

# Neden bilim?

Artık iyice anlaşılmıştır ki (teknolojik) bilgi transferi ile sorun çözmek ya da yeterli ekonomik büyüme yaratmak mümkün değil. Başka yerde üretilen bilgi uygulamaya konuluncaya dek eskimiş olacaktır ve piyasalarda beklenen rekabet üstünlüğünü yaratamayacaktır. Zira o arada gelişmiş ülkeler daha yeni bilgiler üretip bunların çok daha yüksek teknoloji içerikli ürünlerini piyasaya sürmüş olacaklardır.

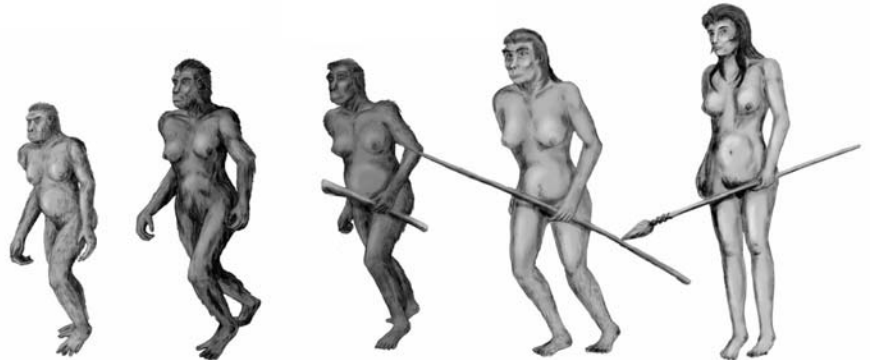
## Bilim ve yaşam

**D**ünyanın her yerinde bilime tutkun, meraklı ve zeki, hatta çok zeki insanlar var ve her çağında olagelmiş. Ama bu tutku genellikle toplumdaki gerekli ilgi ve yakınlığı görmüyor. Örneğin günümüzde dünyanın bilimdeki en ileri ülkesi olan Amerika'da yapılan araştırmalar Amerikalıların yüzde 95'inin bilim cahili olduğunu gösteriyor. Ne tuhaf. Üstelik OECD ülkeleri arasında yapılan bir araştırmada halk arasında evrim teorisine inanma yüzdesi bakımından **Türkiye ile ABD son iki sırada** yer alıyor, karşılıksız kalıyor. Aslına bakarsanız bu bilimsel cehalet uygarlık tarihi boyunca hep bir kaygı konusu olagelmiş.

2400 yıl önce Platon, *Kanunlar* adlı eserinin 7. cildinde bilimsel cehaletin tanımını yapıyor ve yakınıyor: "Bu durumdan yalnız kendi adıma değil tüm Yunanlılar adına büyük utanç duyuyorum", diyor. Bu tür yakınmalara 4000 yıl önceki Sümer metinlerinde bile rastlanıyor. Bu tür bir cehaletin sonuçları günümüzde geçmişe göre çok daha fazla tehlikeler taşıyor.

Günümüzde hava kirliliği, küresel ısınma; zehirli-radyoaktif atıklar; hızlı nüfus artışı ve beslenme-küresel gıda krizi gibi konulardan habersiz olmak çok korkutucu bir cesaret örneği (cahil cesareti). Ülkemizde bu konudaki gelişmeler ne yazık ki olumlu yönde değil, tam tersi yönde. Yeni ürkütücü bir akım geliyor: Cehaletinden gurur duymak!

Bilimsel cehalet uygarlık tarihi boyunca hep bir kaygı konusu olagelmiş. 2400 yıl önce Platon, *Kanunlar* adlı eserinin 7. cildinde bilimsel cehaletin tanımını yapıyor ve yakınıyor: "Bu durumdan yalnız kendi adıma değil tüm Yunanlılar adına büyük utanç duyuyorum", diyor. Bu tür yakınmalara 4000 yıl önceki Sümer metinlerinde bile rastlanıyor.



OECD ülkeleri arasında yapılan bir araştırmada halk arasında evrim teorisine inanma yüzdesi bakımından Türkiye ile ABD son iki sırada yer alıyor.

Türkiye son bir kaç yüz yıldır geri kalmışlığın acılarını yaşıyor. Ekonomik, sosyal ve siyasî alanlarda pek çok eksik ve kusurlarımız var; bunların doğal uzantısı olarak güçsüzlük ve evrensel ölçekte saygınlık eksikliği de var.

Daha ileri/teknik konular da her gün giderek artan bir yoğunlukla günlük yaşama giriyor ve gündeme yansıyorlar: Filyon, füzyon; ileri bilgisayarlar, HDTV, 3G, Google Earth; haberleşme güvenliği (telefonların dinlenmesi, mekân dinlenmesi); uzay istasyonları, uzay teleskopu; kök hücre, genetik kod, GDO'lu ürünler; AIDS, kanser, kürtaj; Mars'a yolculuk gibi konuların toplumdaki yansımaları nelerdir?

Bunları anlamadan, kendi yaşamımızda akıllıca kararlar alabilir miyiz, ya da, ulusal siyaseti etkileyebilir miyiz? Ülkemizde bu konulardaki kararlar nasıl ve kimler tarafından alınıyor? Son 50–60 yılda bilim alanında saygın bir geçmişe sahip kaç siyasetçi-devlet adamı sayabilirsiniz? Benim bu konuda ülkemizde aklıma ilk gelen, siyasetçiden çok devlet adamı kimliğiyle merhum Erdal İnönü.

