

# Bilim ve Teknolojide Devrimler

## Yaratan Bir Olay: ELEKTRİK

### (II. BÖLÜM)\*

#### Teknolojik Gelişmeler

19. yüzyıl dünya kapitalizminin gelişmesi, İngiltere İmparatorluğunun emperyalist genişleme politikasına ortam sağlayacak somut koşullardan kaynaklanan ancak evrensel bir geçerlilik iddiası ile ortaya atılan "laissez faire" (bırakınız yapsınlar) sloganında özümlenebilir. Bireylerin kendi çıkarlarını eniyileme çabalarının toplum çıkarlarını da eniyileyeceğini varsayan bu liberal kapitalist dünya görüşü 19. yüzyıldaki teknolojik gelişmeye de damgasını vurmuştur.

19. yüzyılın başında elektrik bataryasının bulunması ve bunu izleyen elektromagnetik dalındaki bilimsel gelişmeler önemli teknolojik atılımlara olanak sağlamıştır. Bu teknolojik gelişmeler elektriğin aydınlatma, ısı ve mekanik enerjiye dönüştürülmesi yanısıra telgraf, telefon ve giderek telsiz telgraf gibi haberleşme alanlarındaki uygulamalar olarak özetlenebilir.

Önemli bir bilimsel ve teknolojik geleneği olmayan elektriğin yepyeni teknolojilere olanak sağlaması bu dönemde "mucit" dediğimiz bilim adamı-iş adamı arası yeni bir tür kişinin doğmasına yol açmıştır. Liberal kapitalizmin etkin olduğu batılı ülkelerde türeyen bu tür kişiler inatçılık, meraklılık ve zengin olma tutkusu özellikleri ile teknolojik gelişmenin önemli itici güçlerinden birini oluşturmuştur. İşlevleri yönünden bugünün elektrik mühendislerinin ataları sayılabilecek bu mucitlerin birçoğu formal

\*İlk bölümü 412. sayıya yayınlanmıştır.

#### **Prof. Dr. Kemal İnan**

##### **Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi**

*Kemal İnan 1964 ve 1966 yıllarında ODTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden sırası ile lisans ve yüksek lisans, 1967 yılında Warwick Üniversitesi'nden otomatik kontrol alanında yüksek lisans ve 1970 yılında Kaliforniya Üniversitesi'nin Berkeley kampusu Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü'nden de doktora derecelerini aldı. 1970-1980 yılları arasında ODTÜ Elektrik Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyeliği yaptı. 1977-80 yılları arasında Elektrik Mühendisleri Odası yayın kurulu üyeliği yaptı. 1980-82 ve 1985-89 yılları arasında Kaliforniya Üniversitesi Berkeley kampusu Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü'nde konuk öğretim üyesi ve araştırmacı olarak çalıştı. 1983-85 yılları arasında SODEP Kurucu Üyeliği ve Merkez Karar ve Yönetim Kurulu Üyeliği yaptı. 1989-1997 yılları arasında ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyeliği yaptı. Bu süre içinde ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölüm Başkanlığı, TÜBİTAK EEEAG grup üyeliği ve TÜBİTAK Bilim Kurulu Üyeliği görevlerinde bulundu. 1998 yılından beri Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi'nin kurucu dekanlık görevini sürdürmektedir.*

olarak elektrik bir yana, herhangi bir doğa bilimi dalının eğitiminden bile geçmemiştir. Örneğin telefonun mucidi olarak bilinen Alexandre Graham Bell sağırlara görerek duymasını öğreten bir öğretmen, telgrafın mucidi olarak bilinen Samuel Morse ise güzel sanatlar eğitimi görmüş bir ressamdı. Mucitlerin en büyük sorunu herhangi bir yeni buluştan sonra zaman kaybetmeden bu buluşun patentini alabilmek ve bu buluşu büyük çapta teknolojik-ticari uygulamaya geçirebilmek için sermayedar ortaklar bulabilmekteydi. Bu olgu mucitler çağı tarihinin önemli bir bölümünün patent mücadeleleri ile geçmiş olmasından açıkça görülmektedir.

Teknolojik gelişmelerin belli bir olgunluk aşamasına gelmesi ve daha da önemlisi ekonomide

tekelleşmenin belirginleşmesi ile mucitler yavaş yavaş bu tekeller içinde görev alan mühendislere dönüşmüştür.

#### **Elektromekanik Sana-yinde İlk Atılımlar**

1831 yılında Michael Faraday ünlü yasası ile magnetizmadan elektrik elde edilebileceğini göstermekle kalmamış elektrik üreten küçük bir jeneratör de yapmıştı. Ancak Faraday gerçekçi bir insandı ve bu nedenle daha büyük teknolojik atılımlara girişecek mucitsel özellikleri olmadığını çok iyi tartmaktaydı. Faraday bilimsel ilkeleri ortaya koymuştu ve bunu izleyecek teknoloji başkalarının işiydi.

1832 yılında Parisli bir imalatçı Hippolyte Pixii, dönen bir mıknatıs ve U biçiminde bir demire sarılmış



telden oluşan bir elektrikli dinamo yaptı. Bu dinamo ile almaşık akım üretilebileceği gibi –ki o tarihte almaşık akımın fazla bir önemi ve uygulaması yoktu- komütatörler ile doğru akım da üretiliyordu. Aynı yıl içinde benzeri bir elektrikli dinamo, Pixii'den bağımsız olarak , Dal Negro adlı bir İtalyan tarafından da yapılmıştı.

Pixii'nin dinamosundan sonra ilk önemli aşama 1850 yılında, Brüksel kentindeki askeri okulun profesörlerinden biri olan Nollet'in yaptığı dinamodur. Nollet'in makinası sabit bir stator üzerine yerleştirilmiş ve eşit aralıklarla sıralanmış 32 tane mıknatıs ile üzerinde bir o kadar sargı devresi olan döner bir rotordan oluşmaktaydı. Mıknatıs kutupları biri kuzey biri güney olacak biçimde yerleştirilmiş ve rotodaki sargıların bağlantıları herbirinde endüklenen gerilimin birbirlerine eklenebileceği biçimde yapılmıştı. Dakikada 400 devir hızla döndürüldüğünde üretilen elektriğin sıklığı 53 1/3 hertz'di. Üretilen gerilimin –ki o zamanlar endüklenen gerilim tam bir tanıma kavuşturulamamıştı- 50 volt dolaylarında olduğu sanılmaktadır.

Nollet'in makinası elektrik tarihinde ilk kez bir elektrik firmasının kurulmasına yol açmıştır. 1853

yılında Nollet tasarımına göre dinamo imal etmek üzere Paris'te kurulan bu firmanın adı Alyans Şirketi (Alliance Company)'ydi. İmalat amacı suda, hidrojen ve oksijen elde etmek olan ve bu nedenle komütatörlerle doğru akım elde edilmesi sağlanan Alyans dinamosu ticari başarısızlık nedeni ile bu amaç için kullanılmadı. 1858 yılından sonra bu dinamosun İngiltere'de deniz fenerlerindeki kömür uçlu ark lambalarının enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. 5 beygir gücünde bir buhar makinası ile sürülen bir dinamo 1100 mumluk bir ark lambasını yakmaktaydı. Deniz fenerlerinde yer alan bu uygulama ile elektrik ilk kez aydınlatma amacı için kullanılmış oluyordu.

Franklin, Barlow ve Faraday gibi bilim adamlarının yaptığı küçük ve fazla bir pratik değeri olmayan elektrik motorlarının dışında ilk pratik uygulamaya yönelenlerden biri Davenport adında Amerikalı bir demirci ustasıdır. Bu kişi 1834 yılında demiryolunda kullanılabilecek elektrikli motorla çalışan bir araç geliştirmişti. Aynı kişi 1840 yılında geliştirdiği bir elektrik motorunu matbaa makinasında kullandı. Aslında bu yıllar içinde birçok meraklının deniz motoru, elektrikli araba vb. gibi çeşitli alanlarda fantezi sayılabilecek uygulamalara yöneldiği bilinmektedir. Bu uygulamaların daha büyük boyutlara erişebilmesindeki başlıca engel ise ucuz elektrik enerjisi kaynağı sorunuydu.

