

Bilim ve Teknoloji

Bilim ve teknoloji dünyanın her yerinde önemli kavramlar. Hiç bilim ve teknolojinin tam olarak ne olduğunu ve aralarındaki bağlantıların neler olduğunu merak ettiniz mi? Örneğin bilimsiz teknoloji olur mu? Ya teknolojisiz bilim? Bilim mi önce gelir, yoksa teknoloji mi? Bu iki kelime neden yapışık ikizler gibi genellikle birlikte kullanılıyor? Yoksa biri diğerinin devamı mı? Peki bilim ve teknoloji neden genellikle yenilikçilik sözcüğü ile birlikte kullanılıyor? Yoksa bilim, teknoloji ve yenilikçilik (BTY) sihirli bir üçgen mi oluşturuyor?



Bilim ve teknoloji hiç şüphesiz zamanın ön-
de gelen değerleri. Yaşadığımız çağa haklı
olarak “bilgi çağı” deniyor. Toplumlar “bilgi
toplumu” olma sürecinden geçerken ekonomiler de
yüksek katma değer üretmek için “bilgi tabanlı eko-
nomi” olmaya gayret ediyor. Bilişim ve iletişim tek-
nolojilerinin dünyayı bir ağ gibi sardığı çağımızda,
bilim teknolojiyi tetikliyor, teknoloji de değişimin
motorluğunu yapıyor.

Eskiden zenginliğin ölçüsü sahip olunan toprak
ve doğal kaynakların miktarıydı, zenginleşmenin yo-
lu daha geniş topraklara hükmetmekten geçiyordu.
Sanayi Devrimi bu anlayışı değiştirdi, zenginliğin ye-
ni ölçüsü imal edilen sanayi ürünleri oldu. 20. yüzyı-
lın ikinci yarısında bilimsel araştırmalara ağırlık ve-
rilmesiyle bilgi üretimi ön plana geçti ve bilgi en de-
ğerli meta oldu. Artık refaha, güce ve itibara sahip ol-
manın yolu, bilim ve teknolojiye sahip olmaktan ge-
çiyor. Ülkelerin gelişmişlik seviyesi de ulaştıkları bi-
lim ve teknoloji seviyesi ile ölçülüyor.

Bir örnek vermek gerekirse, Japon Mit-subishi Electric firması tarafından yapılmakta olan, 2013'te ve 2014'te fırlatılacak olan TURKSAT 4A ve 4B uydularının toplam ağırlığı 7700 kg, toplam maliyeti de 571 milyon ABD dolarıdır. Yani uyduların kilogram başına birim fiyatı 74.000 dolar. Uydu yapımında kullanılan plastik, bakır ve cam gibi ham maddelerin birim fiyatının bir kaç dolar olduğu dikkata alınırsa, uydu gibi yüksek teknoloji ürünlerinin bilgi ve beceriden kaynaklanan katma değerinin ne kadar yüksek olduğu daha iyi anlaşılır. Zaten bir ülkenin ihrac ettiği ürünlerin kilogram başına ortalama birim fiyatı, o ülkenin teknolojik gelişmişliği hakkında iyi bir fikir verir.

Öncelikle burada "bilim" ile kast ettiğimiz şeyin genel bilgi değil "evren hakkında sürekli olarak sistematik bir tarzda bilgi edinme, oluşan bilgi birikimini başkalarının deney veya muhakemeye teyidinde veya tekzibine açık, genel ilkelere indirgeme işlemi" olarak tanımlanan "fen bilimi" olduğunu ifade edelim. Pozitif yani müspet bilimler olarak da bilinen, canlı ve cansız tüm varlıklarda gözlenen olgularla ilgilenen fen bilimi, gözlem, deney ve muhakemeye dayalı olduğu, her türlü sorgulamaya ve yanlılanmaya açık olduğu için objektif ve evrenselidir. 16. yüzyılda Mikolaj Kopernik, Johannes Kepler ve Galileo Galilei'nin gözleme ve deneye dayalı çıkarıcı çalışmaları, ardından 17. yüzyılda Isaac Newton'un kendi adıyla anılan fiziğin 3 temel yasasını formüle etmesi, Aristoteles'in Dünya'nın evrenin merkezi olduğu yönündeki doktrinini çürüttü, diğer tüm ezberleri bozdu ve bilimsel yöntemin temellerini attı. Bilimsellik iddialarının geçerli olması için, sağlam kanıtların yanı sıra mantıksal tutarlılık, elde edilmiş bilgilere uyumluluk koşulu aranmaya başladı. Evrensel değerlere uyumlu olarak gelişen modern bilim evrensel bir nitelik kazandı.

