

Bu kitap, elektriğin İstanbul'a ilk veriliş tarihi olan 14 Şubat 1914'ün 87. Yıldönümü kutlamaları çerçevesinde ilköğretim ve ortaöğretim okulları öğrencileri arasında yapılan "Enerji Tasarrufu ve Verimlilik" konulu Resim ve Kompozisyon yarışmalarında dereceye giren öğrencilere verilmek üzere bir Anı Kitabı olarak yayınlanmıştır.

# **ELEKTRİĞİN KISA TARİHİ**

**Osman Bahadır**

**TMMOB  
Elektrik Mühendisleri Odası  
İstanbul Şubesi**

**Osman Bahadır, İ.T.Ü. Maden Fakültesi Petrol Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Boğaziçi Üniversitesi Tarih Bölümü'nden yüksek lisans derecesi aldı. 1991 - 1994 yıllarında 30 sayı aylık *Bilim Tarihi* dergisini çıkardı. *Osmanlılarda Bilim* (1996), *Bilim Cumhuriyetİnden Manzaralar* (2000) ve *Cumhuriyetin İlk Bilim Dergileri ve Modernleşme* (2001) adlı kitapları yayınlandı.**

**Şubat 2001**

**TMMOB**

**ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ**

**CUMHURİYET CADDESİ, ENGİN HAN , No. : 283/2-4**

**HARBİYE - İSTANBUL**

**TEL: 0212 - 224 11 50**

**FAX : 0212 - 232 24 13**

**WEB : [www.emoist.org.tre](http://www.emoist.org.tre)-Mail: [info@emoist.org.tr](mailto:info@emoist.org.tr)**

## İÇİNDEKİLER

Sunuş.....	7
Önsöz.....	11
Tarih Boyunca Elektriğin Gelişimi.....	13
Dünyada Elektrik Mühendisliği Eğitimi.....	31
Türkiye'de Elektrik ve Elektrik Mühendisliği Eğitimi.....	33
Elektriğin Türkiye'deki Uygulamaları.....	39
Yararlanılan Kaynaklar.....	45
EK-1 : Elektrik Mühendisliğinde Gelişmeler.....	49
EK-2 : Fen Fakültesi'nin Pratik Elektrik ve Makine Dersleri.....	59

## SUNUŞ

Elektrik Mühendisleri Odası, 6235 sayılı TMMOB (Türkiye Mühendis Mimar Odaları Birliği) yasasına göre kurulmuş, Türkiye sınırları içinde faaliyet gösteren Elektrik, Elektronik ve Haberleşme ile Bilgisayar Mühendislerini bünyesinde barındıran kamu kurumu niteliğinde bir meslek kuruluşudur.

Bu niteliğiyle Elektrik Mühendisleri Odası (EMO), meslek alanımızdaki hizmetler ile standartları belirleme ve mesleki hayatı düzenlemekle görevlendirilmiştir. Bu anlamda EMO, meslektaşlarının faaliyet alanlarını düzenlemek ve onların toplumla ilişkilerini denetlemekle yükümlüdür. Bu nedenle, gerek mühendislerin gerekse toplumun çıkarlarını savunmak EMO'nun yasayla belirlenmiş görevleri arasındadır.

Türkiye'de özellikle son 20 yılda izlenen ekonomi politikalarının kaçınılmaz sonucu olarak elektrik enerjisi yönetimindeki merkezi yapı dağılmıştır. Bu kamu hizmetinin plânsız ve denetimsiz piyasa koşullarına bırakılmasının beklenen sonucu ise elektrik krizi olmuştur. Bu krizin çok çeşitli boyutları vardır. Ancak krizin temel nedeni, izlenen enerji politikalarının ülkemizin sorunlarından ve ihtiyaçlarından uzak olmasıdır.

Elektrik Mühendisleri Odası, enerji krizinin giderilmesi konusunda çok yönlü çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmaların bir parçası olarak, elektriğin İstanbul'a ilk kez verildiği 14 Şubat 1914 tarihinin 87. yıldönümü bir di-

zi etkinlikle kutlanacaktır. Bu etkinliklerde elektrik enerjisinin bilişim ve iletişim alanlarındaki kullanımları, üyeleri-mizle, halkla ve öğrencilerle birlikte izlenecek ve incelenecektir.

Etkinlikler süresince, sektörde faaliyet gösteren kamu kuruluşlarının, akademik, mesleki, toplumsal, sınai ve ticari kuruluşların enerji tasarrufu ve verimlilik ile yeni ve yenilenebilir enerji kaynak ve teknolojileri üzerine yaptıkları çalışmalar tanıtılacak, geçmişten günümüze kullanılan elektrik-iletişim-bilişim araç ve gereçlerinin sergileneceği Müze-Sergi düzenlenecektir.

Ayrıca Orta öğretim meslek okulları öğrencileri arasında beceri ürünleri sergisi düzenlenmektedir. Bu çalışmalardan biri de enerjide tasarruf ve verimlilik ilkesinin hayata geçirilmesi doğrultusunda sürdürülen çalışmalarıdır.

Enerjide tasarruf ve verimlilik ilkesi, her kademedeki eğitimle doğrudan ilgilidir. Bu nedenle bu ilkeyle ilgili çalışmaların bir parçası olarak, ilk ve orta eğitim sıralarında olan öğrencilerde tasarruf ve verimlilik düşüncesini ve bilincini güçlendirmek amacıyla resim ve kompozisyon yarışması düzenlenmiştir.

