

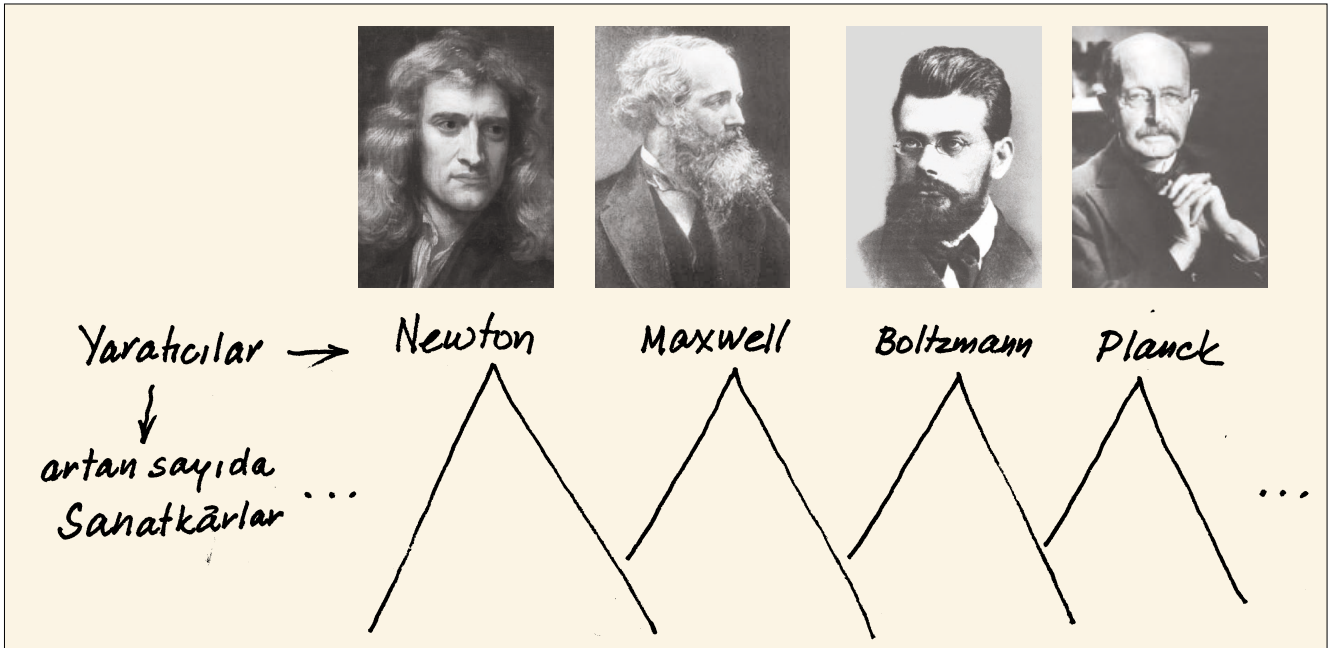
Yaratıcılar ve Sanatkârlar

Meslekler, belirli somut amaçlara yönelik bilgi ve yöntem birikimini, genel anlamda usta-çırak ilişkisi ile elde edilebilen sanatkârların hünerlerini sergiledikleri alanlardır. Yeni hedeflerin gerektirdiği yeni bilgiler ve bilinmeyen yöntemlerin keşfi veya icadı, alışılmış olandan çok farklı bir sanatkâr türünü, yaratıcıyı bekler. Bilimin iskeleti, doğuştan yaratıcı dehâlar tarafından kuruluyor olsa da, onu bütünleştirerek bir yapı haline getirmek, ancak yaratıcı olarak yetiştirilebilecek sanatkârlar sayesinde mümkün. Günümüzdeki eğitim bunu yapabiliyor mu?.. TÜBİTAK 1998 Bilim Ödülü sahibi Vedat Arpacı'nın bu konuda bazı görüşleri var.

