

21. YÜZYIL ORTALARI İÇİN İNŞAAT MÜHENDİSİ YETİŞTİRMEK

Y. Cengiz Toklu*

Özet

Bu günlerde okumakta olan inşaat mühendisliği adayları, gerçekten verimli olacakları çağlarda bambaşka bir dünya ile karşı karşıya olacaklardır. Dünyamızın koşullarının değişim hızlanması dikkate alındığında bu başkalaşımın çok önemli ölçülerde olacağını tahmin etmek zor değildir. Bu durumda bu günün eğitmenleri çok zor bir sorunu çözmek durumundadırlar: bilinmedik bir dünya için mühendis yetiştirmek. Bunun için yapılacak olanların başında geleceğin koşulları hakkında tahminler yürütmek, eğitimde bu tahminlere göre düzenlemeler yapmak, mühendis adaylarını da birkaç senaryoya yanıt verebilecek şekilde genel bilgilerle donatmak gelmektedir.

Giriş

21.yüzyılın 2. onyılında İnşaat Mühendisliği eğitimi görerek mezun olacak gençlerimiz, mesleki ve kişisel deneyimlerini artırarak bu yüzyılın ortalarına doğru verimli, olgun, bilgili, sözü dinlenir ustalar haline geleceklerdir. Eldeki bilgilerin birkaç onyıl içinde yenilendiği, her gün teknolojik gelişmelerin yaşandığı, yaşam biçiminin ve yaşam ortamının hızla değiştiği dünyamızda bu gençleri ileriye dönük yetiştirmenin güçlüğü ortadadır. Bunu başarmanın yolu her şeyden önce mevcut durumun doğru şekilde irdelenmesinde, gelecekle ilgili çok yanlış olmayan tahminler yapılmasında, bu altyapının ışığında, uygun taktik ve stratejilerin seçiminde yatmaktadır.

Dünyamızın mevcut durumunu bir taraftan küreselleşmenin yerleşmesi, hatta uzaylaşmanın başlaması, diğer taraftan ise küresel bir iklim değişikliğinin gittikçe belirgin bir hale gelmesi olarak görmek yerinde olacaktır. Buna, gittikçe artan nüfus nedeniyle mevcut kaynakların yetersizleşmesi, kentlileşme yüzünden de kaynakların sağlanıp dağıtılmasında yeni güçlüklerle karşılaşılmasını da eklemek gerekecektir. Dünya yüzeyindeki insanlar, ülkeler ve topluluklar arasında ne yazık ki artan dengesizlikler de mevcut durumun olumsuz verileri arasındadır.

Gelecekteki durum hakkında tahminler yaparken, olağan koşullar altında, doğaldır ki en olumsuz durumları öne çıkarmak, emniyetli tarafta olmak açısından, yerinde olacak-

* Prof. Dr., Yeditepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul
E-posta: cengiztoklu@gmail.com

tır. Ancak eldeki sorunda, zaten olumlu senaryo bulmak oldukça zor görünmektedir.

Sunumda, bugünkü durum ve gelecekteki beklentiler ayrıntılandırılacak, diğllere yeni yerleşen bazı kavramlar üzerinde durulacak, izlenmesi düşünülen yöntemler hakkında görüşler açıklanacaktır.

Günümüzün ve Geleceğin Sorunları

Yerellikten Küreselleşmeye ve Uzaylılaşmaya

İnsanlar binlerce yıl ayırık yerel topluluklar ve uluslar olarak yaşadıkdan sonra ticaretin, genişleme isteklerinin, sömürü güdülerinin, ve de gelişen teknolojinin etki ve katkılarıyla küreselleşme sürecinin içine girdiler. 2000 yılı civarında genel olarak gerçekleşmiş olduğu düşünülen, ancak hala tam anlamıyla son aşamasına geldiği söylenemeyecek olan bu süreç sonunda, insanlar uzayda bir küresel cismin üzerinde yaşadıklarının ve bu küre üzerindeki herhangi bir yerde olanların kürenin tüm noktalarında etkilerinin görülebileceğinin ayırdına varmış bulunmaktadırlar. Bu bilinçlenme sonucundadır ki uluslararası dolaşım, ticaret, öğrenci, bilgi ve bilim insanı değişimi de küresel boyutlara erişmiştir. Önümüzdeki onyıllarda küreselleşmenin daha da büyük boyutlara ulaşması, bir yerde eğitilmiş olan inşaat mühendislerinin gezegenimizin neresinde çalışıyor olacağının bilinmeyeceği durumlara gelinmesi beklenmelidir.

