

Sanayinin lokomotifini

# YENİLİK

yeniliğin kaynağı

# TEMEL BİLİMLER

**Bilimin ihtiyaçları yenilik (inovasyon) gerektirir, yenilikler endüstriyi besler, endüstri de temel bilimler için daha güçlü araçlar sunar. Uzun yıllar boyunca denenen bu ortak yaşamın, kanıtlanmış bir bilgi ve yenilik sağlama sicili vardır.**

**C**ERN'e yıllar önce Türkiye'den gelen bir yetkilinin "Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın kilosu kaç para?" sorusunu duyduğumuzda temel bilimlerin değerini kilo ile ölçme fikri o an biz fizikçileri şaşkınlığa sürüklemiş olsa da, bu soru zaman içinde başka ufuklar açtı.

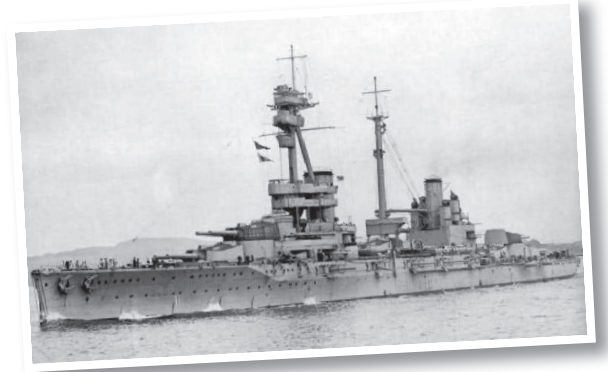
Bugün ise aynı soruya bambaşka bir gözle bakabiliyoruz. Türkiye yaklaşık 700 bin ton yıllık üretim ve yüzde 18 pazar payıyla dünyanın en büyük kayısı üreticisidir. Bir uçak gemisinin sadece maliyetini<sup>1</sup> karşılamak için, satıştan yüzde yüz

kâr sağlansa bile, dünyadaki bütün kayısı üretimini tek başına Türkiye'nin yapması gerekir. Satın alınmak istenen teknolojik ürünün son fiyatında (eğer alınabilirse!), keşif Ar-Ge'sinin maliyetinin ve üreticilerin maaşlarının birkaç katıyla ödenmek zorunda kalacağını da unutmamalıyız. Bu hesap da bize yüksek teknoloji ürünü olan, yüksek katma değerli üretim yapmanın önemini gösteriyor.



## SATIN ALMAK MI YOKSA ÜRETMEK Mİ?

Satın almak mı yoksa üretmek mi sorusuna yanıt veren deneyimler yakın tarihte bulunabilir. Zırhlı gemiler icat olduğunda Osmanlı Devleti'nde bunları üretecek bilgi ve teknoloji yoktu. Ancak toprakları genişledi ve basit ürünlerden elde ettiği kârla bu yeni gemilerden satın almayı denedi. Halktan da yardım toplayan Osmanlı Devleti, İngiliz Vickers şirketine iki zırhlı sipariş etti, Sultan Osman ve Reşadiye gemileri. I. Dünya Savaşı başladığında, yapımı bitmiş olan bu gemilere, parası ödenmiş olmasına rağmen İngiliz hükümetince el konulması, ekonomik olarak yıkıcı ve devlet için de gurur kırıcı oldu. Bu örnek



teknolojik ürünü satın almanın insanın kendi kafasına tabanca dayayıp tetiği başkasına vermekle eşdeğer olduğunu gösteriyor.

<sup>1</sup>) ABD Nimitz sınıfı eski model bir uçak gemisi üretim maliyeti yaklaşık 5 milyar dolardır, daha yeni Ford sınıfı gemilerin maliyeti ise 9 milyarı bulur. Yaş kayısının tonu 1350 dolar, toplam dünya üretimi ise 3 bin 800 kiloton alınmıştır.