Beynin bir yanının zihinsel gücünün doğuştan varolan sanatkârlığa yatkın olduğu, öteki yanının ise yaratıcılık potansiyeli taşıdığı bilinen bir gerçek. İlkokulla başlayıp üniversiteyle son bulan okullu yıllarımızın, başkalarınınca yaratılmış olan bilgileri edinmeye adanmış olduğunu söylemek pek de yanlış olmaz. Bu süreç içinde, bir sanatkârın sahip olması beklenen türden bir zekâyâ güvenir ve ona dayanırız. İyi bilinen bir başka gerçek de, başarılı geçen okul ve üniversite yıllarından sonra aynı derecede başarılı bir meslek hayatı sürdürebilmenin pek sık görülmediğidir. Meslek hayatı okul çağı-

da henüz açığa çıkmamış yaratıcılık potansiyelimize bağımlıdır. Günlük hayatımızda olduğu gibi, meslek hayatımızda da talih rol oynar; ama bu kontrol edilemez ve burada ilgimizin dışında kalmak zorunda. Aramızdan sadece, içinde taşıdığı henüz uyandırılmamış olan yaratıcılığı bulup ortaya çıkarabilenler, bunun yardımıyla yeni çözüm araçları geliştirebilir ve çözülmemiş problemlere el atabilir. İleride daha yakından sözünü edeceğim ve çağlar boyu çözüme ulaştırılmamış olan türbülans bu tür problemlerden biridir ve yeni yaklaşım araçlarının yaratılmasına ihtiyaç gösterir.

Dünya üzerinde hizmet veren üniversite sistemlerinin, yaratıcılığımızı işleyip geliştirmeye yatkın bir mekanizmadan geniş ölçüde uzak oldukları açıkça görülüyor. Eksikliği görülen şey, çağdaş Leonardo da Vinci'leri, Michelangelo'ları, Galilei'leri, Newton'ları, Carnot, Faraday ve Maxwell'leri, Planck ve Einstein'ları vs. ortaya çıkarabilecek bir sistem değil. Bunlar, gücü bizim çok ötemizde olan doğanın yarattığı dehâ sahipleri. Sorun, yaratıcılık özelliğimizi geliştirmeye ve kullanıma uygun hale getirmeye olan ihtiyacın anlaşılabilmesinde yatıyor. Burada üzerinde lâıkiyle durmamızı engelleyecek kadar büyük olan

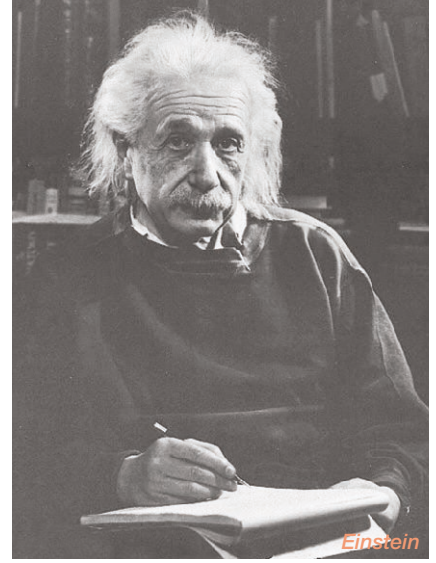




Bernoulli



Euler



Einstein

bu sorunu, geleceğin eğitim uzmanları ele almak zorunda. Ben sadece, üniversel eğitim sisteminin bu hayli önemli sorunu üzerindeki temel görüşlerimi aksettirecek bazı fikirlerimi belirtmekle yetineceğim. Bunu da, doğa bilimlerinin yaratıcıları ile ilintili, biraz gelişigüzel seçilmiş örnekler yardımıyla göstermeye çalışacağım.