Diğer taraftan, 2100'lü yıllarda çok gelişmiş olacağı düşünülen uzaylılaşma şimdiden etkilerini göstermeye başlamış bulunmaktadır. Bu bağlamda olarak dünyamızdan uzaklığı birkaç yüz ile birkaç onbin kilometre arasında değişen bir kuşakta bulunan uydular hemen her konuda insanlığa, mühendisliğe ve özelde inşaat mühendisliğine çok yararlı hizmetlerde bulunmaktadırlar. 21. yy ortalarına doğru uzaylılaşmanın daha ileri bir düzeye gelmiş olması beklenen bir gelişmedir. Bu gelişmelerin mühendislik eğitimine mutlaka türlü etkileri olacaktır (Puig-Suari ve Toklu 2006)

Küresel İklim Değişikliği

Küresel iklim değişikliği dönemi pek çok yönden önümüzdeki dönemlerde yeni mü-

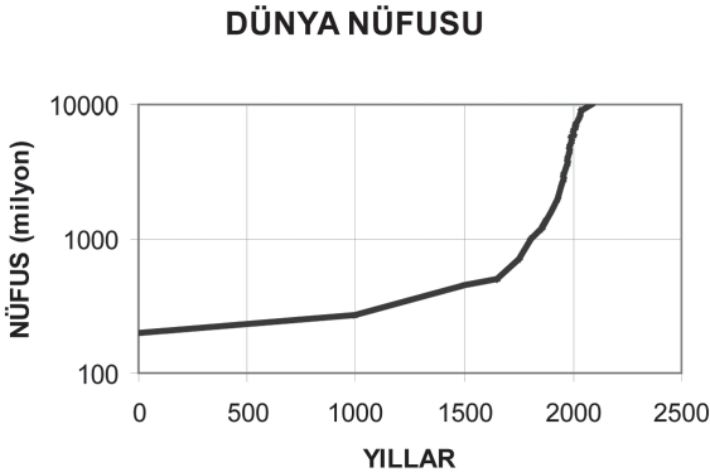


Şekil 1 Avrupa ve Orta Asya ülkeleri toplamında yıllara göre iklim kaynaklı doğal afet sayısı (Toklu 2010)

hendislik sorunları getirecek, ya da bazı eski sorunları daha keskin ölçülere taşıyacak gibi görünmektedir (Toklu 2010). Küresel iklim değişikliğinin getirdiği olumsuzlukların gittikçe artış gösterdiği maalesef kabul görmüş bir gerçekliktir (Khalilov 2010). Şekil 1'de Avrupa ve Orta Asya ülkelerinde 1950'den bu yana oluşan iklim kaynaklı doğal afetlerin yıllık dağılımları gösterilmektedir.

Kalabalıklaşma

Dünya nüfusu, teknolojiadaki, refah düzeyindeki ve sağlık hizmetlerindeki ilerlemelere koşut olarak, hızla artmaktadır (Bkz. Şekil 2). Birkaç on yıl içinde 10 milyar olacağı öngörülen dünya nüfusunun inşaat mühendislerine nasıl sorunlar çıkaracağı şimdiden düşünülmeli ve eğitimde bu düşüncelerin etkileri görülmelidir.



Şekil 2 Dünya nüfusunun Milattan sonraki dönemlerde değişimi

(Veriler <http://geography.about.com/od/obtainpopulationdata/a/worldpopulation.htm> sayfasından alınmıştır)

Aşırı Kentlileşme ve Anakentlileşme

Nüfus hareketlerinde görülen bir diğer nokta da artışın düzgün bir şekilde değişmemesidir. Büyük bir kentlileşme ve de anakentlileşme hareketi de çok belirgin olarak kendisini göstermektedir. Bu konuda Türkiye'nin, İstanbul'un, Ankara'nın ve pek çok ilimizi temsil edecek özelliklere sahip olan Uşak'ın 1965 ve 2010 rakamları çok çarpıcıdır.

Söz konusu rakamların verildiği Tablo 1'den görüleceği gibi, Türkiye'nin nüfusu 1965 ile 2010 arasındaki 45 yılda 2,35 ile çarpılmıştır. Bu oran İstanbul için 5,72, Ankara için 2,70, Uşak için ise 1,77'dir. 1965'de Türkiye'nin nüfusunun %7'si İstanbul'da iken 2010'da bu oran %18'dir. Rakamlar bir yandan illerdeki ve toplamdaki nüfusun artışını, ve de bundan çok daha vurucu olarak, ana-anakentlerin büyümesini göstermektedir. Türkiye'nin 2. anakenti olan Ankara'nın büyümesi bile İstanbul'un büyümesi yanında çok küçük kalmaktadır. Demek ki gelecek kuşakların inşaat mühendisleri kentlileşme, anakentlileşme ve de ana-anakentlileşme gibi olgulara hazırlıklı olarak yetiştirilmelidir.

