

Mühendislik Bilimine Vurgu Yapmak

Stressing the Science of Engineering ¹

Tasarım, teori ve uygulama türümüzün doğasında bulunmaktadır.

Adrian Bejan ²

Pek az şey beni meslektaşlarının “mühendisler ve bilim insanları” hakkında konuşmalarını duymak kadar rahatsız eder. Bizler gerçekten kediler ve köpekler gibi iki farklı cins miyiz? Bu açıklamaların en kötüsü, bir mühendislik yöneticisinin, birinci sınıf öğrencilerinin velilerine, mühendisleri, kendilerine bilim adamları tarafından sunulan keşifler üzerine ürünler ortaya koyan kişiler olarak tanımlamasıydı.

Mühendislerin bu kadar ikincil planda olduğunu bilmiyordum; ancak yaygın izlenime göre durum budur ve bu görüşün yayılmasından sorumlu olan da biz kendimiziz. Bu tip kanılar



William John Macquorn Rankine (1820-1872), Rudolf Clausius ve William Thomson, Lord Kelvin'le birlikte termodinamiğin kurucularındandır.

mesleğimizi ve öz saygımızı zedelemektedir. Ben bunu değiştirmek istiyorum.

Kelimeler anlam taşırlar. Sözlükte mühendislik, yararlı süreçlerin, görüngülerin ve aletlerin bilimi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan “yararlı” sözcüğünü silerseniz, Nobel komitesinin gözbebeği olan fizik biliminin tanımıyla karşı karşıya kalırız. Bu, fiziğin yararlı süreçlerle ilgilenmediği anlamına gelmemektedir. Fizik elbette bu süreçlerle de ilgilidir ve yararlı süreçlere yöneldiğinde fizik kendisine “uygulamalı fizik” adını verir.

B.S.M.E. derecesi mühendisliğin bilim olduğunu bize hatırlatır. ASME kurucuları bunu bilmektedirler, çünkü ASME Tüzüğü'ne şu ifadeleri kaydetmişlerdir: “Bu Odanın amacı, makina mühendisliği ve çok disiplinli mühendislik sanatını, bilimini ve uygulamalarını yaygınlaştırmaktır...”

Bazen mühendislik sanat olarak adlandırılır. Çoğumuz “bilimin” salt eğlenceli fikirlerle, sanatın ise “belli amaca yönelik şeylerle” ilgili olduğu inancıyla büyütülmüştür. Bu yanlıştır çünkü bilim bir amaç için yapılır ve sanat da her zaman bir yarar amacıyla yapılmaz.

Super Collider'den doğması beklenen bilim ilginç ve eğlenceli olabilir, ancak

onun için gereken kamu kaynakları, insanlığın enerji sürdürülebilirliği açısından önemli sonuçlar getireceğini vaat eden pazarlama argümanı sayesinde elde edilmiştir. Bu durum, bilim ve mühendisliğin nasıl birleştiğinin bir örneğidir. Tüm bilimler yararlıdır.

Öte yandan sanat, insanların çeşitli şeyler yapmak için giriştiği bir eylemdir (yani insanın yaratıcılığıdır). Bu yaratıcılık, hem yeni tasarımlar düşünenlere hem de yeni fizik kanunları ortaya koyanlara eşit derecede yakındır. Niels Bohr'a göre “Fiziğin görevini doğanın yapısını keşfetmek olarak düşünmek doğru değildir. Fizik bizim doğayla ilgili söylediklerimizdir.”

Yaratıcılık – zihne orijinal fikirlerin gelmesi – bilim insanları olarak bizi birleştiren bir özelliktir. Mühendis teknisyenle karıştırılmamalıdır; zira teknisyenin görevi bilginin uygulamasını gerektirir; ancak bunda yaratıcılık unsuru aranmaz. 1951 tarihli *Memoirs* yapıtında Başkan Herbert Hoover şöyle yazmıştır: “Yaratıcılık olmayan mühendislik ticarete döner.”

Bilim bir hikâyedir ve daha iyi hikâye daha iyi bilimdir. Mühendislikle birlikte olan bilim, mühendislik olmadan yapılan bilimden çok daha iyi bir hikâyedir.