Önce Newton'u ele alalım. Gravite fikrinin elma ağacı altında uyurken doğduğunu kabul etmek, onu çok hafife almak olurdu; düşen elmayla ilgili söylenti doğru olabilir de, olmayabilir de. Ama olay, fikri açıklamak için çok uygun: Dalındaki elmayı orada tutan kuvvetlerin dengesi ortadan kalkınca elma düşmeye başlar ve gitikçe hızlanarak düşer. Kaybolan kuvvet dengesini düzeltmek için gerekli olan yeni kuvvet ise, bu hızlanmayı sağlayacak şekilde düşünülmelidir.

Maxwell'in elektromanyetik denklemlerine gelelim. O zamanlarda, Faraday kanunu ve zamanla değişmeyen Amperé kanunu bilinmekteydi. Maxwell'in ilk düşüneceği şeyin, Amperé kanununu zamanla değişen olayları da kapsayacak şekilde genelleştirmek olacağını tahmin etmek pek de zor değil. Geriye, bu zamanla değişen Amperé kanunu ile Faraday kanununu basit matematikle birbirine bağlamak kalıyordu.

Benzer şekilde, gerek Boltzmann'ın entropinin olasılıklara dayalı yorumunu, gerekse Planck'ın siyah cisim radyasyonunda monokromatik ışımaya gücünü kuantum temellerine bağlamasını, çağdaşlarının belki de farkında olmadıkları, oldukça basit

bazı temel gerçekleri onların görebilmelerinde aramak gerekir. Daha pek çok örnek göstermek mümkün.

Burada vurgulamak istediğim şey şudur: Uygulayageldiğimiz öğretme/öğrenme sürecinde başka bir yaklaşıma ihtiyaç var. Sadece doğa kanunlarını öğretme/öğrenme ile yetinmemeli, bu kanunları keşfedebilmemize yol açacak düşünce yapısını ve yollarını da araştırmalıyız. Hiç şüphe yok ki, bu yeni yaklaşımla, beynin her iki yanı için de çok daha dengeli olan düşünce/akıl egzersizi imkanı sağlanacak ve okul yıllarındaki başarıyla okul sonrasındaki başarı, hiç değilse bir dereceye kadar uyum içine girebilecektir.

Buraya kadar değindiğim düşünceleri şimdi özele indirgeyerek, şu sı-



ralarda araştırma konularımın ağırlığını oluşturan ısı-akışkanlar mekaniğine bağlamak istiyorum. Akışkanlar mekaniğinin bugünkü anlamda dayandığı temeller olan Bernoulli ve Euler denklemlerinin aşağı-yukarı 250 yıllık bir geçmişi var. Johann Bernoulli, İsviçre'de hayli saygın ve şöhret sahibi bir üniversite profesörüydü. Newton mekaniğinin çok usta bir sanatkârı olarak bazı aktüel problemlere el atmıştı. Oğlu Daniel Bernoulli'ye gelince, bugün Bernoulli denklemleri adıyla andığımız denklemlerin mucidi/yaratıcısıydı; ama hayatının büyük bir kısmını iş arama mücadelesiyle geçirdikten sonra, Saint Petersburg'da bir öğretmenliği kabul etmeye razı olmuştu.

Genel olarak söylemek gerekirse, olağanın dışında bir sanatkâr, daha hayattayken şöhret ve saygınlık kazanır ve buna lâyıktır; zaten meslek erbabının çoğu temelde sanatkâr olarak yetiştirilir. Buna karşılık, yaratıcı birinin henüz hayattayken tanınmasının ender oluşu üzücüdür. Hayatı boyunca sıkıntı ve eziyet çeker... Planck'ın görüşüne katılmamak mümkün mü? "Yeni bir bilimsel doğrunun zaferi, muhaliflerini ikna ederek aydınlığı görmelerini sağlamakla değil, fakat muhalifler eninde sonunda ölüp, doğruya aşına yeni kuşakların yetişmesiyle kazanılır." Muhalefet daima, bir takım bilinen araçlarla iyi eğitilmiş olan, fakat klasik araçların çözüm vermediği bir problemin yeni araçlara ihtiyacı olduğunu anlayamayan ve bunlara direnen sanatkârlardan gelir.