Tablo 1 Türkiye nüfus hareketlerinden örnekler (Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu)

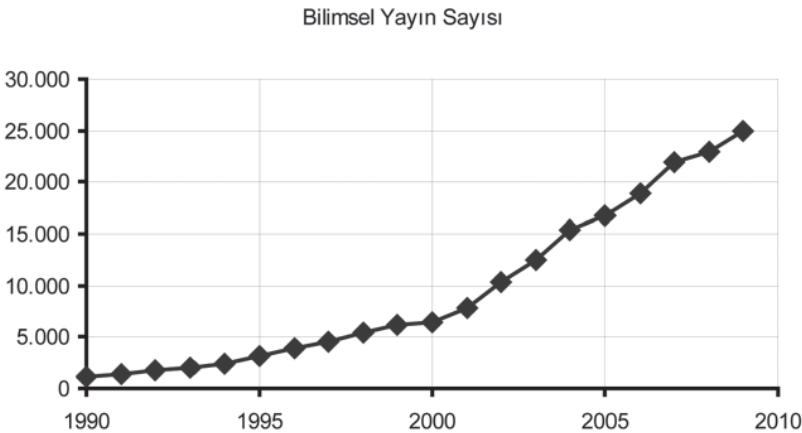
	1965 Nüfusu	2010 Nüfusu	45 Yılda Artış Oranı
Türkiye	31 391 421	73 722 988	2.35
İstanbul	2 293 823	13 120 596	5.72
Ankara	1 644 302	4 432 719	2.70
Uşak	190 536	338 011	1.77

	Nüfus Oranları	
	1965	2010
İstanbul / Türkiye	0.07	0.18
İstanbul / Ankara	1.40	2.96
İstanbul / Uşak	12.04	38.82

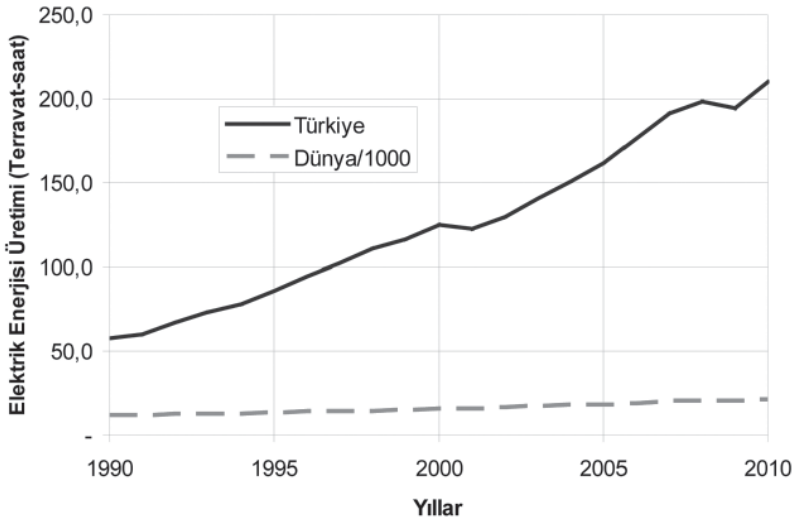
Bilim ve Teknolojide Gelişmeler

Bilim ve teknolojiadaki gelişmeler için pek çok gösterge kabul etmek olasıdır. Bunlar arasından bilimsel yayınların sayısı (Şekil 3) ya da elektrik enerjisi üretimi (Şekil 4) seçildiğinde, bilim ve teknolojiye çok hızlı bir gelişme görülmekte ve bu gelişmenin önümüzdeki on yıllarda da devam edeceği kolayca öngörülebilmektedir. Gerçekten de 1990 ile 2010 yılları arasında, Türkiye kaynaklı bilimsel yayınlar yıllık 1000 düzeyinden yıllık 25000 düzeyine çıkmıştır. Aynı dönemde, elektrik enerjisi üretiminin ise dünyada 1,8 misline, Türkiye'de ise 3,7 misline çıktığı görülmektedir.