1873 yılındaki Viyana Sanayi Sergisinde ilginç bir rastlantı yer aldı. Belçikalı mucit Zenobe Gramme'in yapmış olduğu elektrik dinamosunun sergilendiği sırada, dikkatsiz bir görevlinin, bir dinamonun çıkışını başka bir dinamoya bağlaması üzerine ikinci dinamo dönmeye başladı. Böylece olayı izleyenler

bir generatörün motor gibi de çalışabileceğine gözleri ile tanık olmuş oldular. O zamanlar için hayret verici olarak nitelendirilen bu olay kısa bir süre sonra günün teknik dergileri aracılığı ile dünyaya duyuruldu ve büyük bir ilgi yarattı. Bu olay elektrik motorları teknolojisinin gelişmesini engelleyen ucuz kaynak sorununu da çözmüş oluyordu ve beş on yıl içinde elektrik motorları küçük ve bağımsız mekanik enerji gerektiren, demiryolları, asansörler, madencilik, makine tezgahları, matbaacılık vb. gibi alanlarda yaygın bir biçimde kullanılmaya başlandı.

### Aydınlatmada Elektrik

Daha 17. yüzyılın sonlarında, içi gazlı cam tüplerin durağan elektrikten elde edilen ark ile çeşitli renklerde parıltılar verdiği bilinmekteydi. 17. yüzyılın bu deneyleri, ilerde bulunacak olan katot ışınlı tüplerin ve bir zincirleme rastlantılar sonucu gelişecek olan atom fiziğinin tohumlarını taşımaktaydılar. Aydınlatma teknolojisinin gelişmesinde iki tür lamba; ark lambası ve akkor lamba yer almaktadır.

Ark lambaları, iki elektrot arasından atlayan elektrik arkının yarattığı ışıktan yararlanmaktaydı. İlk uygulaması 1858 yılında İngiltere'de deniz fenerlerinde kullanılması ile gerçekleşen ark lambaları sonraları sokak aydınlatılmasında da kullanılmaya başlandı. Bununla ilgili ilk uygulama 1877 yılında Paris kentinin "Avenue d'Opera" caddesinin ark lambaları ile aydınlatılmasıdır. Bu uygulamada, Rus mucidi Yabloçkov'un almaşık akımla çalışan ark lambaları ve bu lambaları besleyen Gramme dinamosu kullanılmaktaydı. Bir süre sonra benzeri sokak ve işyeri aydınlatma dizgeleri Avrupa ve Amerika'nın belli başlı kentlerinde kullanılmaya başlandı.

Ark lambalarının konut aydınlatılmasında kullanılması bazı önemli sakıncalar yaratmaktaydı. Aydınlatmayı düşük nitelikli ve sürekli

titreşen bir ışıkla sağlayan ark lambalarının aydınlatma gücü belli bir düzeyin altına indirilemiyor, bu düzey de konutlar için gereğinden fazla oluyordu. Kaldı ki birbirlerine seri bağlı olarak kullanılan bu lambalar tehlikeli olabilecek derecede yüksek gerilimlerin kullanılmasını gerektirmekteydi.

Bu boşluğu doldurabilecek ve farklı bir ilkeyle çalışan akkor lambalarında aydınlatma, bir filamandan geçen akımın filamanı kızdırması ile elde edilmekteydi.

19. yüzyılın ilk yarısında İngiltere’de platin filaman kullanan akkor lambalar yapılmıştı. Başlangıçta bataryalar ile beslenen bu tür lambalar yüzyılın ortalarında oldukça gelişmiş olan dinamolarla beslenmeye başlandı. 1860 yılında İngiliz muciti Joseph Swan vakumda çalışan karbon filamanlı bir lamba yaptıysa da istenilen düzeyde bir vakum elde edemediği için sonuç başarılı olmadı. 1865 yılında Sprengel cıva pompasının bulunması ile yüksek vakum elde edebilme olanakları doğdu ve 1878 yılında bu yeni vakum teknolojilerinden yararlanan Swan’ın yaptığı karbon filamanlı akkor lamba daha iyi sonuç verdi. Yine de akkor lambaların yaygın bir ticari uygulamaya geçebilmesi için iki önemli sorunun çözülmesi gerekiyordu. Bunlardan ilki lamba-

nın ömrünü uzatacak olan filaman maddesinin saptanması; ikincisi ve daha da önemlisi tüm aydınlatma dizgesini ve lamba imalatını beraberce gerçekleştirebilecek teknik ve ekonomik olanakların sağlanmasıydı. İşte bu sorunların üstesinden gelen kişi daha önce çizdiğimiz mucit tipinin en belirgin örneklerinden biri olan Thomas Alva Edison(1847-1931)'dur.

Edison sıfırdan başlayıp hiçbir yardım görmeden çalışkanlığı ve akıllı ile şöhret ve zenginliğin doruğuna ulaşan “laissez faire” çağının örnek insanı olarak gösterilir. Tam bir iş adamı kafasına sahip olan inatçı mucit Edison’un derin olmayan ancak geniş ve daha çok sezgilerle elde edilmiş bir deneyimi ve bilgisi vardı.

1877 ve 1878 yılları arasında ilk ses kayıt aygıtını, o zamanki terimle fonografi icat etmiş olan Edison, 1879 yılında akkor lamba üzerinde çalışmalarına başladı. Filaman maddesi seçiminde salt deneysel bir yöntem izleyerek çeşitli metaller, karbon lifi, kağıt, tahta, bambu, palmye yaprağı ve daha akla hayale gelmeyecek yüzlerce madde denedi. Nihayet 1879 yılı sonlarında geliştirdiği karbon lifli filamanlı akkor lambanın patenti için başvurup bu patenti 1880 yılı Ocak ayında aldı.

Edison daha 1878 yılı sonlarında 300.000 dolar sermayeli Edison Aydınlatma Şirketi’ni kurmuştu. Şirketin hissedarları arasında New York kentinin ileri gelen bankacıları ve sermayedarları da yer almaktaydı. Edison 21 aralık 1879 günlü New York Herald gazetesinde yazdığı bir yazıda tasarımılamayı düşündüğü aydınlatma dizgesini dinamolarından lambalarına dek ayrıntılı bir biçimde açıkladı. Bu yazının yayımlanmasından az sonra Edison Elektrik

Aydınlatma Şirketi’nin hisseleri hızla değer kazanmaya başladı. Buna karşın o zamana dek aydınlatmayı sağlayan gaz şirketinin hisseleri ise değer kaybetmeye başladı.

1880 yılının ortalarında New York’un “Pearl Street” caddesinde ilk üretim ve dağıtım dizgesi Edison’un kurmuş olduğu şirket tarafından tamamlandı. Kısa bir süre içinde doymaya erişen bu dizge kurulduğunda 6 büyük doğru akım dinamosunca beslenen 7200 tane 16’şarlı mumluk akkor lambayı yakabilecek sağdaydı.

Yepyeni bir alan olan aydınlatma ve imalat endüstrisinin oluşturduğu bu pazarın hızla artan talebini karşılayabilmek için kısa bir sürede birçok girişimci türedi. Bunlar arasında en belirginleri Amerika’da Edison’un yanısıra Westinghouse’un, İngiltere’de Swan’ın ve Almanya’da da Siemens ve Halske’nin kurdukları şirketlerdir.

Elektrik enerjisi üretim ve dağıtım dizgelerinin bugüne dek genellikle kullanılagelen almaşık akıma geçmek, transformatör, endüksiyon motoru ve ölçü aygıtlarının gelişmesi ile ve daha da önemlisi dünya bakır fiyatlarının artması ile gerçekleşmiştir. Edison ile Amerikalı mühendis-iş adamı George Westinghouse arasında acımasız bir rekabet konusu olan doğru akım-almaşık akım çatışmasının sonucunda Edison açık bir yenilgiye uğramış ve enerji alanında almaşık akım doğru akımın yerini almıştır.

## Elektrikli Telgraf

Uzaktan haberleşmenin eski Çin uygarlığına dek uzanan köklü bir geçmişi vardır. Elektriğin bu alanda kullanımına ilişkin ilk belirtiler ise 18. yüzyıldaki Stephen Gray’in elektrik iletimi deneyleri ile doğmuştur. Daha 1746 yılında kaynağını Leyden şişesinin oluşturduğu ve iletilen her simge için ayrı bir telin kullanılageldiği elektrikli bir telgraf gerçekleştirilmişti.