M.Ö. 4. yüzyıldan başlayarak, tıp bilgimiz arttıkça doğumda ve çocukluk çağında ölümler giderek azaldı; ortalama ömür süresi uzadı ve milyonlarca insan için yaşam kalitesi büyük ölçüde yükseldi. Ortalama ömür süresinin uzaması yaşam kalitesinin arttığını gösteren tek ve en iyi ölçüttür. **Bilimin insanlığa en büyük armağanı da budur.**

Tarım Devrimi öncesi, avcılık-toplayıcılık döneminde atalarımızın ortalama ömrü 20–30 yıldır. Ortaçağ'da ve Geç Roma döneminde de bu değerlerde bir değişim olmadı. Ortalama ömür ancak 1870'lerde 40'lara ulaşabildi. Sonraki gelişme tümüyle 20. yüzyılın eseri: 1915'de 50, 1930'da 60, 1955'de 70'e yükseldi. Günümüzde ulaşılan değer 80'ler.

Son yüzyıldaki bu baş döndürücü gelişmeyi neye borçluyuz? Başta hastalık-mikrop bağıntısını kuran bilimsel gelişme (Pasteur) olmak üzere, ilaçlara ve tıp teknolojilerine.

**Bilim ve demokrasi:** Hemen altını çizelim ki bu iki önemli düşün alanı aynı yerde, aynı zamanda yeşerdi: M.Ö. 7–5. yüzyıllarda, Ege havzasında. Bilim ve demokrasinin değerleri birbirleriyle uyumlu ve birçok durumda ayrılmazdır. Bilim, öğrenmek zahmetine katlanan kişiye güç verir ve fikirlerin özgür alışverişine dayalıdır. Bilim de demokrasi de yeterli neden, tutarlı sav ve kanıt konusunda objektiflik ve dürüstlük peşindedir. Bilimsel düşünce toplumda egemen kılınırsa demokratik düzen için de en sağlam temel oluşturulmuş olur. Zira ancak bilimsel değerlere bağlı kalırsak yalanlara kanmayız.

Karmaşa ve yanıltmacaların engin denizinde doğruyu bulmak şunları gerektirir: Uyanıklık, cesaret (özellikle aklını kullanma cesareti) ve Gladwell'in yeni kitabı *Sıradışı'lar*'da (Outliers) kalın çizgilerle altı çizildiği gibi sabırlı çalışma ("10.000 saatlik çalışma"-Outliers).

Bu zorlu düşünce alışkanlıklarını edinmek için uğraşmayı istemezsek, gerçekten ciddi sorunlarla karşılaştığımızda

çözüm üretmeyi bekleyemeyiz; buna hakkımız da olmaz. (Zekâyı, daha önce hiç karşılaşmadığımız bir sorunla baş edebilme yetisi olarak tanımladığımızı hatırlatmak isterim bu noktada.) Böylece, zamanla salt kelle gezdiren ve her türlü kisvedeki şarlatanın yemini yutmaya hazır (koşullanmış) bir budalalar ülkesi/dünyası haline geliriz.

## Bilimsel devrim ve Türkiye

Türkiye son bir kaç yüz yıldır geri kalmışlığın acılarını yaşıyor. Ekonomik, sosyal ve siyasî alanlarda pek çok eksik ve kusurlarımız var; bunların doğal uzantısı olarak güçsüzlük ve evrensel ölçekte saygınlık eksikliği de var. Bu söylemin içeriğini doldurmak için somut bazı göstergelerden söz etmemiz gerekir.

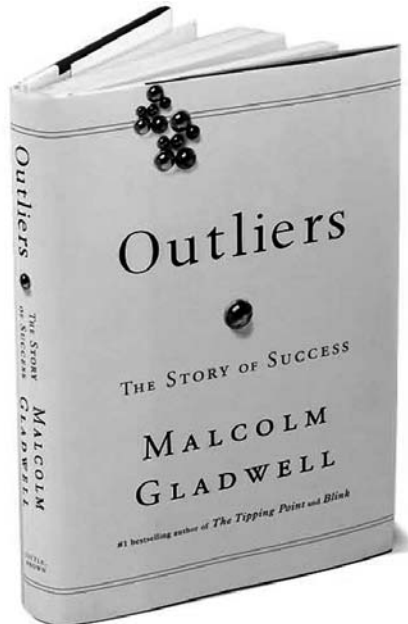
Kişi başına ulusal gelir (GDP) 10.500 ABD doları. Bunun Kore ve Japonya için sırasıyla 18.000 ve 39.000 olduğunu not edelim. Toplam GDP'mizin dünya toplamı içindeki payı demografik ağırlığına ulaşmış, % 1.35.

Uluslararası rekabet gücü sıralamasında 133 ülke arasında 2009–2010 yıllarında 61. sıradayız. Bu sıra 2008–2009 yıllarında 53.'lük imiş. Yani bu açıdan bir gerileme var.

İnsani gelişmişlik indeksi sıralamasında (HDI) 2011 yılındaki sıramız 92.'lik. Bu sıra Suudi Arabistan, İran ve Kore için sırasıyla 56., 88. ve 15.'lik.

HDI'yı oluşturan faktörlerin ortalama ömür (sağlık), ortalama okullaşma (eğitim) ve ulusal gelir (ekonomi) olduğunu not edip tekrar hatırlatalım: yaşam kalitesinin en önemli göstergesi ortalama ömürdür. Devletlerin zenginliğinin her zaman halkın yaşam kalitesine yansımaya bildiği çok iyi bilinmektedir. Bunun somut göstergesi HDI sıralamasındaki derece ile kişi başına gelir sıralamasındaki derece arasındaki farkı olarak oluşturulan indekstir.

$\Delta=R(\text{GNI})-R(\text{HDI})$ ; burada R dünya sıralamasındaki dereceyi göstermektedir.



Pozitif  $\Delta$ , yaşam kalitesinin (eğitim ve sağlık) devletin ekonomik zenginliğinin yansıttığından daha yüksek olduğunu, negatif  $\Delta$  ise zenginliğin halkın yaşam kalitesine yansımamış olduğunu göstermektedir. Bu indeks perspektifinden bakıldığında da ülkemizin durumunun pek parlak olmadığı görülmektedir:

Türkiye: -25, İran: -12, Kuveyt: -57, Katar: -36, Japonya: +11, Kore: +12

Katar'ın kişi başına ulusal gelirin ne denli yüksek olduğu (GNP=180.000 USD) göz önüne alındığında o zaman bu indeksin bu denli düşük olmasının tek açıklaması kalmaktadır: Bilimin aydınlığından yoksun olduğu için zenginliği elinde tutan iktidarlardan hak ettiğini alamayan bir halk...