Bu veriler, bugünün aday mühendislerinin gerçekten verimli olacakları çağlarda bambaşka bir bilim ve teknoloji düzeyi ile karşı karşıya olacaklarının göstergeleridir. Bu

**Şekil 3** Türkiye kaynaklı bilimsel yayın sayısı

<<http://www.tubitak.gov.tr/home.do?sessionId=BC1F25C6B14C58CE00D63FB6AFABCAE2?ot=1&sid=357>>



Şekil 4 Türkiye’de ve dünyada elektrik enerjisi üretimi (Kaynak: BP 2011)

düzeyin neler getireceği konusunda bazı tahminlerde bulunmak olanaklıdır. Ancak genelde olacak değişiklikleri bilebilmek mümkün değildir. Buna örnek olarak bu satırların yazarının ve çağdaşlarının deneyimlerinden bahsetmek yerinde olacaktır. 1960’lı yılların ortalarından bakıldığında örneğin uçakların, trenlerin, gemilerin, bilgisayarların daha hızlı ve konforlu olacağını tahmin etmek mümkün idi. Ama e-posta gibi bir haberleşme yönteminin çıkacağı, bu yolla her türlü bilgi akışının ve haberleşmenin sağlanabileceği, internet gibi bir düzenekle her türlü bilgiye ulaşımın sağlanabileceğini, sosyal ağlarla gruplaşmanın bu kadar kolay olacağını düşünmek her halde olanaksızdı.

Bu gelişmelerin ışığında, 21. yy ortalarında sorunun bilgiye ulaşım olmayacağını öngörmek herhalde doğru olacaktır: “Bilmek çok kolay olacak. Soruyu sormak ve yapmak önemli olacak” (Schank 2000). O dönemlerde, muhtemelen, bilgiye ulaşım, belli bir konuda ders alma, sanal laboratuvarlarda deney gerçekleştirme, bir yapıyı ya da dizgeyi (system) çözümleme (analysis) gibi işlemler çok kolay olacaktır. Önemli olan hangi bilginin gerekli olduğunu doğru bir şekilde değerlendirip, o bilgilerin nereden ve nasıl elde edilebileceğini bulmak, sonra da doğru bir birleşim (synthesis) ile yapılması isteneni yapmak olacaktır.

Yapım işlemlerinde özyeterlilik (automation) çok ileri bir düzeyde olacaktır. Kullanılan malzemelerin özelliklerinden dolayı doğrusal olmayan çözümleme yöntemleri daha çok bilinir ve uygulanır olacaktır. Etkin tasarım (active design), etkin yapı (active structures), akıllı yapı (intelligent, smart structure), yarp tasarım (robust design) gibi konular gündemde olacaktır (Toklu 2009a).

Çok Yönlülük, Takım Çalışması, Dizge Bilimleri (System Sciences) Yaklaşımı

Önümüzdeki onyıllar için yapılacak bir başka öngörü de inşaat mühendisliği uygulamaları için salt klasik inşaat mühendisliği bilgilerinin yeterli olmayacağıdır. Gerçekten

de yapıların gittikçe akıllı, çeşitli özışler bileşenlere sahip olmalarından dolayı, inşaat mühendislerinin başka alanlardan mühendislerle daha sıkı bir ortak çalışma düzeninde olmaları gerekecektir. Bu mühendislerle ortak çalışma için gereken iki özellik ise, çok yönlü olma ve takım çalışması yetkinliğidir. Bunlar olmadan çok çeşitli alanlardan insanların bir araya gelip bir bireşim ortaya çıkarması olanaklı değildir.

Diğer taraftan, tasarım konularında dizge bilimleri yaklaşımına sahip olunması da çok önemli olacaktır. Tasarladıkları her oluşumun çevreyle ve pek çok bileşenle etkileşimde olduğunun bilinci ve seçimlerini buna göre yapmalarının gerekliliği bilgisi öğrencilere mutlaka kazandırılmalıdır.