**Dr. Ali BOZBEY**

TOBB ETÜ Elektrik Elektronik Bölümü

**Dr. Serkant Ali ÇETİN**

Doğuş Üniversitesi Fizik Bölümü

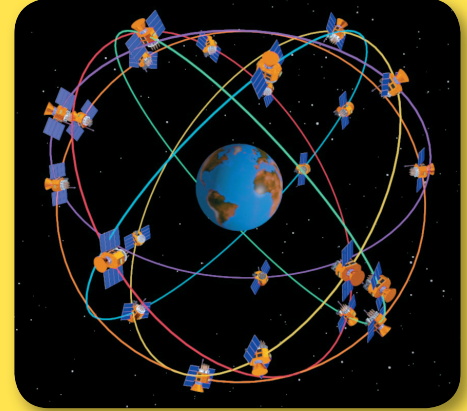
**Dr. Gökhan ÜNEL**

Univ. Calif. Irvine, Fizik ve Astronomi Bölümü / CERN

## Temel bilimlerin günlük hayata etkisine bir örnek: GPS

İlk defa gittiğimiz bir şehirde veya trafik sıkıştığında kendi şehrimizde yol bulmamızı sağlayan arabamızın, belki de telefonumuzun vazgeçilmez aksesuarı olan GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) hangi temel bilimlere dayanıyor dersiniz?

GPS'in uydularla haberleştiğini bildiğimiz için, 1800'lü yılların "temel bilimi" olan elektromanyetizmayı tahmin etmek zor değil. Ancak sadece bu kadarla kalsaydı, GPS yerimizi asla düzgün bir şekilde bulamazdı. Newton'un kanunlarıyla yapılan hesaplar 1969 yılında aya gitmemize olanak sağladı ama 21. yüzyıl insanını süpermarkete yönlendirecek kadar hassas değildi. Buna olanak sağlayan kuramsal fiziğin en zor konularından biri olarak kabul edilen Einstein'ın genel görecelik kuramıdır. Benzer şekilde 1900'lü yılların en başında gündemdeki araştırma konusu olan kuantum fiziği de olmasaydı, GPS'in içindeki yarı iletken yongalar ve genel olarak bütün elektronik sanayi var olmazdı.



Ya teknolojiyi satın almak? Bu düşünceye de karşı örnek, yine tarihten, Nasır zamanında gelişmeye çalışan Mısır'dan bulunabilir. Batılı danışmanlarının önerisiyle o günün yüksek teknolojisini satın alan Mısır, "Vakum Tüpü" fabrikası kurmaya başladı. Fabrika bitip çalışmaya başladığında ise ABD dünyaya en son teknolojik yeniliği tanıtıyordu: Transis-

tör. Vakum tüpü fabrikası ölü doğmuş, yapılan yatırım boşa gitmişti. Bu örnekten de en son ve en yüksek teknolojinin satın alınamadığını, sadece önceki basamaklardan başlayıp üretilebildiğini öğreniyoruz. Ayrıca küresel yarışta ilk sıraları yakalayabilmenin yolunu, yüksek teknolojiyi üretirken öğrenmek olduğunu anlıyoruz.