Peki, bu hep mi böyleydi, yani hep mi gerideydik?

16–17. yüzyıllarda uygarlık düzeyi itibarıyla Batı uygarlığı ile aramızda önemli bir fark yoktu. Ancak sonraki yıllarda durum değişti. Önce askeri alandan başlayarak her alanda ara aleyhimize olarak sürekli açılmış.

Peki, nasıl ve neden olmuş bu? 1543–1687 arasındaki yaklaşık 150 yıllık bir periyotta Batı'da uygarlık tarihinin en büyük dönüşümlerinden biri, gerçekleşti: Bilimsel devrim, yani, gözlem, deney ve matematiksel gösterime dayanan araştırma yöntemiyle yeni bilgi üretimi yöntemi. Ne tuhaftır ki, o dönemde dünyanın en önemli ülkelerinden biri olan ve o coğrafyanın doğu sınırını oluşturan Osmanlı bu kadar uzun bir sürece yayılmış bu büyük değişim ve dönüşümün ayırtına varmamış. Yani bilimsel devrim ve onun

Devleti yönetenler Batı'daki gelişmenin kaynağının bilimsel devrim olduğunu, bunun da araştırma yoluyla yeni bilgi üretiminden kaynaklandığını yüzyıllar boyu bir türlü algılayamamışlar.



Mühendishane-i Bahrî-i Hümayun, "Batı'yı teknolojik bilgi transferiyle yakalamayı" öngören anlayışın ürünlerindedir.

uzantısı ve türevi olan Aydınlanma ve sanayi devrimleri ülkemiz kalın duvarlarını aşıp içeri girememiş. Böylece ara sürekli açılmış.

Önce Batı'nın savaş gücünde ileri gittiğini fark edince arayı kapamak için çareler aranmış. Ama bulunan çözüm reçeteleri hep eksik kalmış. Örneğin "**onların ürettiği silahları, makineleri alalım ve kullanalım, arayı kapatırız**" diye düşünülmüşler. Bakmışlar ki bu sorunu çözmüyor, hatta ara açılmaya devam ediyor. Daha sonra doğrudan teknoloji ürünleri yerine teknolojik bilgi transferi ile sorunun çözülebileceği düşünülmüş. Avrupa'dan askeri mühendislerin transferi, askeri mühendishanelerin açılması bu bağlamda değerlendirilebilecek yüzeysel çözüm çabaları.

Yani devleti yönetenler Batı'daki gelişmenin kaynağının bilimsel devrim olduğunu, bunun da araştırma yoluyla yeni bilgi üretiminden kaynaklandığını yüzyıllar boyu bir türlü algılayamamışlar.

### Tarih tekerrür ediyor: Bilimsel devrime kırmızı kart

Geri kalmışlığın gerçek nedeninin ayırtına ulusal eğitim politikasındaki boyuyla varılması 1933 yılında gerçekleş-

tirilen İstanbul Üniversitesi reformuyla olmuştur. Bu devrim sonuçları itibarıyla batıdan 300 yıl sonra 20. yüzyılın ikinci yarısında hayata geçmeye başladı.

Ancak günümüzde hala sorunlar var. Aradan şu kadar zaman geçtiği halde bilimsel devrimi ne ölçüde algılıyoruz ya da yeterince değerlendiriyor muyuz? "Yeni bilgi üretirsek gücümüz de artar" anlayışı hala yerleşmediği gibi, 60'lı yıllarda yeniden tırmanışa geçen aydınlanma kıpırtılarını bastırarak karşı akımlar da son dönemde iyice ivme kazanmış durumda.

Ne acıklıdır ki, buna benzer yaklaşımların çok yakın geçmişte, 300 yıllık gecikmeyle de olsa Atatürk devrimleri ile bir anlamda bilimsel ve Aydınlanma devrimlerini birlikte gerçekleştirmiş olan, Cumhuriyet Türkiye'sinde bile en üst düzeyde dillendirildiğine tanık olduk: "**Bilim üretip ne yapacaksınız? Gelişmiş ülkeler bilim üretiyorlar zaten; siz de okuyup öğrenin yararlanın. Ekonomiyi geliştirmek için kullanabileceğimiz sınırlı kaynakları bilim yapacağız diye boşa harcamayalım**" buyurmuşlar bu değerli büyüğümüz.

Bu bağlamda daha yenilerde (üstelik yeni milenyumda) Türkiye'nin merkezi BT kuruluşu TÜBİTAK'ın yeni yönetimi ülkenin yeni "Ulusal Bilim ve Teknoloji



Piyasada dolaşan açık bilimsel bilgiyi ekonomik değere dönüştürebilmek de hiç kolay bir iş değil; yani açık bilimsel bilgi hemen ve masrafsız olarak uygulanıp bir teknolojik ürüne dönüştürülebilir şeyler değildir. Bunun için yetişkin bilimsel insan gücü ve gelişkin bilimsel alt yapılar gerekir.