Elektrikli telgrafın yaygın bir uy-



Nollet'in dinamosu

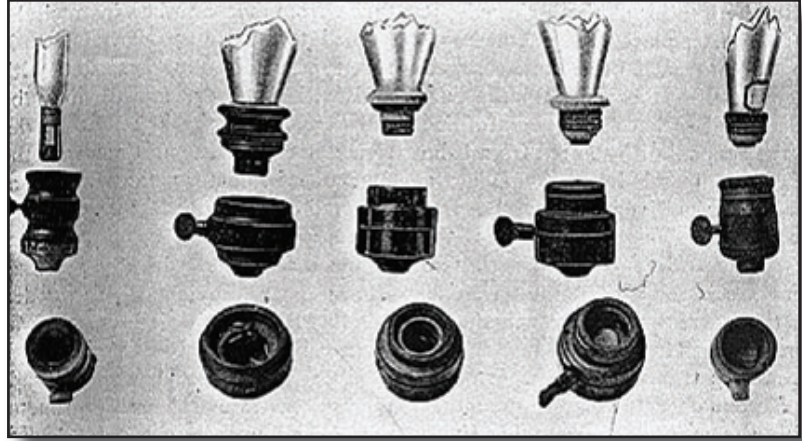
gulama aşamasına erişmesinde kuşkusuz elektromagnetik dalındaki bilimsel gelişmeler ve özellikle Sturgeon, Henry, Page gibi mucit ve bilim adamlarının elektromıknatis (veya endüksiyon bobini) üzerinde yaptıkları çalışmalar en belirgin rolü oynamıştır.

Özindüklenme olayının bulucusu olarak bilinen ve 1 ton ağırlıktaki cisimleri kaldıracak güçte elektromıknatisler yapabilmiş olan Amerikalı bilim adamı Joseph Henry (1797-1878) 1830 yılında 300 metre uzaklıktaki bir elektromıknatisi uzaktan denetleyerek telgrafın yapımına yardımcı olacak önemli bir ilkeyi ortaya koymuş oldu.

Henry uzaktan denetim ilkesinin daha büyük mesafelerde kayıplar nedeni ile zorluklar çıkaracağını düşünerek belirli aralıklarda konuşacak elektromekanik röleler ile bu soruna da çözüm getirilebileceğini göstermişti.

1833 yılında Göttingen kentinde iki bilim adamı Gauss ve Weber 1.5 km uzaklıkta evden eve bir tür telgraf düzeneği kurmuşlardı. Bu düzenekte alıcı olarak galvanometreler kullanılmaktaydı. Aslında 1830-1840 yılları arasında ufak tefek ticari uygulamaları da içeren bir telgraf teknolojisi gerek Avrupa'da gerekse Amerika'da gelişmekteydi.

Bugün elektrikli telgrafın mucidi olarak adı en çok geçen kişi kuşkusuz Samuel Morse (1791-1872)'dur. Morse İngiltere'de güzel sanatlar eğitimi görmüş ve Amerika'ya dönüşünden sonra başarılı bir ressam olarak ün yapmıştı. Nitekim Morse'u 1825 yılında Amerikan Ulusal Desinatörler Akademisi'nin kurucuları arasında görüyoruz. 1829 yılında ünlü müzelerde inceleme yapmak üzere yaptığı Avrupa yolculuğunun dönüşünde gemide tanıştığı Jackson adında yarı deli bir Amerikalı kimyacı, Morse'a Paris'te tanıştığı bazı elektrik deneylerini anlatmıştı. Eskiden beri elektriğe karşı bir tutkusu olan Morse bu ko-



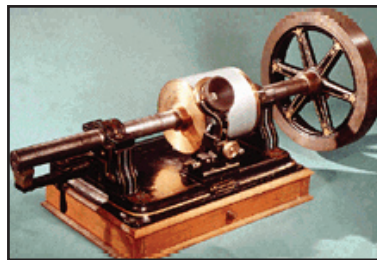
Edison'un ilk lambaları

nuşmadan esinlenerek bir elektrikli telgraf tasarımılamaya karar verdi. Morse bu karara vardığında 39 yaşındaydı ve de elektrik konusunda fazla bir bilgisi olduğu söylenemezdi. Mucitlere özgü bir inat ve direnme gücü olan Morse'u yaş ve bilgisizlik gibi sakıncalar durduramadı. Kaldı ki çevresinde isim yapmış bir ressam olmasının sağladığı parasal olanaklar fazla çekici değildi ve yeni atılımı pekla daha parlak parasal olanaklar doğurabilirdi.

Morse, Henry'den bilimsel destek, sonradan iş ortağı olan Alfred Vail'den de parasal destek sağladı ve 1843 yılında tüm olanaklarını seferber ederek Amerikan Kongresi'nden, Washington-Baltimore kentleri arasında 65 km'lik bir telgraf hattının yapımı için 30.000 dolarlık bir tahsisatı 6 ay farkla koparmayı başardı. Yapımı 1844 yılında tamamlanan bu hatta, Morse'un geliştirdiği ve bugün Morse Alfabesi diye bilinen nokta ve çizgilerden oluşmuş bir kodlama dizgesi kullanılıyordu.

Morse 1838 yılında geliştirmiş olduğu telgraf için Amerikan patenti almıştı. Daha sonra Avrupa'ya yaptığı yolculuk sırasında İngiltere, Fransa ve Rusya gibi ülkelerden patent almak için başvurduysa da bu konuda başarılı olamadı. Morse'un geliştirmiş olduğu telgrafta alıcı aygıt, göndericiden gelen imle çalışan bir elektromıknatis ve bu mıknatisin hareketi ile kağıdın üzerine Morse kodlu mesajı mürekkeple yazan bir düzenekten oluşmaktaydı. Zamanla alıcıda çalışan memurlar Morse kodunu ezberledikleri için elektromıknatisin açılıp kapanmasından çıkan seslerle mesajı yazabiliyorlar ve böylece mürekkepli yazıcıya gerek kalmıyordu. Buluşunun en önemli bölümünü bu mürekkepli yazıcının oluşturduğuna inanan Morse bu olaya, elektromıknatisi dinleyerek mesaj yazan memurları işten atma ile tehdit edecek kadar sinirlenmişti. Ancak bu tür kişisel kaprislerin teknolojik gelişmelere engel olması düşünülemezdi ve gerçekten de kısa bir süre sonra

Edison'un ilk fonografi



mürekkepli yazıcı bir daha kullanılmamak üzere ortadan kalktı. Morse, yaşamının sonuna dek şöhret ve para ile onurlandırılmıştır. Bilgisinin önemli bir bölümünü Joseph Henry'ye borçlu olmasına rağmen bir kez bile Henry'yi onurlandırmayı düşünmeyen Morse'un Amerikan İç Savaşı'nın nedenini oluşturan zenci esir ticaretinin hararetli bir savunucusu olduğunu da belirtelim.

## Okyanus Kablosu

Yeni bir teknolojik atılımda başarıya ulaşmanın yolu çoğu kez başarısız deneyimlerden geçer. Bu olguya iyi bir örnek kıtalararası telgraf iletişimini sağlamak amacı ile Atlas Okyanusu'na döşenen kablonun öyküsüdür. Aşağıda bu öyküyü çarpıcı yönlerini ayrıntılandırarak sunmaktayız.

Telgraf teknolojisi hızla gelişmesini sürdürürken 1856 yılında Amerika ile Avrupa kıtaları arasında bir denizaltı telgraf hattın gerçekleştirilebilmesi yolunda ilk atılımlar yer almaktaydı. Daha 1850 yıllarında New York ile Kanada'nın doğu kıyısındaki New Foundland adası arasında bir telgraf hattının kurulabilmesi için ön çalışmalar yapılmış ve çeşitli teknik ve parasal zorlukların sonucu olarak bu atılım ancak 1856 yılında gerçekleşmişti. Bundan sonra yapılacak iş New Foundland Adası ile İrlanda'nın batı kıyısındaki Valentia kenti arasında bir denizaltı kablosunu döşeyebilmektir. Bu iş için New York'lu bir tüccar olan Cyrus Field, Samuel Morse'un da ortaklarından biri olduğu 350.000 sterlin sermayeli Atlantik Telgraf Şirketi'nin kurulmasına önyak oldu.