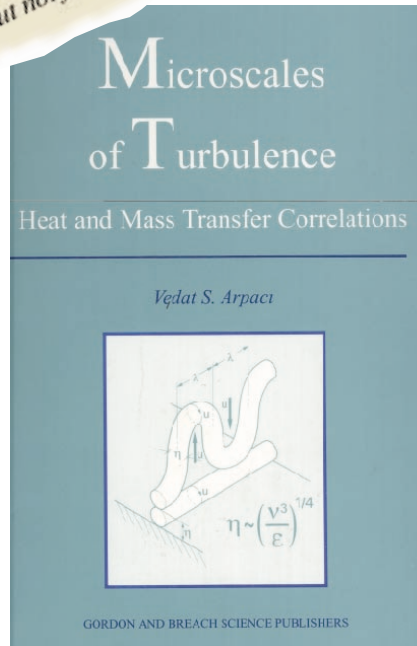
Yaratıcı bir dehânın karşılaştığı olağan zorluklar, biraz saldırgan gözüke de, Einstein'ın sözlerinde ifadesini buluyor: "Büyük fikirlere şiddetli muhalefet daima orta zekâlardan gelmiştir." Daha pek çok acıklı örnek gösterilebilir. Carnot çevrimi, Carnot'nun ölümünden on yıl sonra bile tanınmıyordu. Kinetik Teori'si yüzünden Boltzmann'la hayatı boyunca alay edilmişti; ölümüne ikinci intihar girişimi sebep oldu. Maxwell de Elektromanyetik Teori'sinin kabul edildiğini görmeden öldü. Gariptir ki kendine karşı gelenlerin başında Kelvin geliyordu. Bunun nedenlerine girmeyelim.

Akışkanlara dönersek; Euler denklemlerine sürtünmenin eklenmesiyle geliştirilen Navier-Stokes denklemleri için, bilim dünyasının dört yaratıcısı (Navier, Poisson, Saint-Venant ve Stokes) aşağı-yukarı bir yüzyıl beklemek zorunda kaldığını hatırlatmak isterim. Bu denklemlerin çözülmesinde karşılaşılan güçlükler ise, ancak yarım yüzyıl sonra Prandtl'in ortaya attığı *sınır tabaka* kavramı ile büyük ölçüde ortadan kaldırılabildi. Bu çözümler, laminer akıma denk çok sayıda, çeşitli problemlerle ilgili. Daha sonra başlayan ve gittikçe yoğunlaşan türbülanslı akışla ilgili çalışmalar arasında en önemli kavramın, Prandtl'dan aşağı-yukarı yarım yüzyıl sonra Kolmogorov'un ortaya attığı *mikroölçek* (microscale) kavramı olduğunu söyleyebilirim. Prandtl'in sınır tabaka kavramıyla sadeleştirilmiş denklemleri çeşitli (benzeşim, asimptotik, sayısal gibi) yollardan çözmek mümkün olduğu halde, Kolmogorov'un mikroölçek kavramının taşıdığı potansiyel yakın zamana kadar anlaşılamadı. Buna bir istisna, türbülansın denge tayfında eşik ölçeği olarak kullanılması olmuştu. Mikroölçek kavramının sahip olduğu potansiyeli bütün yönleriyle ortaya çıkarmadan önce, türbülans araştırmalarının son zamanlardaki genel durumuna bir göz atmakta yarar var.



