education*, September 12-15, Vol. 2, (pp. 383-392). Yeditepe University, Istanbul.
- [6] Brito, C. Da R., Ciampi, M. M., Zakharov, V. G., Avenarius, I. A. (2005). The role of international cooperation in the promotion of new approaches in engineering education worldwide In Simsek, Yaman (eds) *Engineering Education at the Cross-Roads of Civilizations, SEFI 33rd Conference Proceedings 7-10 September*, (pp.199-206) Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- [7] Ding, Y. (1986). Shape optimization of structures: a literature survey. *Computers ve Structures*, 24, 985-1004.
- [8] Duderstadt, J. J. (1997). The future of the university in an age of knowledge. *Journal of Asynchronous Learning*, 1(2), 78-88.
- [9] Hatay, T. , Toklu, Y. C. (2002) "Optimization of Trusses Using Simulated Annealing Method", ACE2002, 5th International Congress on Advances in Civil Engineering, Istanbul, Turkey, 25-27 September 2002. PALA, S., ILKI, A.(eds) ISBN 975-561-220-3, Vol.1, pp. 379-388.
- [10] Kicinger, R., Arciszewski, T., DeJong, K. (2005) Evolutionary computation and structural design: A survey of the state-of-the-art. *Computers and Structures*, 83, 1943-1978
- [11] Koehn, E. (2004). Enhancing civil engineering education and ABET criteria through practical experience. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 130 (2), 77-83.
- [12] Liu, S-C.; Tomizuka, M.; Ulsoy, A. G. (2005). Challenges and opportunities in the engineering of intelligent systems. *Smart Structures and Systems*, 1, 1-12.
- [13] Niedzwecki, J. M. (2000). Challenge: Civil engineering education 2000 and beyond. *CEE New Millennium Colloquium*, March 20-21, MIT, Massachusetts, USA.
- [14] Oberst, B. S. ve Jones, R. C. (2005). Megatrends for European engineering educators. In Simsek ve Yaman (eds.), *Engineering Education at the Cross-Roads of Civilizations*, SEFI 33rd Conference Proceedings, 7-10 September (pp. 437- 443). Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- [15] Sack, R., Bras, R. L., Daniel, D. E., Hendrickson, C., Smith, K. A., Levitan, H. (2000). Reinventing civil engineering education. *CEE New Millennium Colloquium*. March 20-21, MIT, Massachusetts, USA.
- [16] Shrestha, S. M. ve Ghaboussi, J (1998). Evolution of Optimum Shapes Using Genetic Algorithm. *Journal of Structural Engineering*, (ASCE) 124(11), 1331-1338.

- [17] Şenatalar, A. E.; Payzın, A. E.; Platin, B. E. (2005) "Engineering Evaluation Board (MÜDEK): Initial Observations on Engineering Accreditation in Turkey". *Proc. Design of Education in the 3rd Millenium*, September 12-15, 2005, Yeditepe University, Istanbul
- [18] Toklu, Y.C. (2000). Civil engineering in the design and construction of a lunar base. In *SPACE 2000, 7th ASCE Congress on Engineering, Construction, Operations and Business in Space, Proceedings*, (pp. 822-834). 27 March - 2 March, Albuquerque, USA.
- [19] Toklu, Y.C. (2001) *Uzay İnşaat Mühendisliği, 1. Ulusal Uçak, Havacılık Ve Uzay Mühendisliği Kurultayı - Bildiriler 12-13 Mayıs*, MMO Yayın No: E/2001/265 pp.104-108, Eskişehir, ISBN 975-395-440-9.
- [20] Toklu, Y.C. (2003) *Aggregate Blending Problem - An Arena of Applications of Optimization Methods, ICCCB-IX The 9th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, pp. 363-368, Taipei, Taiwan; 3-5 April 2002; ISBN 986-80000-0-7.
- [21] Toklu, Y. C. (2004a). Nonlinear analysis of trusses through energy minimisation. *Computers and Structures*, **82** (20-21), 1581-1589.
- [22] Toklu, Y.C. (2004b). Considerations on the design of space structures - Active design and inclusion of nonlinear effects. *9th ASCE ASD International Conference- Earth ve Space*, League City/Houston, Texas, USA, March 07-10, pp.704-710.
- [23] Toklu, Y.C. (2005) "Aggregate Blending Using Genetic Algorithms", *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 20:6, Nov 2005, pp. 450-460 .
- [24] Toklu, Y. C. (ed.) (2006). *Proceedings of eduCEE'06 Int. Worksop on Reform in Civil and Environmental Engineering Education*. 4-7 October, Bahcesehir University, Istanbul, Turkey.
- [25] Toklu, Y.C. (2009). Optimization in structural analysis and design. *ASCE Structures 2009 Congress*, Austin, Texas, USA, April 30 - May 2.
- [26] Toklu, Y. C. (2010) *New issues in civil engineering education*. Baskıda
- [27] Utku, Ş. (1998). *Theory Of Adaptive Structures*. CRC Press, 304pp.
- [28] Yi, W., Kumar, A. (2007) Ant colony optimization for disaster relief operations. *Transportation Research Part E*, 43, 660-672