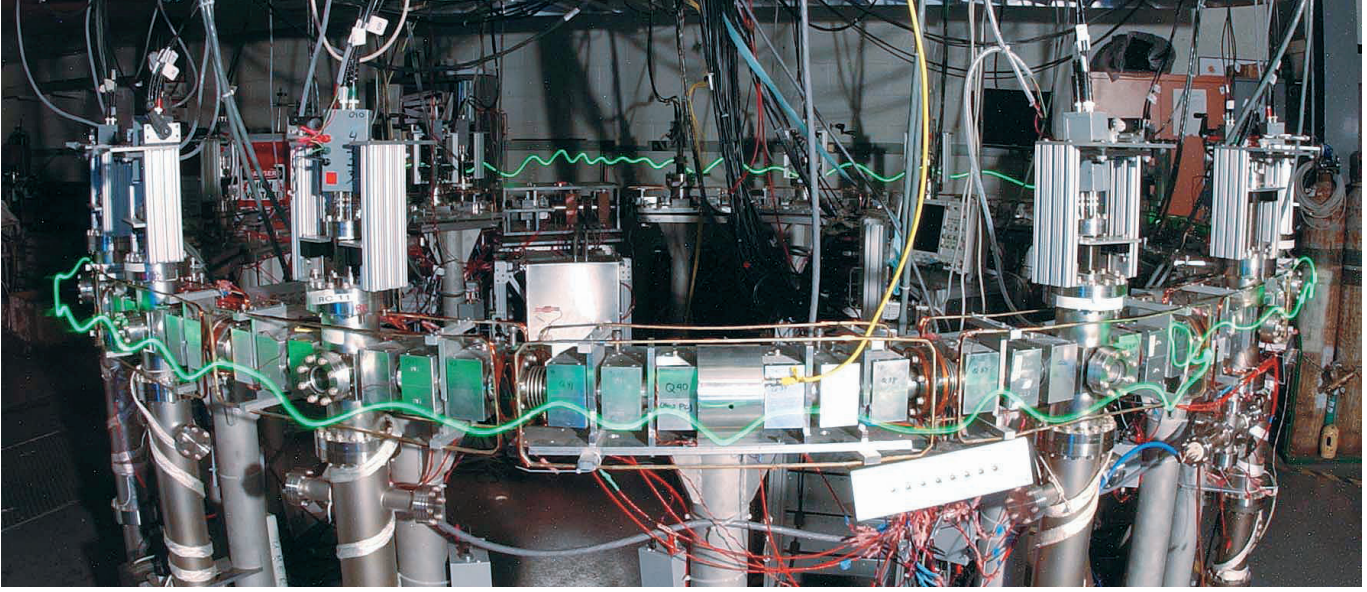
### ÜRETİMİ KAMÇILAYAN ETKEN: DOĞAYI ANLAMA GÜDÜSÜ-TEMEL BİLİMLER

Teknoloji üretmenin sırrını ise "Küçük Prens'in yazarı Saint-Exupéry'den dinleyelim:

"Dünya bize kendi hakkımızda bütün kitapların öğrettiğinden daha fazlasını öğretir. Çünkü bize direnir. İnsan kendini ancak bir engelle karşılaştığında bulur. Engeli aşmak için de ona bir alet gerekir. Bir keser veya bir saban gibi. Tarlasını süren köylü, azar azar doğanın gizlerini söker alır ve elde ettiği gerçek evrenseldir."

Günümüzde de doğanın sırlarını en temel düzeyde araştıran bilim, parçacık fiziğidir. Parçacık fiziği maddeyi oluşturan temel yapı taşlarını ve bunların arasındaki et-





**TABLO I: 2007 yılında endüstriyel hızlandırıcı piyasası (ESGARD)**

Uygulama	Toplam Sistem adedi	Yılda satılan sistem adedi	Yıllık satış (milyon €)	Sistem fiyatı (milyon €)
Kanser tedavisi	9,100	500	1,800	2.0 - 5.0
İyon yerleştirme	9,500	500	1,400	1.5 - 2.5
Elektron demetiyle kaynak ve kesme	4,500	100	150	0.5 - 2.5
Elektron ve X-ışını ışınlayıcıları	2,000	75	130	0.2 - 8.0
Radyoizotop üretimi	550	50	70	1.0 - 3.0
Tahratsız inceleme	650	100	70	0.3 - 2.0
İyon çözümüleme	200	25	30	0.4 - 1.5
Nötron üreteçleri	1,000	50	30	0.1 - 3.0

kileşmeyi inceler. Bunu yapmak için hızlandırıcılar, algıçlar kullanır, bilgisayarlar toplanan verileri çözümler.

### PARÇACIK FİZİĞİNDE ÜRETİLEN BAZI TEKNOLOJİLER VE FARKLI ALANLARA GETİRİLERİ

**ALGIÇ (DEDEKTÖR) TEKNOLOJİSİ:** Mikron mertebesinde hassas olan algıçlar sınır ve havalanı güvenliğinden, tümörlerin görüntülenmesine kadar pek çok alanda kullanılır. Günümüzde körler için kısmi görüş sağlama, beyin etkinliğini görüntüleme, kanser tedavisinin etkinliğini ölçme gibi konularda çalışmalar devam etmektedir.