¹ *Mechanical Engineering (The Magazine of ASME) dergisinin Ekim 2011 sayısında yayınlanan bu yazı Yeliz Demir tarafından dilimize çevrilmiştir. Yazının orijinaline http://memagazine.asme.org/Articles/2011/October/Stressing_Science.cfm bağlantısından ulaşılabilir.*

² *Adrian Bejan, Duke Üniversitesi'nde Makina Mühendisliği Seçkin Profesörüdür.*

Gelecek nasıl tasarlanıyor?

Bilimin nasıl “olduğunu,” ne olduğunu ve neden hepimiz için iyi bir şey olduğunu düşünün. Öyle iyi bir şey ki onun hikâyesini anlatmaya devam ediyoruz. Bilimin iyi bir espri olduğunu düşünün – aslında bilim en iyi espridir, çünkü en çok tekrar edilendir.

Bilim, “bilmek” (Latince scientia) sözcük anlamına uygun davranır. Bilgimiz arttıkça, B kararını vermek yerine A kararını verdiğimizde ne olacağını doğru olarak tahmin edebilmek için bilgimize daha fazla ihtiyaç duyarız. A ve B'nin bilinen sonuçlarını kıyaslarız. Bilimle birlikte geleceği tasarlarız, tahmin ederiz, inşa ederiz ve ona doğru yürürüz.

Bencilleşiyoruz, çünkü geleceği bizim için iyi olacak şekilde tasarlıyoruz ve merkeze kendimizi koyuyoruz. Bu sanal gelecek bizimle birlikte, önümüzde ilerliyor, tıpkı bir atın önünde havucun ilerlemesi gibi. Ancak biz attan daha iyi bir durumdayız: havucu yiyoruz, hatta birçok havuç yiyoruz, muazzam alan kaplıyoruz. Yeni havuçlar üretiyoruz ve yolumuza devam ediyoruz. Gelecekte en iyi seçimleri yapıyoruz, her zaman için. Akışa kendimizi kaptırıyoruz ve akış bizimle yol alıyor.

Bilgi olmazsa, hareket eden her cisimden korkar bir şekilde mağaralarımıza geri döneriz. Haberleri okuyun: Bu durumla günümüzde hâlâ karşılaşmaktayız.

Çok net hatırlıyorum, Ekim 1967'de bir sabah, sınıfa doğru yürüyordum. Konu mühendisliğin temel dayanaklarından biriydi: Malzemelerin dayanıklılığı. Bu isim yüklü yapıların rezistansı (sağlamlığı) yerine kullanılan yanlış bir isimdi. Zihnimde bir önceki dersin içeriğini gözden geçiriyordum. Ders, demir bir çubuğu belirlenen bir ağırlık ucuna takıldığında kırılmaması için hangi

kalınlıkta seçmek gerektiğiyle ilgiliydi. Bu, kolay bir analizdi; ancak, caddeden karşıdan karşıya geçerken, bu zihinsel simgeye o denli takılmışım ki tehlikeli olduğunu hissettim. Anladım ki, prensipleri bilerek çubuğa ne olabileceğini



Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) École Polytechnique'den mezun oldu ve 1824'te Reflections on the Motive Power of Fire [Ateşin Tahrik Kuvveti Üzerine] adlı kitabını yayınladı.

biliyordum. Çubuğun ve onun üzerine oturanların geleceğini bilebiliyordum.

Bu tip bir bilgiden çıkarılacak stratejik ve ekonomik çıkarlar oldukça değerlidir: Kişinin çok sayıda çubuk üretmesi, hepsini test etmesi ve kırılmayanları bir kenara ayırması gerekmemektedir. Bu büyük bir iştir ve bunu görmek zor değildir.

Bilimin değeri çok daha incelikli ve muazzamdır. Caddeyi karşıdan karşıya geçerken, öğretmenlerimin bana geleceği tahmin etme gücünü veriyor olduklarını anladım. Sadece bir tane geleceği değil, birçok geleceği; düşünmekte olduğum her bir çubuk için ayrı bir geleceği. Daha da iyisi, bize en iyi şekilde hizmet eden geleceği seçmeme yarayacak bilgiyi veriyorlardı bana – en kuvvetli, en hafif ve yapımı en kolay olan çubukla yaratılacak

geleceği. Bu, geleceği inşa etme yetisiyle donatıldığım anlamına geliyordu. Ben, ben ki gerçekte “Demir Perde”nin arkasında yoktan gelen hiç kimse olarak, bir zamanlar, bilim var olmadan önce, tanrıya bahşedilmiş olan güçleri ediniyordum.