1857 yılında iki İngiliz firması 4000 km uzunlukta yedi bakır telden oluşan bir demetin üç kat Sumatra zamkı (gutta-percha) ile kaplanacağı bir kablonun yapımına başladı. Birbirlerine eklenebilecek 3'er km'lik parçalardan oluşan kablonun dış çapı 16 mm, ağırlığı ise 2800 kg/km olarak saptanmış-

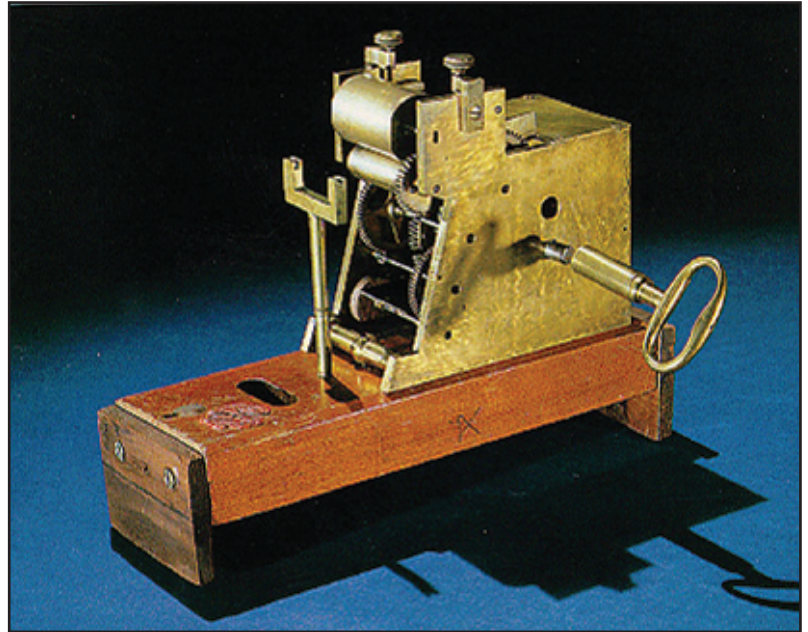
tı. Atlantik Telgraf Şirketi'nin teknik danışmanları arasında William Thomson (sonraları Lord Kelvin adını almıştır), Michael Faraday ve Samuel Morse gibi tanınmış isimler yer almaktaydı.

Atlas Okyanusu projesinin gerçekleştirilmesi için Amerikan Deniz Kuvvetleri 5200 tonluk Niagara gemisini, İngiliz Kraliyet Donanması da 3200 tonluk Agamemnon gemisini görevlendirmişlerdi. Valentia'dan Atlas Okyanusu'nun ortasına kadar Niagara gemisi kabloyu döşeyecek ve buradan New Foundland adasına kadar da bu görevi Agamemnon gemisi üstlenecekti.

1857 yılının 6 Ağustos sabahı gemiler Valentia kentinden Atlas Okyanusu'na doğru açıldılar. Daha kıyıda 8 km açılmamışlardı ki Niagara'nın güvertesinde bir mekanizmaya takılan kablo koptu. Kopan kablonun ucu sığ suda bulunması nedeni ile bulunabildi ve gerekli eklemeler yapılarak yeniden denize açıldı. 11 Ağustos günü kablo salma düzeneğinde çalışan teknisyenin bir panik sonucu mekanizmayı aniden frenlemesi sonucu kablo koptu ve gemiler gerisin geriye İngiltere'ye dönmek zorunda kaldılar.

Bundan bir yıl kadar sonra 1885'in Haziran ayında aynı gemiler aynı görevi yeniden üstlendiler. Bu kez iki gemi taşıdıkları kabloları Atlas Okyanusu'nun ortasında birleştirecek ve bundan sonra Agamemnon İrlanda'ya, Niagara ise New Foundland'a doğru ilerleyerek kabloyu döşeyeceklerdi. Ayrılma noktasından 5 km sonra Niagara gemisindeki kablo koptu ve gemiler buluşma noktasına dönerek kablolarını eklediler ve yeniden açıldılar. Bu kez ayrılma noktasından 120 km ötede, gemilerde kullanılmakta olan hassas galvanometreler aracılığı ile bağlantıda bir arıza olduğu ortaya çıktı ve gemiler başlangıç noktasına dönmek zorunda kaldılar. Arıza nedeninin kablo yalıtkanının iki yerde kısa devre olmasından doğduğu anlaşıldı ve bu arıza giderilerek gemiler yeniden hareket etti. Bir süre sonra Agamemnon gemisindeki kablo koptu ve bunun üzerine gemiler İrlanda'nın Queenstown kentine dönüp yakit ve yeni kablo ikmal yapmak zorunda kaldılar. Bundan sonraki çabalar önemli bir engelle karşılaşmadı ve 5 Ağustos 1858 günü kabloların döşenme işi başarı ile tamamlanmış oldu.

Okyanus kablosu projesinin ba-



S. Moore'un ilkelerine göre yapılmış telgraf makinası

şarı ile tamamlanmış olduğu New York'a telgraf ile bildirildi ve olay ülkenin birçok yerinde bir bayram sevinci ile kutlandı. Ne var ki bu sevinç uzun ömürlü olamadı. Çünkü daha iletilen mesaj sayısı 400'ü bile bulmamışken, 1 Eylül 1858 günü, denizaltı kablosu onarılamayacak bir biçimde arızalandı.

Büyük bir başarısızlığa uğramış olan Atlas Okyanusu telgraf hattı atılımı 1865 yılına dek gündeme gelmedi. Bu kez bu görevi öncekilere göre daha üstün bir teknoloji ile donatılmış ve o zamanki dünyanın en büyük gemisi olan Great Eastern üstlendi. Bu amaç için kullanılacak kablo önceki deneyimlerden alınan derslerle çok daha sağlam bir biçimde imal edilmişti. Kablonun kalınlığı 1857-58 deneyiminde kullanılanın üç katıydı. Üstelik kablo, üstü katranla kaplanmış demir tellerden oluşan bir zırhın içine oturtulmuştu.

1896 yılının Temmuz ayında Great Eastern gemisi ile başlatılan kablo döşeme çabaları yeniden başarısızlıkla sonuçlandı. Artık başarısızlıktan başka bir şey getirmemiş olan bu proje için sermaye bulmak da çok güç oluyordu. Bu amaç için Anglo-Amerikan Telgraf şirketi adında yeni bir şirket kuruldu. Bu şirketin sağladığı finansman ile yeniden kablo imal edildi. Nihayet 1866 yılının Haziran ayında başlayan ve yine Great Eastern gemisi tarafından sürdürülen kablo döşeme yolculuğu 7 Eylül günü başarı ile tamamlandı. Böylece kıtalararası telgraf iletişimini sağlamak için girişilen 10 yıllık yorucu bir macera sona ermiş oluyordu.

## Telsiz Telgraf

Telgraf teknolojisinin 19. yüzyılın ikinci yarısında uygarlığın vazgeçilmez bir teknolojik ögesi olarak yerini almasından sonra gerçekleşen en önemli aşama telsiz telgrafıdır. Alman bilim adamı Heinrich Hertz (1857-1894)'in elektromagnetik kuramından hareket ederek yaptığı deneyler ile

elektromagnetik dalgaların haberleşmede kullanılabileceği ilkesi açığa çıkmıştı. Bu bilimsel ortamdaki teknolojiye geçişte yine gerçek bir mucit Guglielmo Marconi (1874-1932) önemli bir rol oynamıştır. İlk telsiz telgrafı Marconi'nin mi yoksa Rus fizikçisi Alexander Stepanoviç Popof (1859-1905)'un mu bulduğu konusu tam bir açıklığa ulaşmamış olmakla beraber teknolojik gelişmelerde Marconi'nin katkılarının önemi su götürmez bir gerçektir.

## Elektrik ile Ses İletimi: Telefon

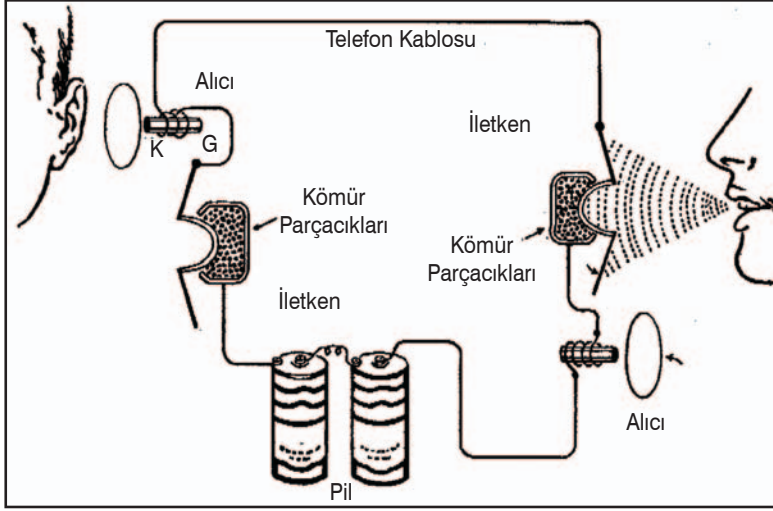
1854 yılının 25 Ağustos'unda Paris'te çıkan l'illustration dergisinde Charles Bourseul'un bir yazısı yayımlandı. Bourseul bu yazısında insan konuşmasının elektrikle iletilebilmesi için kafasında tasarladığı bir aygıttan söz ediyordu. Betimlenen bu aygıt, metal bir kantağa yakın, titreşebilen bir zardan oluşan verici ile; batarya aracılığıyla vericiye seri olarak bağlanmış olan ve kutupları ince bir demir diyaframa yaklaştırılmış bir elektromagnetten oluşan bir alıcıdan ibaretti.