**BİLİŞİM (BİLGİSAYAR) TEKNOLOJİSİ:** Büyük işbirliklerinde bilgi paylaşmak için CERN'de 90'lı yılların başında WWW'nin geliştirilmesi sayesinde günümüzde e-devlet ve GRID doğmuştur, ayrıca e-ticaret ve sosyal medya denen uygulamalar mümkün olmuştur. Gelişmiş ülkelerin ulusal hesaplama merkezlerinde hava tahminlerinden kimyasal ve biyolojik modellemelere kadar pek çok konuda çalışılmaktadır.

**HIZLANDIRICI TEKNOLOJİSİ:** Tıpta kullanılan tanı ve tedavi aletleri üretiminden, tarımda kullanılan yeni yöntemler geliştirilmesine, sebze ve meyvelerde uzun raf ömrü sağlanmasına kadar pek çok alanda hızlandırıcılar kullanılmaktadır. Ayrıca, nanoteknoloji aletleri geliştirilmiş, hedeflenen atomlar tek tek dizilerek istenen yapının oluşturulması sağlanmıştır. Var olan nükleer atıkları dönüştürüp yok edebilen düzeneklere ve atıksız denebilecek kadar temiz ve güvenli yeni nesil nükleer santrallara yönelik Ar-Ge çalışmaları da devam etmektedir. Ekonomik Forum Dergisi'nin Temmuz 2012 sayısında tanıtılan hızlan-

dırıcı piyasasında 2007 yılı durumu Tablo I'de görülmüyor. Endüstriyel hızlandırıcı piyasası her yıl yüzde 10 büyümekte.

### PARÇACIK FİZİĞİ VE TIP

Çok kısa ömürlü radyoaktif malzemeyi, karşı madde yayacak şekilde hazırlayıp insan vücuduna enjekte etmek, karşı maddenin de vücut içindeki maddeyle etkileştiği anda yok olmasıyla ürettiği fotonları saptayarak daha önce hayal bile edilemeyen bir duyarlılıkla beyin fonksiyonlarını takip edebilmek kulağa bilim kurgu gibi geliyor değil mi? Oysa 1970'lerde fotonları algılamak günlük işlerinin bir parçası olan parçacık fizikçileriyle, doktorların bir araya gelip, ilk pozitron yayılım tomografisi (PET) cihazını üretmeleri ve Cenevre Hastanesi'ne teslim etmeleri zor olmadı. 10 yıl sonra yapılan yeni nesil parçacık fiziği deneyleri "parıldayan kristaller" adı verilen yeni nesil foton algıçlarının ve dolayısıyla yeni nesil PET tarayıcılarının gelişmesine neden oldu. 1990'lar da ise Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (BHÇ) için gereken algıçları üretmek için bilim insanları ve endüstri işbirliği yaptı. Sonuçta temel araştırmalar için yeni ve daha güçlü bir araç ve tıbbi görüntüleme endüstrisi için, PET'in ve manyetik rezonans görüntülemenin (MRI) tamamlayıcı tekniklerini birleştiren yeni bir tarayıcı geliştirme fırsatı doğdu. Günümüze bu aygıtın klinik çalışmaları devam etmektedir. Bu örnek çalışma pek çok benzerlerinden sadece biri.

Belki de ticari açıdan en kârlı uygulama yine tıp sektöründe bulunabilir. Yukarıda bahsedilen çok kısa ömürlü radyoaktif malzeme olarak en sık Flor-18 kullanılır. Bu yapay elementin yarı ömrü yaklaşık

20 dakikadır. Flor-18 bozunarak oksijene dönüşür. Bu da üretildikten 20 dakika sonra, üründen geriye sadece yarısı kalır anlamına gelir. PET tarayıcısı sahibi laboratuvarlar, ürün kendi kendine bozunduğu yani depolanmadığı için, devamlı olarak Flor-18 üretmek veya satın almak zorundadır. Flor-18 parçacık hızlandırıcıları kullanılarak üretilmektedir.