İyi Fikirler Çabuk Yayılır ve Kalıcıdır

Değişmeden kullanılagelen ve belki de antik çağdan kalma olan en eski teknik kitaba, Öklit'in (Euclid) Elementler (M.Ö. 300) kitabına bir bakın. Bu kitap bilimin (düzlem ve uzay geometrisi, aritmetik) ve herkesin gözü önünde, çıplak olarak temiz bir masa üzerinde kanıtlanma veya çürütme metodunun temelidir (hileye yer yoktur).

Geometri şekillerin bilimidir. Onun eski çağdaki karşılığı olan mekanik, bu figürlerle oluşturulan düzeneklerin bilimidir. Geometri ve mekanik, mühendisliğin ve uygarlığımızın bugünlere ulaşmasının tohumlarını atan temel bilimlerdir. Öklit'in yanı sıra pek çok kişi bu muazzam dizayna katkılar sunmuşlardır.

Her mühendisin kendine göre en önde gelen bilimcilerden oluşturduğu bir panteonu vardır. Benimkiler **Carnot**,



Ludwig Prandtl (1875-1953) yaygın görüşe göre akışkanlar dinamiğinin babasıdır.

Rankine, Gibbs ve Prandtl'dir. Bu isimlerin hepsi mühendisdi, daha doğrusu günümüz terminolojisine göre makina mühendisiydi. Carnot ve Rankine termodinamik biliminin temellerini atmışlardır. Gibbs, buna analitik geometri alanında katkılar sunmuştur. Prandtl ise sınır tabaka teorisiyle akışkanlar dinamiğini hepimizin parmaklarının ucuna taşımıştır.

Bu figürlerin bilime etkisi öyle muazzamdır ki bugün birçok akademisyen bu kişilerin mühendis değil fizikçi olduklarını düşünmektedir. Peki neden? Rankine bunu 1859'da şöyle açıklamıştır:

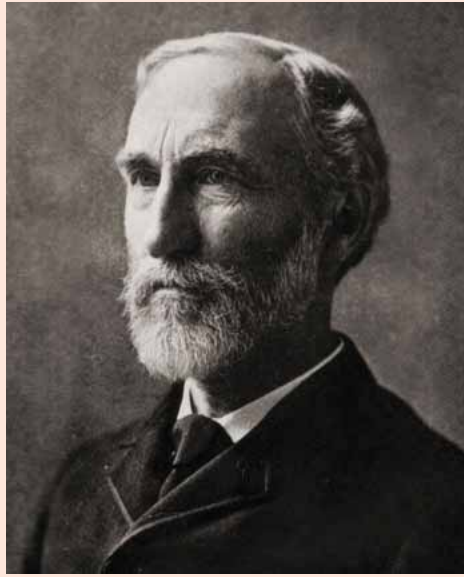
“...Mekanik sanatların kurucuları, biyografi yazarları ve tarihçiler tarafından göz ardı edilmiştir, çünkü pratiğe karşı bir önyargı vardı ve pratik, düşünceye kıyasla daha ikincil planda tutuluyordu. Hatta bilimsel bilgi ile pratik beceriyi birleştiren Archytas (eski bir Yunan filozofu) ve Archimedes (Arşimet)'le ilgili olarak bile, günümüze gelen kaynaklar, bu karakterlerin mekanik icatları hakkında belirsiz ve eksik bilgi sunmaktadır. Bunun nedeni, felsefi düşünceleriyle kıyaslandığında bu icatların önemsiz bir statüye konulmasıdır. Ortaçağda aynı derecede güçlü olarak sürdürülen bu önyargı dönemin yaygın büyüçülük inancıyla da birleşince pratik mekaniğe dair kayıtların, 15. yüzyılın sonuna kadar neredeyse boş olmasına neden oldu. Bu görüşler “İTİCİ GÜÇLER (PRIME MOVERS) olarak adlandırılan makinaların tarihini büyük ölçüde etkilemiş olan görüşler oldu” (Büyük harfler, Rankine'e aittir.).

Neden Bilim İstiyoruz?

Neden insanoğlu güç ister (itici güçler)? Neden insanoğlu zihinsel imgeler ister, bilmek ister ve hatta mümkünse önceden bilmek, tahmin etmek ister? İnsanoğlu bilimi neden ister?