Teknoloji denince çoğu insanın aklına bilgisayar, cep telefonu, internet gibi bilişim ve iletişimle ilgili elektronik ürünler ve hizmetler gelir. Teknoloji ürünlerinin satıldığı marketler de bu anlayışı pekiştiriyor. Çoğu insan bilimin ve teknolojinin

BİLİM	TEKNOLOJİ
Bilim bilmektir.	Teknoloji, bilgiye dayalı olarak "yapmak"tır.
Bilim bilgi içindir. Bilimin çıktısı "yeni bilgi"dir.	Teknoloji toplum içindir. Teknolojinin çıktısı "yeni ürün"dür.
Bilim "anlama"yı çağırır. Bilim, doğal alemin anlamıyla ilgilidir.	Teknoloji "kullanma"yı çağırır. Teknoloji insanların, isteklerini ve ihtiyaçlarını karşılamak için doğal âlemi kullanma, değiştirme ve kontrol etmesi ile ilgilidir.
Bilimin amacı insanların bilimsel merakını tatmin etmektir.	Teknolojinin amacı insanların istek ve ihtiyaçlarını karşılamaktır.
Bilim "ne" ve "niçin" sorularına cevap arar.	Teknoloji "nasıl" ve "hangisi" sorularına cevap arar.
Bilim, bilimsel yöntemi kullanarak, doğada gözlemlenen şeylerin ne olduğunu ve niçin öyle olduğunu araştırma işlemidir.	Teknoloji doğal kaynakları insanların ihtiyaç duyduğu ürün ve hizmetlere dönüştürmek için bilgiyi kullanma işlemidir.
Bilim keşfeder.	Teknoloji icat eder.
Bilim, gözlem ve deneye dayalı olarak yeni bilgiyi ortaya çıkarmak ve bilgi birikimi sağlamaktır.	Teknoloji, yeni tasarım ve üretim tekniklerine dayalı olarak bilgiyi uygulamak ve faydaya dönüştürmektir.
Bilim, ürün ve ticari değerle ilişkili değildir.	Teknoloji, bilimin keşfettiği şeyi ürüne ve ticari değere dönüştürmekle ilişkilidir.
Bilimin hedefi, bilgi ve anlayışımızı geliştirecek yeni bilgiler ortaya koymaktır.	Teknolojinin hedefi, insanların isteklerini ve ihtiyaçlarını karşılamak için yeni ürünler tasarlayıp insanlığın kullanımına sunmaktır.
Bilimde gözlem ve denelere dayalı genellemeler yapılır ve kuramlar oluşturulur.	Teknolojide bilime dayalı analiz ve sentezler yapılır ve yeni ürünler tasarlanır.
Bilim, doğal varlıkların hallerini ve davranışlarını gözlemleyerek, arka planda işleyen görünmez mekanizmaları (yasalar ve ilkelere) ortaya çıkarmaya çalışır.	Teknoloji, bilimin ortaya çıkardığı mekanizmaları kullanarak yapay varlıklar ortaya koymaya çalışır.
Bilim, doğrulanmış kuramlar doğrultusunda öngörülerde bulunur ve olayların nasıl olacağını önceden görmesini sağlar.	Teknoloji, bilimsel öngörüler doğrultusunda insanların hayatlarını kolaylaştıracak yeni ürünler yapar.
Bilimsel faaliyetlerde yoğun olarak dikkatli gözleme, deney tasarlama ve yapma, muhakeme etme ve indirgeme becerileri kullanılır.	Teknolojik faaliyetlerde bilimi yorumlama, hayal etme, yaratıcılık, yenilikçilik, tasarlama, imal etme, ölçme ve sınamma, problem çözme, takım çalışması ve iletişim becerileri kullanılır.

Tablo 1 Bilim ve Teknoloji Nedir, Ne Değildir

aynı şey olduğunu zanneder ve bu sözcükleri sanki eşanlamlılaşmış gibi birbirinin yerine kullanır. Ama gerçek öyle değil. Tablo 1'de özetlendiği gibi, bilim "bilmek" ile ilgili iken, teknoloji "yapmak" ile ilişkilidir. Bilimsel etkinliklerin sonucu yeni bilgi üretimi iken, teknolojinin temel çıktısı insanların hayatını kolaylaştıran yeni ürünler ve yeni işlemlerdir. Bilim "ne" ve

"niçin" sorularına cevap ararken teknoloji "nasıl" veya "nasıl yapılır" sorularıyla ilgilenir. Bilimin keşfettiği şeyi teknoloji, genellikle önce patentlerle korunan icatlara, sonra da ticari ürüne ve paraya çevirir. Bilim genellikle yayın sayısı (ve bu yayınların aldığı atfı sayısı ve etki faktörü) ile ölçülürken teknoloji alınan patent sayısı (ve bunların ticarileşme oranı) ile ölçülür.