## PARÇACIK FİZİĞİNİN ENDÜSTRİYE KATKILARI

**ELEKTRON DEMETLERİ:** Kullanım alanları içinde verimli bir şekilde polimerlerin çapraz bağlanması, mürekkeplerin iyileştirmesi, yapışkan yüzeylerin hazırlanması sayılabilir. Bu teknoloji en az enerji tüketimiyle ve çevreye en az zarar vererek en yüksek hızda üretim yapmaya izin verir. Ayrıntılar yine Ekonomik Forum Dergisi'nin Temmuz 2012 sayısında bulunabilir.

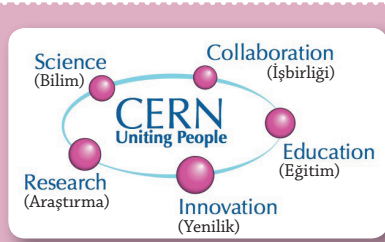
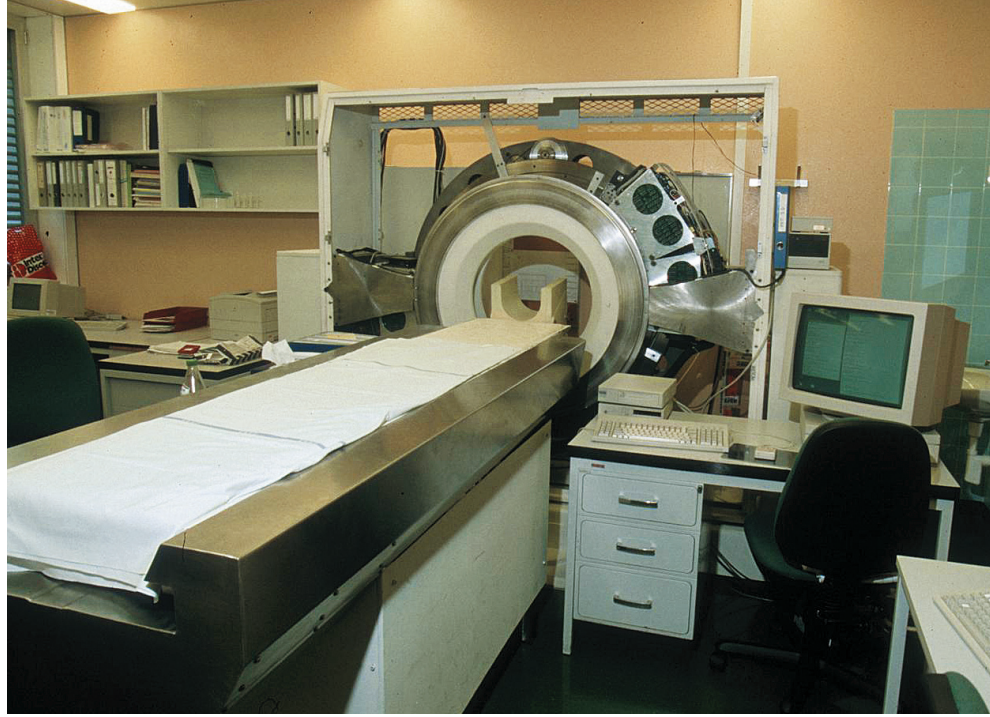
**İYON DEMETLERİ:** Yarı iletken endüstrisinde ve özellikle elektronik yongaların üretiminde çok etkin ve kesin yöntemler sunar. Bunun dışında tahribatsız inceleme yöntemi jeolojiden arkeolojiye ve hatta uyuşturucu aramaya kadar birçok alanda kullanılır.

**LAZERLER:** Geleneksel olarak barkod (ürün imzası) okuyuculardan, CD ve DVD çalıcılara, yazıcılara kadar pek çok yerde kullanılan lazerler, artık mikro-makina parçalarını yapmakta, yeni tanı aletlerinde ve hassas ameliyatlarda da yer almaktadır.