Vizyonu” olarak sundukları ifade gerçekten bu vahim durumu çok açık bir biçimde sergilemektedir. Kurum Bülteni'nin Nisan 2005 sayısında yer alan bu ifade şöyle: **“Türkiye'nin yeni Toplumda bilim ve teknoloji kültürünün benimsenmesini sağlayan, bilim ve teknolojiyi ürüne dönüştürerek ulusal yaşam düzeyini yükselten ve sürdürülebilir kılan lider bir Türkiye”.**

*Bu vizyonda, var olan bilgilerin faydalı ürünlere dönüştürülmesi esas hedef alınıyor. Yeni bilgi (bilim ve teknoloji) üretmek yok. Böyle bir vizyon kabul edip dünyaya duyurmak, lider değil, ikinci sınıf bir toplum olduğumuzu kabul etmek ve “Birinci sınıf uluslar yeni bilgileri üretirler; bizim gibi ikinci sınıf olanlar da o bilgileri alıp yararlı ürünler üretmeye çalışırlar” demektir.*

Bugünkü durum bile tam olarak böyle değilken, bu doğrultuda daha ileri götürecek bir misyon benimsemek yerine, gelecek için ikinci sınıf ülkelere yakışır böyle bir rolü ulusça benimsemek “çağdaş uygarlık yarışında lider Türkiye” kavramıyla tam bir çelişki içinde.

### Yeni bilginin gücü

Burada anahtar sözcük yeni bilgi üretmek; yani temel bilimsel araştırmalara önem vermek... Çünkü günümüzde artık iyice anlaşılmıştır ki (teknolojik) bilgi transferi ile sorun çözmek ya da yeterli

ekonomik büyüme (Batı ile arayı kapayacak) yaratmak mümkün değil. Başka yerde üretilen bilgi uygulamaya konulunca dek eskimiş olacaktır ve piyasalarda beklenen rekabet üstünlüğünü yaratmayacaktır. Zira o arada gelişmiş ülkeler daha yeni bilgiler üretip bunların çok daha yüksek teknoloji içerikli ürünlerini piyasaya sürmüş olacaktır.

Biraz daha açalım: Unutmayalım ki bir kilo uydunun fiyatı 100 bin dolar iken bir kilo klasik makinenin, otomobilin fiyatı 10 dolar. Aradaki fark o uydudaki en son üst düzey teknolojinin içine girmiş olan bilimsel bilgiyi geliştiren AR-GE harcamalarını dolaylı olarak karşılamak, finans etmek için ödenmektedir. O halde biz ya onların hurdaya çıkaracakları teknolojileri, demir-çelik, otomobil gibi transfer edip neredeyse sıfır katma değerle bunları üretip pazarlarız, böylece Türkiye'yi de çevresel ekolojik bağlamda bir takım potansiyel felaketlere de maruz bırakırız; ya da en ön cephede yeni bilgileri üretmek ve bunların patent haklarına sahip olarak bunların ihracatı ile ülkemize katma değer yaratmak yolunda yeni bir strateji belirleriz. O noktaya ulaşmak her halde o kadar kolay değil. Ancak Finlandiya örneğine bakıldığında bunun hiç de olanak dışı olmadığını görürüz. Finlandiya bugünkü durumuyla bu dediklerimi kanıtlayan en iyi örnektir.

Demek ki, bilim ve teknoloji ile sosyo-ekonomik gelişme sağlamak transfer edilmiş bilgi ile olmuyor. Kaldı ki ekonomik değere dönüşebilecek bilgi de öyle serbestçe piyasada da dolaşmıyor; yani bedava mal da değil. Yani kimse kimseye karşılıksız bilgi vermiyor

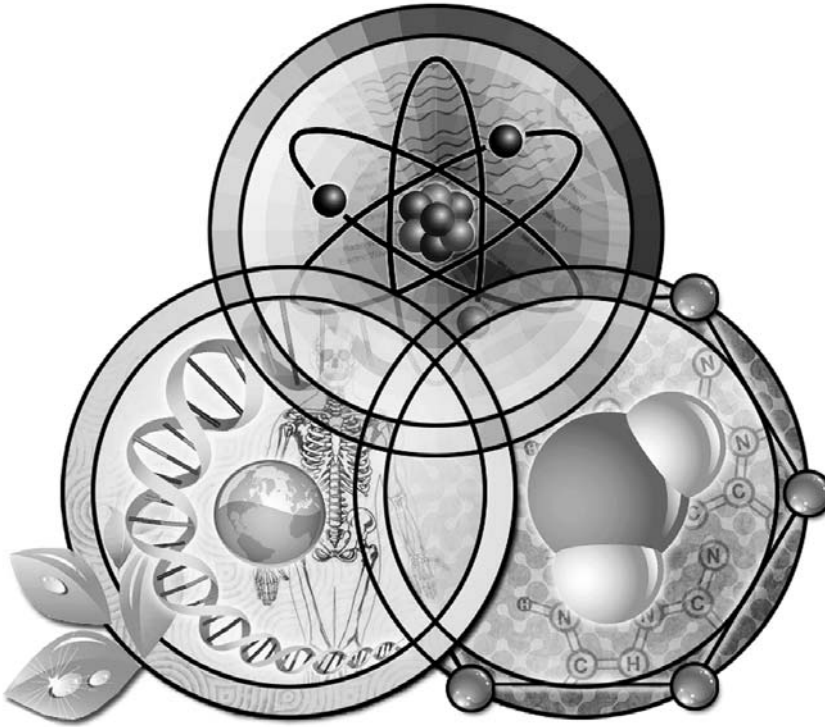
Ayrıca, piyasada dolaşan açık bilimsel bilgiyi ekonomik değere dönüştürebilmek de hiç kolay bir iş değil; yani açık bilimsel bilgi hemen ve masrafsız olarak uygulanıp bir teknolojik ürüne dönüştürülebilir şeyler değildir. Bunun için yetişkin bilimsel insan gücü ve gelişkin bilimsel alt yapılar gerekir.

### Bilimin gelişim dinamiği

Bilimde ilerleme proje şablonlarının üzerinde gerçekleşmez. Çok önemli bilimsel keşiflerin pek çoğu beklenmedik şekilde gerçekleşmiştir. Örneğin 19. yüzyılda gerçekleştirilen pek çok keşif yola çıkarken bulmayı umdukları şeyler değildi ve bu bilim insanları buluşlarının yapacağı etkinin de farkında değildi. Rahatça söyleyebiliriz ki, iyi ki de öyle olmuş. Zira Faraday, Röntgen ve Hertz yapmakta oldukları iş yerine günümüzün moda deyişimiyle, zamanlarının “gerçek problemleri” ile uğraşsalar bugün yaşamımızın çok önemli parçaları olan radyo, TV, tıbbi ışını ve elektrik motorları olmazdı.