Friedrichsdorf kentinde bir Alman fizik profesörü olan Johann Philipp Reis 1861 yılında Frankfurt Fizikçiler Derneği'ne verdiği bir konferansta yapmış olduğu ve telefon adını verdiği bir aygıttan Bourseul'un tasarlamış olduğu düzenekten tek farkı alıcının üzerine ince tel sarılmış bir örgü şişesi ile bunun çevresine yerleştirilmiş hafif tahtadan yapılmış bir rezonatörden oluşmasıydı. Ancak Reis bu aygıtla konuşmaların yeterince anlaşılabilir bir biçimde iletilemediğini de belirtmişti. Ses dalgalarının sürekli olarak bir devreyi açıp kapaması ile elde edilen elektrik akımı genliği sabit bir kare dalga imi oluşturuyor, bu ise doğal olarak alıcıda, gerçek ses dalgalarından farklı ve anlaşılması zor bir gürültü yaratıyordu.

Bugün, gündelik yaşantımızın en vazgeçilmez aygıtlarından biri olan

telefonun muciti olarak bilinen kişi Alexander Graham Bell (1847-1922)'dir. İskoçyalı bir ailenin çocuğu olan Bell'in babası tanınmış bir dil öğretmeniydi. Babasının mesleğine ilgi duyan genç Alexander özellikle sağır ve dilsizlere görerak duymasını öğretme konusu üzerinde çalışmaya başladı ve bir süre bu konuda Edinburgh ve Londra'da öğretmenlik yaptı. Bu çalışmaları sırasında ses dalgalarına ilişkin bilgileri öğrenebilmek için Helmholtz ve Wheatstone gibi tanınmış bilim adamlarının yapıtlarını da inceleyen Bell verici ve alıcıda diyapozon kullanıldığı bir tür müzikli telgraf aygıtı yaptı. Yaptığı bu aygıttan esinlenerek, aynı hattın değişik sıklıkta birçok telgraf mesajını iletilebilecek bir harmonik telgraf dizgesi üzerinde yardımcısı Watson ile beraber yaptığı deneyler sırasında ses dalgası ile orantılı bir iminin elde edilmesi için devrenin bir kontak aracılığı ile sürekli açılıp kapanması yerine elektromagnetin ses dalgasıyla orantılı olarak akım üretecek bir biçimde titreştirilmesi gerektiğini gördü.

1875 yılının Haziran ayında bir rastlantı sonucu olarak yaptığı bu gözlemden sonra Bell büyük bir sabırla pratik bir telefon aygıtı yapabilmek için çalışmalara koyuldu. Bu çalışmalarında pratik yetenekleri gerçekten üstün bir kişi olan yardımcısı Watson'un da önemli katkıları oldu. İki adamın çalışmalarının sonucunda, 1876 yılında, Bell, yaptıkları telefon alıcı-verici aygıtının patentini aldı ve 1877 yılı başlarında telefon dünya çapında bir ilgi görmeye başladı. Artık daha önce yapılmış telgraf hatları üzerinden telefon ile konuşmaların iletilebilmesi gerçekleşebiliyordu. Bell yaptıkları alıcı-verici telefon aygıtını "sosyal amaçlar" için yıllık 20 dolara, "ticari amaçlar" için ise bunun iki katına kiraliyordu. Kısa bir süre içinde Boston'da kurulan ufak bir fabrikada telefon imal edilmeye başlandı ve böylece gittikçe büyüyen bir ticari uygulama alanı



açılmış oldu. Bu alanda çalışmak üzere Bell tarafından kurulmuş olan Bell Telefon Şirketi bugün ABD'nin en büyük tekellerinden birinin adıdır.

Bell patentli telefonun imal edildiği sıralarda zamanın diğer mucitleri de konu ile ilgilendiler. Ünlü mucit Edison titreşen kömür tozunun değişken direncinden yararlanan bir verici ve yine Bell patentinden farklı bir alıcı geliştirerek 200.000 sterlin sermayeli Londra Edison telefon Şirketi'ni kurdu. Bu şirketler Londra'daki abonelerin ve dolayısı ile telefon santrallerinin büyüüp gelişmesinde önemli rol oynadı. Daha önce telgraf makinalarının gelişmesine katkıda bulunmuş olan David Hughes adlı bir İngiliz'in geliştirdiği ve mikrofona adını verdiği aygıt sonraları telefon teknolojisindeki gelişmelere yol gösterici olmuştur. Bir elektrik devresinde, bazı öğelerin değme basıncından kaynaklanan akım değişimlerini inceleyen Hughes'in mikrofona, zayıf sesleri, titreşen bir cismin değmesi ile kuvvetlendirme özelliğine sahipti. Bu buluş sonraları çeşitli diyaframlar ve kömür tozundan oluşan son derece verimli vericilerin gelişmesine yol açmıştır.

Alıcı-verici aygıtların gelişmesi ile telefon santralleri de önemli gelişmelere tanık olmuştur. Bu gelişmeler günümüze dek süregelmiş olup

elektronik ve bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak sürekli bir değişim içindedir.

### Rastlantı mı?

Yazımızın şimdiye kadar ki bölümünde bilim ve teknolojiye katkıda bulunmuş birçok üstün yetenekli kişi ve bu kişileri önemli buluşlara yöneltten çeşitli rastlantılarla karşılaştık. Doğal olarak akla gelen bir soru bilimsel ve teknolojik gelişmelerde üstün kişilerin ve bu kişilere yardımcı olan rastlantıların gelişmelerde belirleyici bir rol olup olmadığıdır.

Burada vurgulanması gereken ikinci ve önemli bir olgu daha var. O da yazımızda çeşitli örneklerini gördüğümüz gibi birçok kez aynı buluşun farklı kişilerce ve birbirlerinden bağımsız olarak hemen hemen aynı zamanlarda gerçekleştirilmiş olmasıdır. Tarihte ve bugün de sık rastlanan bu olgu bu buluşların, kişiler ve bu kişilerin yeteneklerinden bağımsız bir yönü olduğunu gösteriyor. Buradan şu sonuca varabiliriz. Belirli bir zamanda gerçekleştirilen bir buluşun temelinde, o zamana kadar yer almış olan bilim ve teknolojinin birikimi ve bu konu ile yeterince sayıda kişinin uğraşmasını anlamlı kılan ekonomik ve toplumsal nedenler yer almaktadır.

O halde önemli buluşları gerçek-

leştiiren dehaları –herhangi bir küçümseme önyargısı olmadan varolan nesnel koşulları birçok birey arasından sıvrılarak değerlendirebilen üstü yetenekli kişilerin ötesinde görmemek gerekir. Bu kişilere yön veren rastlantılar ise aynı nesnel koşullardan kaynaklanan ve bu koşullar altında, er veya geç, şu veya bu biçimde yer alacak olaylardır. Örneğin, elektrik pilinin bulunmasından sonra bir sürekli akımın magnetik bir alan yaratarak bir mıknatısı itmesi veya çekmesinin gözlenmesi olayı beklenen bir rastlantıydı. Bu rastlantının kahramanının Oersted olması, yer aldığı yılın 1819 olması ve öğrencilere yapılan bir deney anında elektrik akımının bir pusula iğnesini saptırmasının gözlenmesi biçiminde gerçekleşmiş olması geniş bir perspektif içinde bakılırsa ayrıntının ötesine geçemeyecek derecede önemsiz kalmaktadır.

### Röntgen Işınları ve Atom Fizikinin Doğuşu

Daha 17. yüzyılda cam tüplerde durağan elektriğin boşalması ile oluşan parıltıların gözlemlendiğine değinmiştik. 19. yüzyılda vakum teknolojisinin gelişmesi ile tüplerin iç basıncı oldukça etkili bir biçimde denetlenebiliyordu.