**ENERJİ:** Hızlandırıcı sürümlü sistemlerde, yüksek akımda bir proton demetiyle toryum elementinin yakılması ve bu sayede elektrik elde edilmesi hedeflenir. Bu tür yeni nesil santraller, hızlandırıcı kapatıldığı anda durdukları yani nükleer yakıt kendi kendine yanmadığı için geleneksel nükleer santrallere göre çok daha güvenlidir. İnsanlığın enerji sorununu tamamen çözmek için ise olası bir yol, güneşte olduğu gibi, hafif elementlerin bir araya getirilip kaynaşarak enerji açığa çıkarmasıdır. Hızlandırıcı ve parçacık fiziği teknolojilerinin kullanıldığı bu araştırma, uluslararası bir çalışma olarak Fransa'nın güneyinde ITER projesi adı altında devam etmektedir. Türkiye bu çalışmada yer almamaktadır.

## CERN, ŞİRKETLER İÇİN DE İLERİ BİR ARAŞTIRMA MERKEZİ

Günümüzde bir dünya laboratuvarı haline gelen ve Türkiye'nin de tam üyelik sürecinde olduğu CERN, hızlandırıcıdan yeni enerji kaynaklarına, bili-



## CERN, yenilik, işbirliği

Hızlandırıcı ve parçacık fiziğinde bir mükemmellik merkezi olan CERN, yıllık 2.1 milyar TL olan bütçesinin yaklaşık yarısını, araştırmaları için gereken malzemeyi endüstriden sağlamak için kullanır. CERN'le iş yapabilmiş şirketler bunu bir referans olarak kullanıp başka ihalelerde avantaj kazanmaktadır. Bu şirketler aldıkları her 1 liralık proje için ortalama 3 lira geri dönüş sağladıklarını belirtmişlerdir.

şimden algılara kadar pek çok konuda en ileri araştırmaların yapıldığı bir mükemmellik merkezidir. Ayrıca, CERN, çalışmalarda üretilen bilgilerin teknoloji transferi ile uygulamaya dönüştürülmesinde de şirketlere yardımcı olur. Örneğin hızlandırıcılarda gereken çok yüksek vakum teknolojisiyle CERN'de yeni nesil güneş panelleri tasarlanmış ve yapılmıştır. Gelecekteki panellerin ötesinde 350°C'ye kadar ısıda dahi çalışabilen bu paneller, güneş enerjisini elektriğe çevirmenin yanı sıra ısı alışverişine de engel olur. Örneğin panelin dış yüzeyi karla kaplıyken bile, koruduğu iç yapı 80°C olabilir. Avrupa'daki toplam enerji tüketiminin yaklaşık yarısı ısıtmaya veya soğutmaya harcadığı için, bu sayede fosil yakıt tüketiminde ciddi bir azalma beklenmektedir. Bu teknolojiyi transfer eden şirket (SRB Energy-Ispanya) 2012 yılında Cenevre Havaalanı terminal binasının çatısını bu panellerle kaplamak üzere bir ihale kazanmıştır.

## TEMEL BİLİM ARAŞTIRMALARI VE TOPLUMLARIN İLERLEMESİ BİRBİRLERİNE BAĞLIDIR

Bilim ihtiyaçları yenilik gerektirir, yenilikler endüstriyi besler, endüstri de temel bilim için daha güçlü araçlar sunar. Uzun yıllar boyunca denenmiş bu ortak yaşamın, kanıtlanmış bir bilgi ve yenilik sağlama sicili vardır.

2023 yılında Türkiye'nin 500 milyar dolar ihracat hedefine ulaşabilmesi için devlet, bilim ve sanayi el ele vermeli ve bu ortak amaca doğru yürümelidir. Devletin en başta hızlandırıcı ve parçacık fiziği olmak üzere temel bilimlere desteklemesi, bilim insanlarının biriktirdikleri bilgi ve deneyimlerden ürettikleri yenilikleri sanayiye aktarması, sanayinin de uzun vadeli düşünerek her zorluğu bir fırsat, her fırsatı da büyüme ve gelişme için bir olanak olarak görmesi bu yoldaki en önemli adımlardır.

### Kaynakça:

- 1) Keşif işildakları, <http://www.interactions.org/beacons/tr/home>
- 2) "Particle physics, a key driver for innovation", <https://cdsweb.cern.ch/record/1431474>
- 3) M. Abdus-Salam, "2000 Yılında Türkiye" Sempozyumu, İstanbul, 5-7 Nisan 1986.