*Türkiye, ön cephede yeni bilgileri üretmek ve bunların patent haklarına sahip olarak bunların ihracatı ile ülkemize katma değer yaratmak yolunda yeni bir strateji belirlemelidir.*



Günümüzde temel bilimciler, yönetim katmanlarınca genelde "yararlı" görülmeyen "egzotik" konularla uğraşıyorlar.

Bu geçmiş başarı öykülerinden esinlenerek bazı önemli sanayi kuruluşlarının da (AT&T, GE, IBM, Dupont) gerçek temel araştırmalara büyük önem verdiği dönemler olmuştur. Örneğin Dupont'un araştırma laboratuvarlarında Teflon'un 1932'deki keşfi bu yaklaşımın eseridir. Bell laboratuvarlarından 11 Nobel ödülü çıkması bu parlak bilinç döneminin bir ürünüdür. Bu eğilim son yıllarda hemen hemen son bulmuştur. Sanayideki yeni eğilim artık doğrudan araştırma yapmak yerine akademik patentlerin büyük mablağlarla satın alınması ve kadrolarındaki bilim adamı ve mühendislerden bunları ticari ürünlere dönüştürmesini beklemektir. Dolayısı ile temel araştırmaların destek ve teşviki artık esas olarak kamuya bırakılmış durumdadır.

### Neden temel bilim?

Temel bilimsel araştırmalar kısa vadeli pratik bir sonuç beklentisi gütmeksizin, yalnızca bilgi edinmek amacıyla doğayı sorgulamak ve meraklarını gidermek amacıyla bilim insanlarının yaptıkları faaliyetlerdir. Sonuçta uygulamaya ko-

yacağımız yeni bilgileri edinmenin tek yolu budur.

Genel olarak her sektörden yöneticiler esas olarak güdümlü araştırma ve geliştirme etkinliklerine yatırım yapılmasından yanadır; bu etkinliklerin zenginleşme ve yaşam kalitesini yükseltmeye ve istihdam yaratmaya katkısı olduğuna inananlar çoğunluktadır. Bu nedenle de, yüksek enerji fiziği ya da astrofizik gibi alanların yararsız ve pahalı lüksler olduğu düşünülür. Onlara göre, *bu alanlardaki etkinlikler hiçbir ekonomik büyüme ya da beşeri gönenc sağlamadan ulusun kaynaklarını israf eder.* Yukarda yakın tarihten iki örneğinin verdiğim ve yenilerde her ortam ve her fırsatta sıklıkla ifade edilen bu görüşler özellikle gelişmekte olan ülkemiz için son derece yıkıcı söylemlerdir.

Yani özetlersek, kamuoyu ve özellikle siyasiler, çok az istisna ile bilgi üretmeyi, bilim insanlarının kendi istekleriyle giriştikleri, bir anlamda boş zamanlarını değerlendirdikleri bir etkinlik olarak görürler. Bu nedenle de bu etkinlikleri desteklemek yerine ülkenin itibar ve prestijine olası küçük katkısı nedeniyle kerhen hoş görüyor, izin veriyorlar.

Günümüzün temel bilimcileri de yönetim katmanlarına yararlı gibi görünmeyen egzotik konularla uğraşıyorlar çoğunlukla. Üstelik bu araştırmalar genel olarak pahalı araştırmalardır. Ancak geçmiş deneyim gösteriyor ki, bunlara almadan bu araştırmaları desteklemeyi sürdürmek gerekiyor. Zira sonuçları önünde sonunda yararlı bir sosyoekonomik uygulama alanı mutlaka bulacaktır.

Bu bakımdan zikredebileceğimiz pek çok başarı öyküsü var. Bunların çoğu parçacık hızlandırıcı laboratuvarlarından geliyor. Yani tüm yaşamımızı radikal biçimde değiştirmiş günümüz yüksek teknolojilerinin orijinal versiyonları, parçacık fiziği gibi "gereksiz, yararsız ve pahalı" sıfatlarıyla yaftalanmış bir alandaki araştırmalarda kullanılmak üzere keşfedilmiş ve geliştirilmiştir.

### Bilişim devrimi

Herkesin üzerinde hem fikir olduğu bir gerçek transistör, bilgisayar ve internetin (daha doğru bir deyişle www'in ) 20.yy'ın en büyük keşifleri olduğudur.

Eğer içinde yaşadığımız "bilgi çağını" bir devrimle ilişkilendirmek istersek bunun bilişim olarak da bilinen "Enformasyon ve İletişim Teknolojileri" (ICT) devrimi olduğu da çok iyi bilinmektedir. Kimilerin-

Kamuoyu ve özellikle siyasiler, çok az istisna ile bilgi üretmeyi, bilim insanlarının kendi istekleriyle giriştikleri, bir anlamda boş zamanlarını değerlendirdikleri bir etkinlik olarak görürler. Bu nedenle de bu etkinlikleri desteklemek yerine ülkenin itibar ve prestijine olası küçük katkısı nedeniyle kerhen hoş görüyor, izin veriyorlar.

ce sanayi devrimi ve hatta tarım devriminden bile daha büyük bir devrim, dolaşısıyla tarihin en büyük devrimi olduğu iddia edilen bu devrimin arkasındaki teknolojik gelişmeler yukarıda sıraladığım teknolojilerdir. Bu anlamda da bu teknolojiler tarihin en önemli teknolojik keşifleri olarak da yorumlanabilir.

Ekonomistlerden sokaktaki insana herkes dünya ekonomisinin çok yaşamsal bir şekilde bu teknolojilere bağlı olduğunu bilmektedir. Bu keşifler olmamış olsaydı dünya nüfusunun çok büyük bir kesiminin günlük yaşamları bugünkünden her halde çok farklı olurdu.