Yüzyılı aşan bir sürede gittikçe artan ölçüde ilgi ve dikkat çekmesine rağmen, türbülanslı akışların çözümü için genel bir yaklaşım henüz bulunmuş değil; hatta tahmin edilebilir bir gelecekte buna erişilebileceği de şüpheli. Bu yolda ilerlememizi engelleyen başlıca zorluk, bu tür akışların sağlaması gerektiği kabul edilen çizgisel olmayan bir dizi kısmî differansiyel denklemin çözümünü bilmiyor olmamız. Hızla ilerlemekte olan hesaplama becerileri sayesinde, son zamanlarda dikkatler bu denklemlerin direkt sayısal metodlarla çözümü üzerinde yoğunlaştı; ve moda deyimle, filtrelenmiş denklemlerin kaos veya büyük çevrinti (eddy) benzeşimleri doğdu. Bununla birlikte, çok geniş kapsamlı hesaplama gayretlerine rağmen, güvenilir kantitatif tahminlerde bulunmak hâlâ güç ve büyük ölçüde bazı amaca yönelik ön kabullere muhtaç. Özet olarak, elimizdeki türbülansa özel metodlar şimdiye kadar probleme doyurucu bir çözüm getirmeyi başaramadılar. Türbülans araştırmalarında ilerleme vaadeden yegâne yolun, boyutla ilgili bazı argümanları içgüdü'nün gösterdiği yolda (intuitive) kullanıp geliştirmek olduğu görünüyor.

For
Mustafa Kemal
Gone, but not forgotten



Gerçekten, deneysel çalışmalara dayanan literatürün incelenmesi açıkça gösteriyor ki, türbülansın bazı belirtileri sadece, yayınım (diffusivity), sönüm hızı (dissipation rate) gibi birkaç taşınım (transport) özelliğine bağlı. Bu gibi durumlarda, boyuta dayalı metodlar, sayısal bir katsayının tayini dışında, zahmetsizce bir sonuca götürmektedir. Enerji ve entropi spektrumlarının denge dağılımı, iki fazlı ve reaksiyona açık akışları da (difüzyon alevi, yangınlar gibi) içine alan ısı/madde transfer korrelasyonları akla gelen çarpıcı örnekler. Meselâ, türbülanslı sürtünme katsayısı ve türbülanslı ısı/madde transfer katsayıları, Kolmogorov'un kavramlarının türbülanslı kompleks akışlar için genelleştirilmesiyle elde edilebilen, üniversal bir kısım içerirler. Yakın zamana kadar amprik olduğu sanılan ısı ve kütle transferi korrelasyonlarını, artık bugün mikroölçek kavramı ile değerlendirebiliyoruz. Son gelişmelere dünya çapında öncülük ettiğim kanısındayım. Bu alanda yaptığım çalışmalar ve uluslararası konferanslarda verdiğim anahtar (keynote) konuşmalar arşiv değerindeki çeşitli literatürde ve geçen yıl çıkan ve Büyük Ata'ya ithaf ettiğim kitabımda bulunabilir.

Yazıma bu kitabımdan aldığım özel bir örnekten kısa bir özetleme ile son vermek istiyorum. Matematikte, bağımsız değişken x ile bağımlı değişken y arasındaki basit bir fonksiyonel ilişki bulunduğunu, $y=f(x)$ şeklinde ifade ederiz. Eğer x ve y boyutsuz büyüklüklerse, aynı ifade fiziksel bir anlam da taşıyabilir. İfadenin açık bir şekli olan $y=Cx^{1/3}$ bağıntısının, uygun bazı mikroölçekler cinsinden, türbülanslı doğal akışlardaki ısı transferini temsil ettiği gösterilebilir. Burada C sayısal bir sabit, y Nusselt sayısıdır; $x=F\beta/v\alpha$ ise, l karakteristik bir uzunluk, v ve α , sırasıyla kinematik (momentum) ve ısı yayınım katsayıları olduğuna göre, genelleştirilmiş bir Rayleigh sayısıdır. Akış çok değişken kuvvetlerin etkisi altında gerçekleşiyor olabilir: Kaldırma (yüzdürme) kuvveti, termokapiler kuvvet, merkezkaç kuvveti gibi... F bu kuvveti temsil etmekte, böylece, bağıntı üniversalite kazanmaktadır.

Vedat S. Arpacı
Prof. Dr., University of Michigan