Genel Değerlendirme

İnşaat mühendisliği eğitiminde öne çıkan yeni eğilimler (Toklu 2009b) ve önceki paragrafların genel bir değerlendirmesi şu hususların günümüzde ve önümüzdeki on yıllarda verilecek inşaat mühendisliği eğitiminde mutlaka göz önüne alınmasının gerekliliğini göstermektedir:

- Dünyamızda bir algı değişikliği olmakta, küreselleşme her konuya damgasını vurmakta, uzaylılaşma da yakın gelecekte gündeme girecek gibi görünmektedir,
- Dünyamızın iklim yapısı sabit değildir. Öyle görülmektedir ki önemli değişikliklerin olduğu, doğal afetlerin sıklaştığı ve zararlarının arttığı bir döneme girilmiştir. En önemli görevlerinden bir tanesi varlıklarımızı doğanın olumsuz etkilerinden korumak olan inşaat mühendisleri bu konuda hazırlıklı yetiştirilmelidir.
- Dünya nüfusu durmadan artarken, kırsal alanlar boşalmakta, kentleşme, anakentleşme ve ana-anakentleşme oranları hızla artmaktadır. Bu durumda eldeki kaynakların kullanılmasında bir yandan sürdürülebilirlik (Micelcic ve ark. 2008) gündeme gelmekte, diğer yandan ise kaynak ve hizmetlerin düzgünlük dışı dağılımı gündeme gelmektedir.
- Bilim ve teknoloji düzeyi hızla artmaktadır. Bunun hem inşaat mühendisliği eğitiminin verilmesine hem de inşaat mühendisliğinin uygulamalarına çok önemli etkileri olmaktadır.
- İnşaat mühendislerinin başarılı olabilmeleri için yalnız inşaat teknolojilerini çok iyi bilmelerinin yeterli olduğu dönemler artık bitmiştir. Bu kişilerin başka bilim ve teknoloji dallarından teknisyenlerle beraber çalışabilmeleri, bunun için de bu dalların genel bilgilerine ve takım çalışması alışkanlıklarına sahip olmaları bir zorunluluk haline gelmiştir. Yine bu kapsamda, çözümleme yapabilmenin yanında bireşim yapabilmenin de önemi büyük ölçüde artmıştır.

Sonuçlar

Eldeki veriler, önümüzdeki on yıllarda inşaat mühendisliğinin ve de buna bağlı olarak inşaat mühendisliği eğitiminin temel bazı değişiklikler geçireceğini göstermektedir. Her şeyden önce bu insanların gezegenimizde olup bitenleri doğru bir şekilde algılamaları gerekecektir. Tek yönlü teknisyenlik yerine, çok yönlülük ve de bilgiyi bulmanın, sonra da bileşenleri, başka kişilerle ortak çalışma içinde, toparlayarak yapım işini gerçekleştirmek önemli olacaktır.

Üniversite eğitiminde, teknik ayrıntılar yerine temel felsefenin ve temel bilgilerin; meslek anlam ve erdeminin; sürdürülebilirlik algısının; devamlı öğrenebilme ve yeni teknolojilere ayak uydurabilme yeteneğinin kazandırılması çok önemli yerler tutacaktır.

Kaynaklar

- BP Statistical Review of World Energy, June 2011, <bp.com/statisticalreview>
- Khalilov, E. N. (2010) "First report of the Chairman of the International Committee GEOCHANGE on issues of Global Changes of the Geological Environment""GEOCHANGE", http://geochange-report.org/index.php?option=com_content&view=category&id=35&Itemid=84
- Mihelcic, J. R.; Paterson, K. G.; Phillips, L. D.; Zhang, Q.; Watkins, D. W.; Barkdoll, B. D.; Fuchs, V. J.; Fry, L. M.; Hokanson, D. R. (2008) Educating Engineers in the Sustainable Futures Model With a Global Perspective Civil Engineering and Environmental Systems, 25 (4) 255-263
- Puig-Suari, J., Y. C. Toklu (2006) "The CubeSat Project and its Educational Impact", Aeronautics and Space Education Workshop, ASEW 2006, June 22-23, 2006, Istanbul, Turkey
- Schank, R. C. (2000) "Gelecekte Daha Akıllı Olacak mıyız" pp. 229-238 in Brockman (2007) *Gelecek 50 yıl*, NTV yayınları.
- Toklu, Y. C. (2009a) "Recent Issues In Civil Engineering Education", Fifth Int. Conf. Construction in the 21st Century (CITC-V), May 20-22, 2009, Istanbul, Turkey, Birgonul, T. M. et al (eds). pp 1145-1151 ISBN: 1-884342-02-3.
- Toklu, Y. C. (2009b) "İnşaat mühendisliği eğitiminde yeni eğilimler", 1. İnşaat Mühendisliği Eğitimi Sempozyumu, 6-7 Kasım 2009 - Antalya.
- Toklu, Y. C. (2010) Doğal Afetlere Genel Bakış, Yeditepe Üniversitesi Acil Tıp Toplantıları - Afet Sempozyumu - 1, 8 - 9 Kasım 2010, İstanbul