ABD'nin bir ekonomik süper güç olmasının arkasındaki başlıca unsurlardan birinin bilişim teknolojilerindeki üstünlüğü olduğu çok iyi bilinmektedir. Bu tek örnek de değil; Japonya, Kore ve Tayvan'dan Finlandiya'ya pek çok ülkenin zenginliklerinin arkasında da bilişim teknolojilerindeki yetkinlikleri yatmaktadır.

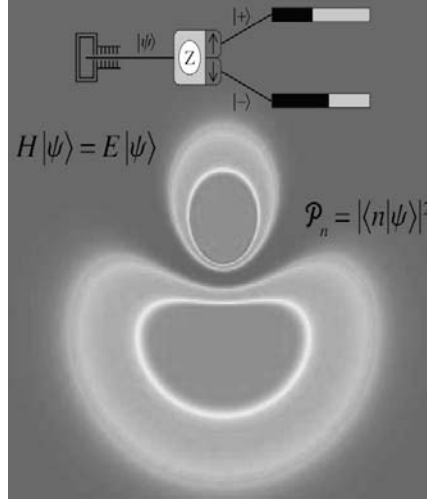
Burada ilk altını çizmek istediğim çağdaş teknolojinin yani bilişim devriminin temelini oluşturan elektronik dijital bilgisayar, transistor ve lazer hatta www'in tümünün fizikçiler tarafından keşfedilmiş olmasıdır.

Şimdi asıl konumuza, tüm bu devrimsel teknolojik keşiflerin arkasındaki temel bilimsel gelişmelere dikkatimizi çevirelim.

## Elektron ve kuantum teorisi

**Uygurlık tarihinin en önemli keşiflerinden biri elektronun keşfidir.** Elektron 1897'de J.J. Thompson tarafından ilk keşfedildiğinde çok muhtemeldir ki bu keşfin zaman içinde ne denli radikal değişikliklere yol açacağı hakkında hiçbir fikir yoktu; tıpkı kuantum teorisi gibi.

Kuantum teorisi 1900 ile 1930 arasında, Einstein, Planck, Bohr, de Broglie, Heisenberg, Schroedinger ve Dirac başta olmak üzere pek çok dâhi bilim adamının çalışmaları sonucu geliştirilmiştir. Bu bilim insanlarının bu çalışmaları sırasındaki temel amaçları evrenin temel işleyiş yasalarını "anlamaktır". Yoksa çok yüksek



*Bugün artık neredeyse herkes biliyor ki, evrendeki her atomun davranışı kuantum mekanik yasaları tarafından belirlenmektedir.*

ekonomik öneme sahip bir "buluş" yapmak değildi. Fakat ne ilginçtir ki her ikisi de gerçekleşmiş oldu sonunda.

1929'da büyük fizikçi Dirac geliştirdikleri bu yeni teori, kuantum mekanik, sayesinde tüm kimyanın anlaşılabilirliğini söylediğinde büyük bir olasılıkla kimse ona inanmamıştı. Çok geçmeden haklı olduğu anlaşıldı. Bugün artık neredeyse herkes biliyor ki, evrendeki her atomun davranışı kuantum mekanik yasaları tarafından belirlenmektedir.

Çok muhtemeldir ki 1897'de hiçbir zaman gözle görülemeyecek denli küçük bir parçacık elektron konusunda çalış-

Çok muhtemeldir ki 1897'de hiçbir zaman gözle görülemeyecek denli küçük bir parçacık elektron konusunda çalışmak paraları boşa harcamak olarak yorumlanmıştı. Fakat ne ilginçtir ki bugünkü uygarlığımızın en başlıca belirleyicilerinden birisi elektrondur.

mak paraları boşa harcamak olarak yorumlanmıştı. Fakat ne ilginçtir ki bugünkü uygarlığımızın en başlıca belirleyicilerinden birisi elektrondur. Kimyadan malzeme bilimine, sağlık alanına ve özellikle bilişim teknolojilerine kadar her şey tümüyle elektronu kuantum mekaniksel olarak anlamak üzerine inşa edilmiştir.

## Elektronun yarattığı müthiş ekonomik katma değer

Günümüzde artık oldukça sıkça sorulan bir soru şu: ABD'nin ya da herhangi bir gelişmiş ülkenin "toplam ulusal geliri" içinde elektronun ve kuantum mekaniğinin payı ne kadardır? Ekonomistlerce zikredilen rakamlar trilyon dolarlar mertebesindedir.

Weismann Enstitüsü eski direktörlerinden Prof. Haim Harari metaforik bir üslupla (yaklaşık 50 trilyon ABD doları mertebesinde olan) şu andaki toplam dünya gelirinin (zenginliğinin) en az yarısını elektrona borçlu olduğumuzu söylüyor.

Aynı yüksek rakamları (trilyon dolar) ikinci nesil (teknik deyimle türev) devrimsel keşifler, transistor, bilgisayar ve www için de zikretmek mümkün. Bu listeye hemen lazeri de ekleyelim. Hemen hatırlatayım, küresel telekom endüstrisi fiber optik üzerine inşa edilmiştir.

Fakat altını çizerek tekrarlamakta yarar görüyorum: Hepsinin temelinde elektron için geliştirilmiş kuantum teorisi var. Kuantum teorisi geliştirilmemiş olsaydı bu yüksek teknoloji ve ürünlerinin hiçbiri olmayacaktı. Dolayısıyla da ne bilişim devrimi ne de bilgi çağı.