Bilim ve teknolojinin ortak paydası, içinde yaşadığımız doğal âlemdir. O yüzden bilim ve teknoloji arasında bir çok benzerlik olmasına rağmen bir çok farklılık da vardır. Teknoloji bilimin uygulaması ile ilgilidir, ancak teknolojiye “uygulanabilir bilim” demek doğru olmaz. Teknoloji, bilimin bir ürün veya işlem geliştirmek gibi endüstriyel veya ticari bir amaçla uygulanmasıdır. Böyle bir süreç sonucu geliştirilen ürünlere de teknoloji ürünleri denir. Örneğin yarı iletken malzemeler, fizik biliminin elektrik alt dalında ele alınan konulardan biridir. Yarı iletkenler ile ilgili bilgiler kullanılarak transistörlerin ve entegre devrelerin yapılması, yarı iletken teknolojilerini doğurmuştur. Bu teknolojileri kullanarak da bilgisayarlar, cep telefonları ve akıllı binalar gibi birçok teknolojik ürün yapılmıştır.

Örneğin Tablo 2’de de gösterildiği gibi, biyoloji bir bilim dalıdır, biyologlar canlılık olgusunu anlamaya çalışır. Biyoteknologlar ve mühendisler ise canlılık olgusunun nasıl paraya çevrilebileceğini bulmaya çalışır. Paranın cazibesi biyoloji bilimini gittikçe biyoteknolojiye dönüştürüyor (örneğin yeni ilaçlar, yapay organlar, genleri değiştirilmiş organizmalar). 1998 Fizik Nobel Ödülü sahibi Robert Laughlin *A Different Universe* (2005) adlı kitabında bu tezati şöyle ifade eder: “Bilimde ne bildiğinizi insanlara söyleyerek güç kazanırsınız; mühendislikte ise ne bildiğinizi başkalarının bilmesini önleyerek güç kazanırsınız. Fikri mülkiyet kaygısıyla herkesin herkesten bilgi saklaması gibi basit bir nedenle, mühendislikte

devamlı bir kafa karışıklığı ve birbirinden habersiz olma durumu istisna değil kuraldır.” Yani özetle bilim ile teknoloji arasındaki fark, paradır.

Bilim ve bilimsel keşifler yapmak için çalışmak yüce bir uğraştır; ancak akıllı olmakla birlikte ekonomik bir varlık da olan insan, aklıyla beraber karnını da doyuracak ve kendisine rahat bir yaşam temin edecek bir şey de ister, işte o da teknolojidir. O yüzden “bilim” ve “teknoloji” birlikte anılır ve teknolojiye dönüşmeyen bilime ne yazık ki fazla değer verilmez. Bilimin teknolojiye ve dolayısı ile yeni ürünlere dönüşmesi için de kuvvetli bir hayal gücüne yani yaratıcılığa ihtiyaç vardır, buna da “yenilikçilik” denir.

Bilimi teknolojiye dönüştüren aracı, yenilikçi beyinlerdir. Bu gerçeklik tüm dünyada beyin gücünü ön plana çıkarmış ve beyin göçünü tetiklemiş, beyin gücü bilgiden de önemli hale gelmiştir. Zaman, Einstein’ın “Hayal gücü, bilgiden daha önemlidir” sözünü doğrulamıştır. Bu gerçeklik mühendislerin gerçek rolünün de yenilikçilik olduğunu gösterir. Mühendislik fakültelerinde öğrencilere bilgi yüklemesi yapılırken bu durum göz ardı edilmemelidir. Çünkü yenilikçilik yönü yetersiz kalmalar, ne kadar bilgi sahibi olurlarsa olsunlar, bilgiyi teknolojiye dönüştüremezler. Zaten MIT ve Stanford gibi dünyanın en önde gelen üniversiteleri bilgi kaynağı olan derslerini ve ders notlarını tüm dünya ile ücretsiz olarak paylaşmaktadır. Belli ki sadece bilgi ile rekabetçi olunmaz. Durum böyle olunca “akıllı” ülkeler “Bilim, Teknoloji ve Yenilik-

çilik” politikaları oluşturup bunları uygulamaya koymuş ve BTY politikalarının hayata geçirilmesini yavaşlatan tüm engelleri de aşmışlardır. Diğer ülkeler de bu ülkeleri taklit ederek BTY politikaları oluşturmuş, ancak değişim cesareti gösterip bu politikaları hayata geçirememiştir.