EK 1.

ASCE BK Komitesince 1. Sürümde (2004) Öngörülen Çıktılar

1. Matematik, temel bilim ve mühendislik bilgilerini uygulama yeteneği,
2. Deney tasarlama ve yapma yeteneği ile verileri çözümleme ve yorumlama yeteneği,
3. Herhangi bir gereksinimi karşılayacak bir sistemi, bileşeni ya da süreci tasarlama yeteneği,
4. Çok disiplinli takımlarda çalışma yeteneği,
5. Mühendislik sorunlarını belirleme, formüle etme ve çözümlene yeteneği,
6. Mesleki ve etik sorumlulukları anlayabilme yeteneği,
7. Verimli iletişim kurabilme yeteneği,
8. Mühendislik çözümlerinin küresel ve toplumsal ölçekte etkilerini kavrama yeteneği,
9. Ömür boyu eğitimin gerekliliğini kavrama ve uygulama yeteneği,
10. Güncel konuları bilme yeteneği,
11. Mühendislik uygulamaları için gerekli teknikleri, becerileri ve mühendislik araçlarını kullanabilme yeteneği,
12. İM'nin özel bir alanında bilgilerini uygulama yeteneği,
13. Proje, yapım ve varlık yönetimi konularının unsurlarını anlama yeteneği,
14. İş hayatı, siyaset ve yönetim konularının temellerini anlama yeteneği,
15. Önderlerin görevleri ve davranışları, önderliğin esaslarını bilme yeteneği.

EK 2.

MÜDEK Değerlendirme Ölçütleri

Mezunların aşağıdaki niteliklere sahip olduğu kanıtlanmalıdır: türevsel denklemleri de içerecek biçimde matematik, olasılık hesapları ve istatistik, matematiğe dayalı fizik ve genel kimya konularında yeterlilik; inşaat mühendisliğinin kabul görmüş temel alanlarının en az dördünde yeterlilik; inşaat mühendisliğinin kabul görmüş temel alanlarının en az ikisinde laboratuvar deneyi yapabilme ve verileri yorumlayıp analiz edebilme becerisi; ders programında meslek eğitimiyle entegre biçimde yürütülen tasarım deneyimleri aracılığıyla kazanılmış inşaat mühendisliğinde tasarım becerisi; iş alma, pazarlık usulü ihale ya da kaliteye dayalı seçme süreçleri, bir projeyi tamamlamak için tasarımcı ve inşaatçıların nasıl etkileşimleri, yeterliliğin ve sürekli eğitimin önemi gibi mesleki uygulama meseleleri hakkında bilgi.

MÜDEK – Mühendislik Programlarının Değerlendirme Ölçütleri (Sürüm 1.1 – 26.12.2007)