**Yani bilgi çağı ve bilişim devrimi esas olarak elektron ve kuantum mekaniği üzerine kurulmuştur.**

## Kuantum teknolojileri

Konu kuantum mekanik ve teknoloji olunca hemen sembolik bir nesne (bilindik ölçütlerde o denli küçük ki ona cihaz demeye ilk anda dilim varmadı ve nesne diyiverdim. Bir felsefeci tarzında yazıyor olsaydım, "şey" derdim) öne çıkmaktadır:



Transistor. Transistorlar elektronik ve bilgisayarların en temel yapı taşlarıdır. Transistorların temel yapı taşları da **yarı iletkenlerdir**. Bu nesnelere, yani yarı iletkenlere, ya da ışın doğrusu herhangi bir malzemeyi klasik fizik yasaları çerçevesinde anlamak mümkün değildir. Bu gibi katı hal cihazlarının tasarlanması ve üretimi kuantum mekaniksel yasaların bilmesini gerektirmektedir.

İlk **dijital bilgisayar** Iowa State Üniversitesi Fizik Bölümü'nün bodrumunda 1939'da Atanasoff tarafından keşfedilmiştir (Atanasoff, Wisconsin Üniversitesinden teorik fizik alanında PhD derecesi almış bir fizikçiydi).

Bugün sokaktaki bir insana sorsanız bilgisayarın bir teorik fizikçi tarafından keşfedildiğine inanamayacaktır. Çok büyük bir olasılıkla aklına gelen ilk belki de tek isim Bill Gates olacaktır (Nasıl ki, interneti de ilk Türkiye'ye getirenlerin teorik fizikçiler olduğuna da kimseyi bir türlü inandıramıyorsak! Türk bilim tarihi bakımından çok büyük bir önem taşıdığına inandığım bu öykünün ayrıntıları ODTÜ

web sayfasında bulunabilir: [www.internetarsivi.metu.edu.tr/10yil\\_konusma.php](http://www.internetarsivi.metu.edu.tr/10yil_konusma.php)).

Burada altını çizmek istediğimiz yüzlerce milyar dolarlık bir piyasa hacmine ulaşmış olan bu bilgisayar sanayi sektörünün mevcudiyetini (ve zenginliğini) parlak ve meraklı genç bir fizikçinin 650 USD araştırma bütçeli projesinden 1939'da çıkan keşfe borçlu olması.

Atanasoff ve öğrencisinin bu projedeki temel motivasyonu, salt merak ve anlama güdüsüyle gerçekten yeni olan bir şey inşa etmektir. Bu mütevazı makinelelerin bir gün tüm insanlığı bu denli etkileyebileceğini rüyalarında görseler herhalde inanmazlardı. İlginçtir ki ikinci elektronik dijital bilgisayar da, ENIAC, bir fizikçi tarafından tasarlanıp geliştirilmiştir (ünlü teorik fizikçi Von Neumann).

**Transistor** 1947'de New Jersey'deki Bell Laboratuvarları'nda üç genç fizikçi, Bardeen, Brattain ve Shockley tarafından geliştirildi. Bilişim devrimi (ICT) ve bilgi çağına yol açan keşif budur. Kimilerince 20. yüzyılın en büyük "icadı" (invention) budur. Katı hal fiziği bilim dalı da bir

Transistor 1947'de New Jersey'deki Bell

Laboratuvarlarında üç genç fizikçi, Bardeen, Brattain ve Shockley tarafından geliştirildi. Bilişim devrimi (ICT) ve bilgi çağına yol açan keşif budur. Kimilerince 20. yüzyılın en büyük "icadı" (invention) budur. Katı hal fiziği bilim dalı da bir anlamda bu icatla başlamıştı.

anlamda bu icatla başlamıştı. Günümüzdeki modern kişisel bilgisayarlarda bulunan mikroişlemciler milyonlarca transistor içermektedirler (Intel-Pentium 4 işlemcisinde 55 milyon transistor bulunmaktadır).

Transistorların icadından önce bilgisayarlarda vakum tüpleri kullanılıyordu. Her bir tüp bugün bir transistörün yaptığı işi yapıyordu. Bugün en küçük transistörün 80 atom büyüklüğünde olduğu hatırlanırsa ve bu bir vakum tüpü büyüklüğü ile karşılaştırılırsa (hala hatırlayan varsa; artık görmek için bilim-teknoloji müzelerine gitmek gerekir her halde), bu icadın bilgisayar teknolojisi için ne denli devrimsel bir icat olduğu anlaşılabilir.

Fazla uzatmadan bir metaforik örnekle bu kesimi bitireyim. Bu devrimsel icat sayesinde bugün ulaştığımız işlem hızları, ölçek ve maliyetler ilk yıllarda ENIAC'ın mucidene bile anlatılsa bilim kurgu olduğunu düşünürdü herhalde. Günümüzün en hızlı süper bilgisayarında 15 saniyede yapabildiğimiz bir işlem ENIAC'la 19.000 yılda yapılabilirdi. Yani demem o ki, ancak buzul çağına başlayan bir işlem günümüzde tamamlanabilirdi.

**Lazer:** Lazerin yapısı ve işleyişi ve genel olarak ışığın maddeyle etkileşimi kuantum elektrodinamiği adı verilen teori çerçevesinde betimlenebilmektedir.



Bell Laboratuvarları'nda geliştirilen ilk transistor.