ABD üniversiteleri 2010 yılında 12.281 patent başvurusu yapmış ve 4469 patent alınmıştır. Üniversitelerde geliştirilen teknolojileri lisanslayarak 613 yeni firma kurulmuş, 657 ticari ürün geliştirilmiştir. ABD’deki üniversiteler geliştirdikleri teknolojilerin lisanslanmasıyla 2010 yılında 2.4 milyar dolar gelir elde etmiştir. Bazı üniversitelerin lisans gelirleri Türkiye’deki en büyük üniversitelerin yıllık toplam bütçesinden daha büyüktür. Örneğin Northwestern, New York ve Columbia üniversitelerinin 2010 yılı lisanslama gelirleri sırasıyla 180 milyon, 178 milyon ve 147 milyon dolardır. Bu rakamlar, üniversitelerin esas olarak ders verme ve diploma dağıtma kurumları olarak kurgulandığı ülkelerin, küresel teknolojik yarıştaki dezavantajlı konumunu ve acil reformlara ihtiyaç olduğunu açıkça göstermektedir.

Belli bir gelişmişlik seviyesine ulaşmış ve sıradanlaşmış teknolojik işlemler, beceriler ve yöntemlere de genellikle “teknik” adı verilir (örneğin kaynak tekniği). “Teknoloji” terimi bilimi ve yeniliği çağrıştırırken “teknik” terimi beceriyi ve klasik olanı akla getirir. Teknoloji genellikle bilim kaynaklıdır, ancak tekniğin kaynağı çok defa beceridir (örneğin bir sporcunun kendine

Bilim Dalları	Teknoloji Dalları
Fizik	Nanoteknoloji
Kimya	Biyoteknoloji
Biyoloji	Bilişim teknolojileri
Biyokimya	İletişim teknolojileri
Genetik	Eğitim teknolojileri
Jeoloji	Enerji teknolojileri
Jeofizik	Malzeme teknolojileri
Meteoroloji	Ulaştırma teknolojileri
Astronomi	Nükleer teknolojiler
Anatomi	İnşaat teknolojileri
Antropoloji	İmalat teknolojileri
Ekonomi	Uzay teknolojileri
Psikoloji	Aydınlatma teknolojileri
Sosyoloji	Medikal teknolojiler
Tıp	Genetik teknolojiler

Tablo 2: Bazı Bilim ve Teknoloji Dalları

has bir teknik geliştirmesi). Bir zamanın yüksek teknoloji ürünleri (örneğin elektrikli daktilo) başka bir zamanın antika eserleri olabilmektedir. O yüzden bilim zaman üstü olmasına rağmen teknoloji zamanla yakından ilgilidir. Ayrıca teknolojik bir ürünün gözle görünen ve elle tutulan maddi bir varlığı olması da gerekmez (örneğin yeni bir bilgisayar yazılımı).

Teknolojisiz bilim -yani henüz uygulama alanı bulmamış bilim- olur, ama bilimsiz teknoloji pek olmaz. Bilime zıt teknoloji iddiaları ise safstadır (bir kaç yıl önce enerji üretme iddiası ve milyon dolarlık basın kampanyasıyla ortaya çıkan ERKE dönereci gibi). Teknolojinin kaynağı genellikle bilimdir, bilimin de kaynağı sistematik gözlem ve araştırmadır. Ancak nadiren de olsa bazen teknoloji bilimin kaynağı olur (örneğin patenti 1698'de Thomas Savory tarafından alınan ve 1712'de Thomas Newcomen tarafından üretilen ilk ticari buhar makinesi). Ancak bilimsel altyapısı olmayan bu makinelerin verimi % 2 civarındaydı. 1775'te James Watt'ın kömür kullanımını dörtte bire indiren yüksek (!) verimli buhar makinesi bu teknolojiyi bir kaç basamak yukarı taşıdı. Buhar makinelerinin verimini artırma çalışmaları ve ilgili araştırmalar "termodinamik" biliminin doğmasında ve gelişmesinde büyük rol oynadı. Yani bilim bu durumda, doğal varlıklar yerine teknolojik ürünleri gözlemleyerek ve deneyerek gelişti. Termodinamik biliminin gelişmesi ve temel yasalarının 19. yüzyılın ikinci yarısında sağlam bir şekilde oluşturulması, buhar makineleri ile beraber diğer iş makinelerinin de teknolojik gelişiminin önünü açtı (örneğin Etienne Lenoir'nın 1859'da ilk içten yanmalı benzinli motoru yapması). Bugün termik verimi % 60'a varan yüksek teknoloji ısı makinelerinin yapılması, termodinamik bilimi ve onun işaret ettiği malzeme bilimindeki gelişmeler sayesinde olmuştur.