İngiliz fizikçisi William Crookes (1832-1919) daha önce Alman muciti Geissler tarafından geliştirilmiş olan vakum tüplerinden kalkarak daha düşük basınçlar, yani daha iyi bir vakum elde etmeyi başardı. Böylece elektrik boşalması olayını daha uygun bir ortamda incelemek olanağı bulan Crookes 1870 yılında geliştirdiği, "Crookes tübü" adı ile anılan aygıt ile katottan yayılan ışınların veya kendi deyimi ile "moleküler ışığın" etkilerini inceledi.

1895 yılında Würzburg Üniversitesi profesörlerinden Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) Crookes tüplerindeki ışıdamaları incelemek üzere yaptığı deney sırasında belki de bilim tarihinin en dramatik rastlantısı yer aldı. Röntgen, deney

anında odanın başka bir yerinde durmakta olan baryum platinosiyanaür kaplı bir kağıdın parıldadığını gördü. Tüp ile parıltının yer aldığı kağıt arasına çeşitli cisimler koyarak yoğunluğu yüksek bazı cisimlerin kağıt üzerinde sisli gölgeler oluşturduğunu gözledi. Tüpün içinde, katot ışınlarından farklı ve gözle görülemeyen bir ışın bu parıltılara neden olmaktadır. Kendi anlatısına göre bu olayın nedenlerini incelemek üzere, fazla düşünmeye bile fırsat bulamadan, yedi hafta sürekli deneyler yapan Röntgen, nedenini tam olarak anlayamadığı ve bu yüzden X (cebirde bilinmeyen değişken için kullanılan simge) ışınları adını verdiği radyasyonun hatırı sayılır kalınlıkta cisimlerden bile geçtiğini gözledi. Yaptığı deneylerde, Röntgen ışınları ile bir cüzdanın içindeki bozuk paraların veya insan vücudundaki kemiklerin görülebileceğini gösterdi. Röntgen bu büyük buluşundan patent veya herhangi bir biçimde parasal olarak yararlanmayı düşünmemiş ve bu yüzden Edison'un biraz da alaylı bir tonda eleştirisine hedef olmuştur. Röntgen'in, yaşamının sonunu 1. Dünya Savaşı sonrası

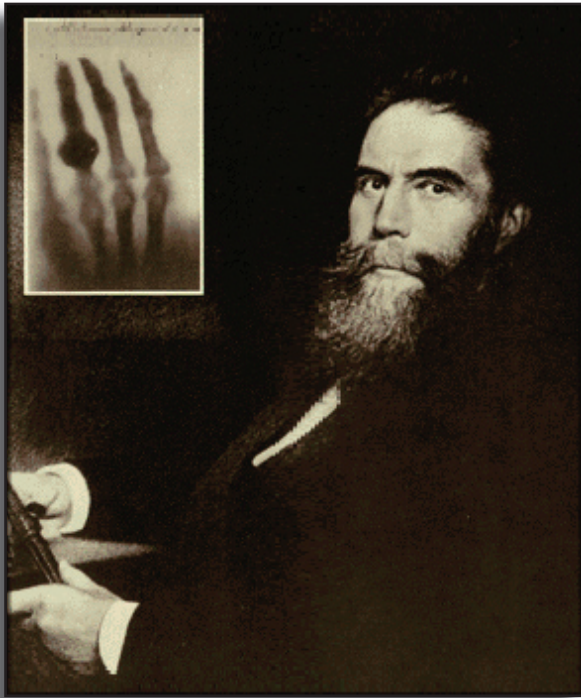
Almanya'daki enflasyonist ortamda parasal sıkıntılar ve zorluklar içinde geçirmiş olduğunu söylemeden de geçmeyelim. Birçok bilim tarihçisine göre ikinci bilim devriminin (Birinci bilim devriminin Galileo'un serbest düşen cisimlere ilişkin yasası ile başladığı kabul edilmektedir) başlangıcı olarak gösterilen Röntgen'in bu buluşu bilim dünyasında büyük yankılar uyandırdı. Birçok fizikçi deneyleri tekrarlayarak sonuçları doğrularken ilk uygulamalar tıp dalında yer almaya başladı. Buluşun açıklanmasını izleyen bir yıl içinde Röntgen ışınları ile ilgili 1000'in üzerinde bilimsel yazı yayımlandı. Röntgen ışınlarının gerçek önemi atom fiziği dallarındaki gelişmelere yol açmış olmasından ileri gelmektedir. Röntgen ışınları Avrupa'daki birçok fizikçi gibi Fransız fizikçisi Antoine Henri Becquerel (1852-1908)'in de kafasına takılmıştı. Becquerel, florışıl (fluorescent) maddelerin Röntgen ışınları yayıp yaymadığını deneysel olarak kanıtlamak amacıyla 1896 yılında siyah bir kağıda sardığı fotoğraf filminin üzerine, bir doğa bilimcisi olan babasının

fosforlu cisimler koleksiyonu arasından seçtiği potasyum üranil sülfat kristalleri (içinde uranyum atomları bulunan böyle bir maddenin babasının koleksiyonunda var olması ve Becquerel'in eliyle koymuş gibi bu maddeyi seçmiş olması rastlantı zincirinin büyücek bir halkası olarak nitelendirilebilir) koyarak bunları güneş ışınları alan bir yere yerleştirdi. Filmin yer yer karardığını gören Becquerel uranyum atomlarından Röntgen ışınlarına benzer bir tür radyasyon elde edilebileceğini göstermiş oluyordu. Daha sonra aynı olayın güneş ışınlarına gerek kalmadan yer aldığını gören Becquerel, uranyumun sürekli olarak, herhangi bir dış etken olmaksızın, radyasyon yayabilme özelliğini kanıtlamış oluyordu. 1898 yılında ünlü Polonya asıllı Fransız kimyacı Marie Curie (1867-1934) bu olayı radyoaktive olarak adlandıracak ve bundan sonra Röntgen ışınları ile başlayan yeni bir çağa, bilim ve teknolojinin savaşçıl olduğu kadar barışçıl amaçlar için de kullanıldığı atom çağına geçilecekti.

## Elektron ve Atomizme Dönüş

Röntgen ışınlarının bulunuşundan iki yıl sonra, 1897 yılında, İngiliz fizikçisi John Joseph Thomson (1856-1940) katot ışını oluşturarak, kendi deyimi ile, taneciklerde (corpuscles) yükün kütleyle olan oranını hesapladı. Thomson bu taneciklerin hızlarının da yaklaşık olarak ışık hızının beşte biri olduğunu gösterdi.

Bu buluşları ile Thomson yüzyıllar boyunca özü anlaşılamayan elektrik olayının taneciklerden veya -ilk kez İrlandalı fizikçi George Johnstone Stoney (1826-1911)'in hidrojen atomunun oluşturduğu doğal yük birimi için kullandığı ve sonradan Thomson'un da benimsediği sözcükle-elektronlardan meydana geldiğini göstermiş oluyordu. 1906 yılında Amerikalı fizikçi-Robert Andrew Millikan



Wilhelm Conrad Röntgen



(1868-1953) elektronun yükünü deneysel bir yöntemle  $-1,609 \times 10^{-19}$  kulon olarak hesaplandı. Böylece Thomson'un hesaplamış olduğu oran kullanılarak elektronun kütlesi  $9,1072 \cdot 10^{-28}$  gram olarak belirlenmiş oldu.

Thomson elektronu bulduktan sonra maddenin en küçük parçası- sonradan bölünebilir olduğu anlaşılacak olan-atomla ilgili görüşler de ileri sürüldü. Thomson'un öğrencisi Ernest Rutherford (1871-1937) sonradan atomun yapısını çok daha kapsamlı bir biçimde ortaya koymuştur. Elektronla beraber fizikte yüzyıllar boyunca bir çatışma konusu olan süreklilik-kesiklilik kavramlarından atomizme, yani kesiklilik kavramına bir dönüş oldu. Bu dönüş ilerde ışığın da "kuanta" denilen kesikli paketlerden oluştuğu görüşü ile daha da güç kazandı.

## **Elektronik Çağına Doğru**

Daha 1883 yılında Edison karbon filamanlı bir cam tüpün içine metal yerleştirilmesi ile -filaman yeterince ısınmış olduğu sürece -metalden sürekli bir akım geçtiğini gözlemişti. 1904 yılında bir İngiliz muciti John Ambrose Fleming (1849-1945) yukarıda açıkladığımız ve Edison etkisi diye bilinen olayı ve Thomson'un boşalmalı tüp deneylerini inceleyerek ilk tüpü doğrultmaçı (redresör) buldu. Daha önce Marconi ile çalışmış olan Fleming bu yeni buluşu ile yüksek sıklıkta gönderilen telsiz telgraf imleri için bir sezici (detektör) yapmış oluyordu. Bu sıralarda tüplü doğrultmaçın (veya tüplü di-yotun) yanısıra "kedi bıyığı" diye bilinen bir kristale değmekte olan telin, bir yönde daha fazla akım geçirmesi olayından yararlanan sezicilerde oldukça sık kullanılmaktaydı. Sonraları kedi bıyığı tranzistorun gelişmesinde önemli bir yol gösterici olmuştur.