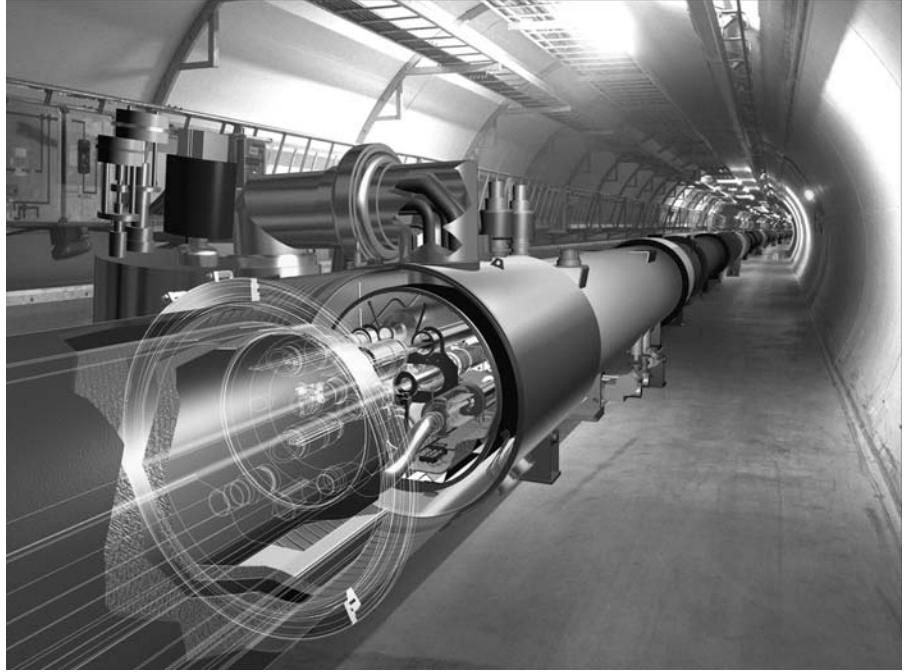
Lazerin keşfini mümkün kılan ışığın foton teorisinin geliştirilmiş olmasıydı. Bunun öncü çalışması da 1905'te Einstein tarafından yapılmıştır. İlk mikrodalga lazeri 1954'de C. Townes tarafından, ilk optik lazer ise Maiman tarafından 1960'da geliştirildi. Günümüzde tüm CD ve DVD sektörü lazer üzerine inşa edilmiştir. Telekomünikasyon sektörünün kalbi ise fiber optiktir. Piyasa hacmi milyarlarca dolarla ifade edilen bu sektör de lazer fiziği omurgası üzerine kurulmuştur.

Tıpkı yukarda anlattığım diğer örneklerde olduğu gibi lazer de ilk keşfedildiğinde herhangi bir pratik uygulaması olmayan yararsız bir bilimsel buluş olarak karşılanmıştı.

**Tüm bu radikal keşifleri kuantum mekaniğine borçluyuz; transistor için yarı iletkenlik üzerinden elektronun kuantum teorisine, lazer için ise ışığın kuantum teorisine.**

Üstelik bunlar fizikteki araştırmaların sosyoekonomik gelişmeyi çok radikal biçimde tetiklediği konusundaki tek örnekler de değildir. Üzerinde çok yoğun bir biçimde hala araştırma yapılan ve CERN'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın en kilit özelliklerinden birini oluşturan **süperiletkenliğin** de benzer radikal etkilerle günlük yaşamımıza gireceği günler de uzak olmasa gerek. İlk süperi-

ABD'de tüm fiziksel bilimlere federal bütçeden ayrılan pay 2000 yılında GDP'nin yalnızca % 0,7'si idi. Üstelik federal bütçeden fiziksel bilimlere ayrılan pay da 1993'den 2000'e kadar % 20 kadar da azaltılmıştı. Bu işten en karlı çıkmış bir ülkenin ara sıra bu tür akıl tutulmaları yaşaması da kaderin garip bir cilvesi olsa gerek.



*CERN'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın en kilit özelliklerinden birini oluşturan süperiletkenliğin radikal etkilerle günlük yaşamımıza gireceği günler de uzak olmasa gerek.*

letkenin 1911'de Omnes tarafından keşfedildiğini ve bunun teorisinin Bardeen, Cooper ve Schrieffer tarafından 1957'de geliştirildiğini not edelim. Günlük yaşam için uygulama potansiyeli çok daha yüksek olan "yüksek sıcaklık" süperiletkenliğin keşfi ise çok daha yeni, ancak 1986 tarihinde.

Ne heyecanlı bir yüzyıl şu 20. yüzyıl! Araştırma yaşamına girdiğim 1968 yılından beri bile o kadar çok şey keşfedilmiş ki. Yaşam dönemimde bu denli çok buluşa tanıklık etmekten büyük bir heyecan ve mutluluk duyuyorum.

### **Bilim politikası dersleri**

Yani hangi perspektiften bakılırsa bakılsın temel bilimsel araştırmaların desteklenmesi ve bu alanlardaki üst düzey eğitim uygarlık yarışında kendine saygın bir yer arayan her ülke için büyük bir önem taşımaktadır.

Genel olarak GDP'nin küçük bir kısmı AR-GE faaliyetlerine ayrılmakta, bunun da iyice küçük bir kısmı temel fizik araştırmalarına ayrılmaktadır. Bugün tüm bir zamanların temel fizik araştırma-

larına dayalı ekonomik katma değere bakıldığında, harcanan paranın ekonomiye sağlanan değer çok çok küçük bir kesri olduğu görülecektir.

Ne tuhaf ki bilimde dünyanın en ileri ülkesi ABD'de bile bu paradoksal yaklaşımı görmek mümkündür. ABD'de tüm fiziksel bilimlere federal bütçeden ayrılan pay 2000 yılında GDP'nin yalnızca % 0,7'si idi. Üstelik federal bütçeden fiziksel bilimlere ayrılan pay da 1993'den 2000'e kadar % 20 kadar da azaltılmıştı. Bu işten en karlı çıkmış bir ülkenin ara sıra bu tür **akıl tutulmaları** yaşaması da kaderin garip bir cilvesi olsa gerek.

Ülkemizde bu akademik yılın başında bazı üniversitelerde temel bilim alanlarında öğrenci alınmaması ile tekrar gündem geldi bu konu. Üniversite sayısının neredeyse 200'e yaklaştığı bir dönemde bu icraat giderek pek çok yerde temel bilimler alanındaki bölümlerin kapatılması yolunda atılmış bir ilk adım ise söyleyecek pek bir şey kalmıyor. Yani yukarıda anlattıklarım bu akıl tutulmaları yanında havanda su dövmekten başka bir şey olmuyor. Ders alınmazsa, tarih tabii ki tekerrür edecektir, geçmişte pek çok kez olduğu gibi.