Bilim ve teknoloji arasındaki farkı anlamamızı sağlayan en güzel örneklerden biri yapraklardaki fotosentezdir. Hiç fen bilgisi olmayan bir kişi bile kendi gözlemlerine dayanarak bitkilerin büyümesi için güneş ışığı ve suyun şart olduğunu söyler. Dikkatli araştırmalar ise o incecik bitki yapraklarının adeta bir kimya fabrikası gibi, su ve güneş ışığı ile birlikte havadan karbon dioksit gazı da alarak, yeşil renk pigmentleri olan klorofillerde sentezleyip şekere çevirdiğini gösterir. Güneş ışığı, su ve karbondioksitin yapraklar tarafından şekere yani enerji kaynağı olan bir kimyasal maddeye dönüştürüldüğünü keşfetmek bilimdir. Çünkü yapılan "iş" ne kadar harika olursa olsun ortada insan faktörü, insan müdahalesi yoktur. Bu işlem insan yokken de vardı. Bu bilginin ne patenti vardır, ne de ticari değeri. Zaten böyle bir olguyu keşfeden kişi patent almaya kalkmak yerine bilimsel bir makale yazar ve bu bulgusunu bilim dünyasıyla ücretsiz olarak paylaşır.

Ancak yaprakların doğal olarak yaptığı bu işin, insan icadı yapay yapraklarla suni olarak yapılması teknolojidir ve bu teknolojinin çok yüksek bir ticari değeri olacağı açıktır. Çünkü şeker, araçlarda kullanılacak olan sıvı yakıtı çevrilebilir ve böyle bir icat araçların adeta "güneş ışığı" yakarak yol almasını sağlar, hem de havadaki karbondioksit gazını yok ederek. Tahmin edeceğimiz gibi, birçok ülkede yapay yapraklarla ilgili multi-milyon dolarlık dev araştırma projeleri yürütülüyor. Yapraktaki bilimi kopyalayıp bunu ekonomik bir ürüne, yani yapay yaprağa dönüştüren kişi, muhtemelen bir teknoloji önderi olarak tarihe geçecektir. Kuzular da meralarda bilim harikası bedava yaprakları yemeye devam edecektir.

Bilim ve teknolojiye baş döndürücü bir hızla gerçekleşen gelişmeler, insana işin sonunun nereye varacağı sorusunu sorduruyor. Bu sorunun cevabı, hayal gücümüzle yani yenilikçilik kapasitemizle sınırlı. İnsan ancak hayal edebildiği şeyleri ister. İnsanın meraklı ve değişen bir varlık olduğuna, arzu ve ihtiyaçlarının sonsuz oluşuna bakılırsa, teknolojik gelişmelerin de bir sonunun olmayacağını söylemek mümkün. Bir zamanlar siyah beyaz televizyonlar teknoloji harikasıydı. Ancak günümüzde üç boyutlu televizyonlar bile sıradanlaştı ve ekransız televizyonlarla tanışacağımız günlere az kaldı. Beyin dalgalarını kullanarak televizyon kanalını değiştirmek, hatta otomobilimizi sadece frene bastığımızı hayal ederek durdurmak da artık mümkün. Evrenin hızlanarak genişliyor olmasının sonuçlarını kestiremediğimiz gibi, bilim, teknoloji ve yenilikçilik üçlüsünün tetiklediği değişim sürecinin de insanlığı nereye götüreceğini kestirmek gerçekten zor. Herhalde teknolojinin varacağı son nokta, tabii eğer bir gün ulaşılabılırsa, "iste, olsun" olacaktır.

Kaynaklar

- Laughlin, R., *A Different Universe*, Basic Books, 2005.
<http://www.ntvmsnbc.com/id/25229518/>
http://www.autm.net/FY_2010_Licensing_Survey/8918.htm
http://www.diffen.com/difference/Science_vs_Technology
<http://news.yahoo.com/blogs/this-could-be-big-abc-news/mind-control-flies-toy-helicopter-autism-epilepsy-cure-160201355.htm>