Fleming'in tüplü doğrultmacı bulmasından iki yıl sonra 1906

yılında, Amerikalı mucit Lee De Forest (1873-1961) bu buluşa temel katkıda bulundu. De Forest'in geliştirdiği "audion" tüpünde (sonraları bu tüp triyot adını almıştır) katot ve anotun arasına ızgara diye adlandırılan yeni bir elektrot eklenmişti. Anlaşıldığı kadarı ile De Forest'in kendide buluşu açıkladığı sıralarda elektronik çağına geçişin en önemli öğelerinden biri olan yükseltici gerçekleştirdiğinin bilincinde değildi.

1911 yılında Lieben, Reisz ve Strauss adına üç Avusturyalı, De Forest'in geliştirmiş olduğu triyot tüpünün bir yükselteç olarak kullanılmasını içeren bir Fransız patenti aldılar ve böylece il elektronik yükselteç gerçekleşmiş oldu.

1912 yılında Amerika'daki Columbia Üniversitesi öğrencilerinden Edwin Howard Armstrong (1890-1954) triyotun anotundan ızgaraya geri besleme yaparak yüksek sıklıkta salınımlar elde edilebileceğini gösterdi. Bu buluş hemen aynı zamanlarda De Forest tarafından yapıldıysa da öncelik genellikle, aldığı patentin bir yıl gecikmiş olmasına karşın Armstrong'a verilir. Sonraları geri besleme kavramının elektronikte çok yararlı sonuçlar verdiği görüldü ve Bode Nyquist gibi öncülerin çalışmaları ile yepyeni ve tüm bilim disiplinlerinde uygulanabilecek bir matematiksel "denetim kuramı" doğdu.

İlk telsiz telefon ve radyo vericisi ABD'de 1906 yılının Noel gecesi yapılan bir yayında kullanıldı. Bu verici 50 kHz sıklıkta ve 1 kW gücündeydi. Ses iminin bindirimi (modülasyon) anten devresine bağlı bir mikrofon ile sağlanmaktaydı. Daha sonra Lee De Forest 1907 yılında New York kentinde, 1908 yılında Paris'te Eyfel Kulesinde ve 1909 yılında da yine New York kentinde, 1908 yılında Paris'te Eyfel Kulesinde ve 1909 yılında da yine New York kentinde Metropolitan Operasında deneysel verici yayınları yaptırmıştır.

Birinci Dünya Savaşında radyo büyük önem kazanmıştı. Araştır-

malar gizlilik içinde yürütülüyor ve uygulamalar çoğunlukla gemiden gemiye veya gemiden kıyıya konuşmalar biçiminde yer alıyordu. Savaş sona erdikten sonra amatör radyoculuk gelişmeye başladı. İlk önceleri yalnız Morse kodlu mesajlar ileten amatörler sonraları konuşmaları da yayınlamaya başladılar. Amatör radyoculuğunun hızla ilerlemesine yardımcı olmuştur.

Radyo alıcılar ilk önce bir kulaklık ve kedi bıyığı kristalden oluşacak kadar basitti. Sonraları tek tüplü hoparlörlü alıcılar kullanılmaya başlandı. Kullanılan hoparlörler telefonlarda kullanılanların büyüğü idi ve çok verimsiz sonuçlar doğuruyordu. Bu sıkıntı konik hoparlörlerin geliştirilmesi ile büyük ölçüde giderildi.

Radyo alıcılarındaki köklü bir değişiklik süperheterodin devrenin bulunması ile yer almıştır. 1919 yılında Armstrong'un geliştirdiği ve patenti aldığı bu devreye sonraları Hartley, Colpits ve Hazeltine gibi mühendisler katkıda bulunmuştur.

Armstrong'un radyo mühendisliğine yaptığı en önemli katkılardan biride 1939 yılında bulunduğu sıklık bindirimi alıcılarda im/gürültü oranının büyük ölçülerde yükselmesini sağlayan bir bindirim yöntemidir.

Elektronik tüpler Fleming diyotundan başlayarak triyot, tetrot, pentot vb. gibi elektrotların çoğaldığı gelişmelerden geçti. Radyo teknolojisi ile birlikte kullanılan elektronik devreler de gittikçe karmaşık biçimler almaya başladı. Bu sorunlardan kaynaklanarak elektrik devrelerinin daha sistematik bir biçimde çözümlenmesi ve birleşim(sentez)lenmesi konusuna yönelik "devre kuramı" adlı matematiksel disiplin önemli gelişmeler gösterdi.

Yükselteç, osilatör vb. gibi elektronik devrelerde kullanılan elektronik tüplerin geometrik boyutları özellikle 2. Dünya Savaşı'nda radar uygulamaları için gereken çok kısa dalga imlerinde sınırlayıcı bir engel

oluşturuyordu. Bu nedenle elektrik akımını oluşturan elektronların hareketleri ilkesine dayalı yeni aygıtlar geliştirildi. Bu ilkeye dayalı olarak 1939 yılında ABD’de Stanford Üniversitesinde Varian Kardeşler tarafından geliştirilen klistron tüpü mikrodalga uygulamalarında kullanılmaya başlandı. Aynı yıl içinde iki İngiliz mühendisi Boot ve Randall klistron tüpünden çok daha güçlü olan magnetik alanların da kullanıldığı mikrodalga generatörü magnetronu geliştirdiler.

1950 yılında Alman asıllı bir Fransız profesörü Alfred Kastler (1902-) önemli buluşlarla yol açacak olan bir dizge geliştirdi. Geliştirdiği dizgede belirli maddelerin atomları değişik sıklıklarda ışık enerjisi ile pompalanıyor ve çok kısa bir süre için bu enerjiyi emen atomlar aynı ışığı geri yayabiliyordu. 1953 yılında Charles Hard Townes (1915-) adında bir Amerikalı profesör öğrencileri ile birlikte adı İngilizce “Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation” (Radyasyon uyarmalı yayma ile mikrodalga yükseltimi) tümcesinin baş harflerinden oluşan MASER aygıtını geliştirdi. Geliştirilen bu aygıt bir metal kutu içindeki amonyak gazının atomlarına enerji pompalanmasına ile tek ve arı bir sıklıkta güçlü bir mikrodalga

ışını üretebilmekteydi. Bu buluşun SSCB’de iki Sovyet fizikçisi Aleksander Mihayiloviç Prokorof (1916) ve Nikolay Genadyiviç Bosof (1922-) tarafından da yanı zamanda geliştirilmiş – özellikle kurumsal yönden temellendirilmiş- olması nedeni ile bu üç bilim adamı 1964 Nobel Fizik Ödülünü paylaştılar. Daha sonra 1960 yılında Amerikalı fizikçi Theodore Harold Maiman (1927-) MASER sözcüğünün ilk harfinin İngilizce “Light” (ışık) sözcüğünün ilk ile değiştirilmesi sonucu LASER sözcüğü ile anılan aygıt geliştirildi. Maiman’ın yaptığı LASER sarmal bir ksenon (xenon) lambası ile pompalanan sentetik bir yakut çubuktan oluşmaktaydı. 1 milisaniyelik ve 10 kW gücünde son derece ince ve yönlendirmiş ışın eşdeğeri güneşin yüzeyindeki ısıdan çok daha fazla – çok küçük bir alanda yoğunlaştırabiliyordu. Bugün çeşitli yöntemlere göre yapılan LASER’ler tıp, iletişim ve daha bir çok uygulamalarda kullanılmakta olup gelecek içinde gelişmeye açık bir teknoloji olarak görülmektedir.