Cevap öylesine “her cüseye tek beden” (herkese uyan) bir cevaptır ki şaşırtıcı bir yanı yoktur. Tüm ihtiyaçlarımız –

yaşam, yiyecek, barınak, bilgi edinme, devamlılığımızı sağlama – yeryüzündeki tüm hayvan kitlelerinin hareketini kolaylaştıracak tasarım özelliğimizdir. Bu tasarımlar olmadan kütleimiz kolay bir şekilde hareket edemez ve uzaklara gidemezdi. Diğer akıcı tasarımlar olmasaydı (yiyecek ve yakıt olarak adlandırılan ekserji akımları) kütleimiz hareket bile edemezdi. Fiziksel dünyada doğal ve insan yapımı tüm sistemler, bir tasarım prensibine göre hareket ederler: Daha kolay hareket edebilmek için tasarımlarını zaman içerisinde değiştirirler.



Josiah Willard Gibbs (1839-1903), “Düz Dişlilerde Çark Dişlerinin Yapısı Üzerine” (1863, Yale Üniversitesi) başlıklı teziyle, mühendislik alanında Amerika'da verilen ilk doktora unvanını almıştır.

Uygarlığın bilim ve teknoloji alanlarındaki ilerlemelerinin net sonucu daha uzak mesafelere daha fazla kütle taşıyabiliyor olmamızdır. Bu defa yönelim yapı kanunu, tasarımın fizik kanunları ve evrimdir. Bu zihinsel görüş mühendislikten gelmektedir.

Mühendislik bilimi doğanın temeli olan şu birkaç prensibi içermektedir: Mekanik kanunları, termodinamik ve tasarım. Bu prensipler yolumuzu açar, deneme yanılma yöntemleriyle kör topal ilerlememize engel olur.

Bu birkaç prensip, canlı sistemlerini (biyosfer, hayvanlar, bitkiler, organlar,

hücreler, insanlar, toplumlar) yeryüzünde çok daha eski bir geçmişe sahip olan cansız sistemleriyle (nehir havzaları, şimşek, lav, rüzgârlar, okyanus akıntıları, tabaka tektoniği, magma) birleştirmektedir. Bir başka deyişle “doğal” olanla “yapay” olanı birleştirmektedir.

Doğal olan tüm canlı ve cansız sistemleridir. Yapay olan insan eliyle yapılmış olan objelerdir. Bu türden her nesne (fikirlere, öğrenme ve bilim dâhil olmak üzere) bireyin bir uzantısıdır, ona eklenen bir değerdir.

“İnsan” anatomi kitaplarında gösterilen çıplak bir vücut değildir. İnsan eliyle üretilen eserler (yazı, ulaşım, iletişim, ticaret, güvenlik vb.) sayesinde her birimiz atalarımızdan daha hızlı, daha verimli, daha uzun ömürlü ve daha uzaklara ulaşabilir kapasitedeyiz. Evrimleşiyoruz. Eserlerimizle beraber zamanla değişiyoruz. Her birimiz dünyanın öbür ucuna uzanıyoruz.

İnsan, bedeninin ve eserlerinin bir bütünüdür; öyle ki, insan ve makina türlerini üretmektedir. İşte biz buyuz ve kökleri mühendislik bilimine dayanan bir uygarlık olarak, kendi gözlerimizin önünde evrimleşmemizin nedeni bu.

Yapay doğaldır ve mühendislik bilimini istemek de doğaldır.

Daha fazla bilgi için

Bu makale Adrian Bejan'ın son dönemde yazdığı 3 kitaba dayanmaktadır:

Advanced Engineering Thermodynamics [İleri Mühendislik Termodinamiği], 3. Baskı (Wiley 2006); *Convection Heat Transfer* [Konveksiyonla Isı Transferi], 3. Baskı (Wiley 2004) ve *Design with Constructal Theory* [Tasarım ve Yapı Teorisi] (S. Lorente ile birlikte, Wiley 2008).

Design in Nature [Doğanın Tasarımı] kitabı (J. P. Zane ile birlikte) Ocak 2012'de Doubleday tarafından basılacaktır. (Ed. Notu: Kitap, 24 Ocak 2012 tarihinde yayınlanmıştır.) ■