Elektronik teknolojisinin doğurmuş olduğu, olumlu ve olumsuz etkileri ile toplumsal yönü büyük bir öneme sahip olan bir aygıt televizyondur. Elektrik ile resim iletimi daha önce 19. yüzyılda bir

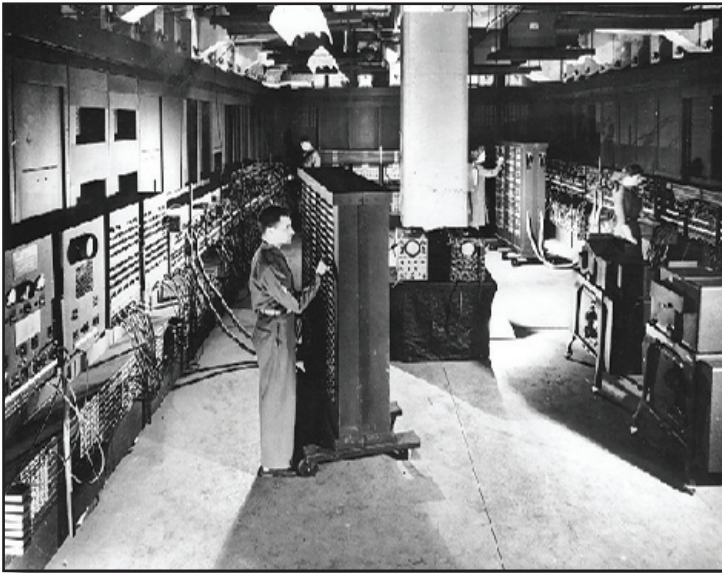
çok mucit tarafından imgelenmiş, hatta mekanik parçalı bazı aygıtlar geliştirilmişti.

Bu atılımların ticari uygulamalara geçebilecek teknolojik aşamaya varması ancak mekanik düzeylerin elektronik yönetmelerle yapılabilmesi sonucunda gerçekleşebilmiştir.

Modern televizyonun bulunuşu Rus asıllı Amerikalı fizikçi Vladimir Kosma Zvorkin(1889-)’in 1938 yılında televizyon kamerasının en önemli parçası olan ve ilk kez resim tarama yöntemini tümüyle elektronik olarak yapan “ikonoskop”u buluşu ile başlar. O sıralarda alıcı olarak “kineskop” adıyla bilinen ve ilk kez 1897 yılında Strazburg Üniversitesi’nde Karl F. Broun’un bulmuş olduğu katot ışınli osiloskop benzeri bir aygıt kullanılmaktaydı. 2 Dünya Savaşı’nda sonra 1950’lerde televizyon ticari uygulama aşamasına erişti ve bugün televizyon ideolojileri evlerin içine kadar taşıyabilecek etkinlikte vazgeçilmez bir dayanıklı tüketim eşyasıdır.

Elektronik teknolojisindeki en önemli aşamalarda biri kuşkusuz yarı iletken fiziğindeki gelişmelerin sonucundan doğmuştur. Yarı-iletken fiziği üzerinde bir çok bilim adamının yarattığı bilgi birikimi nihayet Bell Telefon Laboratuvarları’nda çalışan Brattain, Bardeen ve Shockley’in tranzistoru bulması ile patlama noktasına ulaştı.

Bu üç bilim adamı buluşlarında dolayı 1956 Nobel Fizik Ödülünü paylaştılar. Yarı-iletken elektronik teknoloji bundan sonra da büyük gelişmeler göstermiş ve özellikle uzay uygulamalarından kaynaklanan küçültme (miniaturization) gereksinimi sonucu yarı iletken öğelerin yanı sıra direnç, sığaç, v.b. gibi devre öğelerinin de içeren tümleşik devre teknolojisi doğmuştur. Bugün elektronik teknolojisinin büyük bir bölümü tümleşik devrelerden oluşmaktadır. Tümleşik devrelerin gelişmesi ile yine 20. yüzyılın ürünü olan elektronik devre çözümleme yöntemleri



ENIAC’ın genel görünümü



John Mauchly ve  
ENIAC

“klasik” sıfatına layık görülmüş ve daha “modern” bir yaklaşım; “dizge (sistem) yaklaşımı” rağbet görmeye başlamıştır.

İlk hesaplama makinesi dişlilerle toplama-çıkarma yapabilen bir aygıttı. 17. yüzyılda Fransız matematikçisi ve fizikçisi Blaise Pascal (1623-1662) tarafından yapılmış olan bu makineden sonra Alman filozof ve matematikçisi Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) çarpma ve bölme de yapabilen daha üstün bir makina geliştirdi. Bugünkü anlamıyla gerçek bir bilgisayara yakın bir makinayı imgeleyen, ancak elektriğin sunduğu olanaklardan yosun olması nedeni ile bu makinayı ancak sınırlı bir biçimde gerçekleştirebilen kişi İngiliz matematikçisi Charles Babbage (1792-1871)'dir.

20. yüzyılda, oldukça karmaşık işlemler yapabilen ancak mekanik ve yavaş çalışan öğelerden oluşan ilk bilgisayar Amerikalı elektrik mühendisi Vannevar Bush (1890)'un yönetiminde 1920-1930 yılları arasında Massachusetts Institute of Technology'de yapılmıştır. İlk elektronik bilgisayar ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator)'ın yapımına ise 1942 yılında başlanmış ve 1945 yılında tamamlanmıştır. ABD Kara

Kuvvetleri için yapılan bu bilgisayarın yapımını Eckert ve Mauchly adında iki Amerikalı elektrik mühendisi yönetmiştir. Önceleri elektronik tüplerde yapılan bilgisayarlar yarıiletken teknolojiye geçildikten sonra hız ve bellek sığası yönünden büyük gelişme gösterdiler. İlk tranzistor kullanan bilgisayar SEAC (Standarts Eastern Automatic Computer) ABD Standartlar Bürosu tarafından 1950 yıllarında yapıldı. Tranzistor çağından tümleşik devreler çağına geçildikten sonra bilgisayarlar çok daha küçük oylumlarda çok daha büyük işler yapabilecek aygıtlar durumuna geldi. Bugün bilgisayar teknolojisi bir ülkenin teknolojik düzeyinin ölçütünü oluşturacak kadar önemli bir alan olarak görülmektedir.

### **Ve Sonuç**

Çağdaş teknolojinin en vazgeçilmez öğelerinden biri olan elektriğin tarihsel öyküsünü sunmaya çalıştık. Gördük ki yüzyıllar boyunca teknolojik potansiyeli su yüzüne çıkmamış olan bu olay 19. yüzyılda başlayıp bugüne dek süregelen teknolojik bir patlamaya yol açmıştır.

Diğer dallarda olduğu gibi elektrikte de bilimsel ve teknolojik gelişmele-

rin, bireylerin çabalarının ötesinde varolan nesnel koşulların sonucu olarak yer aldığını elden geldiğince vurgulamaya çalıştık. Bu nedenle yazımız bir çok yerinde olduğu gibi şu veya bu buluşla bir sahip göstermiş olmamız, buluşa dolaylı bir biçimde katkıda bulunmuş yüzlerce kişinin adını vermenin pratik zorluğundan kaynaklanan bir yaklaşım olarak yorumlanabilir.

Bugün bilim ve teknoloji mucitler çağında olduğundan çok daha farklı bir biçimde gelişmektedir. Bireysel atımların yerini bilim adamları ve mühendislerin çalıştığı büyük ölçekli örgütler almıştır. Çağımızın önemli bir sorunu bilim ve teknolojide verilen uğraşları, kapitalist tekellerin çıkarlarına yararlı olabilecek bir biçimde yönlendirmektedir. Bu sorunun çözümü teknik bir çerçeveyi aşan ve tüm siyasal boyutları ile ele alınması gereken bir uğraştan geçmektedir. Bu uğraşta teknokratların da önemli bir sorumluluk taşıdığına inanmaktayız.

### **Kaynaklar**

1. Bernal, J.D., Science in History, Cilt 3,4, Penguin, 1965.
2. Asimov, I., Biographical Encyclopedia of Science and Technology, Pan, 1975.
3. Meyer, H.W., A History of Electricity and Magnetism MIT Press, 1971.
4. Dunsheath, P., A History of Electrical Engineering, Pitman Pub. Co., 1962.
5. Dummer, G.W.A., Electronic Inventions 1745-1976, Pergamon Press, 1977.
6. Encyclopedia Britannica, 200. yıldönümü özel baskısı, 1968.
7. Encyclopedia Britannica, ilk baskı, 1768.
8. Dibner, B., The Atlantic Cable, Blaisdell Pub. Co., 1959.
9. IEEE Proceedings, Geçmiş 200 yıl üzerine özel sayı, Eylül 1976.
10. Morgan, B., Men and Discoveries in Electricity, Bilimsel Kitap Klübü, Londra, 1953.
11. Wolf, A., A History of Science, Technology and Philosophy, Peter Smith, 1968.