*Elektriğin Kısa Tarihi* kitabı, bu yarışmayı kazanan öğrencilere armağan olarak verilmek üzere hazırlanmıştır. Bu kitabın seçilmesinin temel nedeni, elektriğin geçmişten günümüze hangi koşullarda ve hangi güçlüklerin aşılmasıyla geliştirildiği konusunda öğrenciye bilgi vermektir. Ayrıca kitabın bu tarihsel bağlantı içinde öğrencinin bir bilim formasyonu kazanabilmesine de yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Elektrik Mühendisleri Odası olarak, *Elektriğin Kısa Tarihi* kitabının, öğrencilerimizin bilimi anlamasına ve sevmesine katkıda bulunmasını diliyoruz.

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası  
İstanbul Şubesi Yönetim Kurulu

## ÖNSÖZ

*Elektriğin Kısa Tarihi*, Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi'nin, "İstanbul'a Hoşgeldin Elektrik" konulu etkinlikleri için hazırlanmıştır. EMO İstanbul Şubesi, İstanbul'a elektriğin ilk kez verildiği tarih olan 14 Şubat 1914'ün 87. yıldönümünde, bu olayı kutlama çerçevesinde bir dizi bilimsel ve kültürel etkinlik düzenlemiştir. Bu etkinliklerden biri de, ilk ve orta öğretim öğrencileri arasında yapılacak "Elektrikte Tasarruf ve Verimlilik" konulu resim ve kompozisyon yarışmasıdır. *Elektriğin Kısa Tarihi* işte bu yarışmada her okulda ilk üç dereceye girecek öğrencilere verilmek üzere hazırlanmış bir armağan kitabıdır.

Kitapta yer alan birinci yazıda, elektriğin ilkçağlardan 1950'lere kadar olan dönemdeki gelişimi ele alınmıştır. Öğrencilerin bilgi ve eğitim düzeyleri düşünülerek ayrıntılı bilgi vermektense olabildiğince kaçınılmıştır. Ancak elektrik gibi karmaşık bir olgunun doğası gereği bazı kavramların anlaşılmasında güçlüklerle karşılaşılması kaçınılmazdır. Kitabın amacı, elektriğin gelişim tarihi hakkında öğrenciye genel bir çerçeve sunmaktır. Bu çerçeve içinde öğrenci bilimin temel niteliklerini anlayabilmenin ve bir bilim bilincine sahip olmanın ipuçlarını bulabilecektir.

İkinci yazı, çok erken bir yaşta yitirdiğimiz, ülkemizin en parlak bilim adamlarından Prof. Dr. Tarık Özker (1919-1977)'in 1973 yılında Cumhuriyetin 50. ve İTÜ'nün 200. yıldönümü için yazmış olduğu "Elektrik Mühendisliğindeki



Gelişmeler” başlıklı makalesidir. Bu yazı, hem elektrik tarihinin yanı sıra bir bilim tarihi çalışması olması, hem de elektrikte tarih boyunca sağlanan gelişmelerin, elektrik bilimine uluslararası düzeyde katkılarda bulunmuş bir bilim adamımızın bakış açısından nasıl görüldüğünü anlamamız bakımından çok önemlidir.

“Fen Fakültesi’nin Pratik Elektrik ve Makine Dersleri” başlıklı üçüncü yazı ise, ülkemizin erken bir döneminden, elektrik mühendisliği eğitiminin başladığı ilk yıldan (1926) bir küçük eğitim manzarası sunması bakımından ilginçtir.

*Elektriğin Kısa Tarihi*’nin, öğrencilerin bilimi sevmelerine ve bilim yapmaya yönelmelerine katkıda bulunmasını dilerim.

Osman Bahadır  
12 Ocak 2001

## TARİH BOYUNCA ELEKTRİĞİN GELİŞİMİ

Bilim, doğanın temel yasalarının araştırılması ve öğrenilmesi etkinliğidir. Teknoloji ise, insanlığın doğa içindeki gücünü arttırmasına olanak sağlar. İnsanlık binlerce yıldan beri, hem doğayı anlamaya ve kavramaya, hem de onun yasalarına bağlı kalarak gücünü ve etkinliğini arttırmaya çalışmıştır.

Taştan balta yapılması, ateşin keşfi, ok ve yayın icadı, bronz ve demirin keşfi ve eritilmesi, tekerleğin icadı, piramitlerin yapımı, hayvanların evcilleştirilmesi ve büyük tarım devrimi, insanlığın binlerce yıl önce sağlamış olduğu bilimsel ve teknolojik gelişmenin en önemli aşamalarından bazılarıdır. Ancak bu gelişmeler çok uzun tarihsel dönemlerde gerçekleşebilmiştir. Keşif ve icatların birikmesi, nüfusun artması, ulaşım araç ve imkanlarının çoğalması ve yazının bulunmasıyla, bilimsel ve teknolojik gelişmeler de hızlanmaya ve çeşitlenmeye başlamıştır.

Bir enerji kaynağı ve aracı olarak elektriğin pratikteki kullanımı, henüz yeni sayılabilecek modern dönemlere özgü olmakla birlikte, elektrik kavramının ve elektrikle ilgili düşünce ve deneyimlerin doğuşu ve gelişimi oldukça eskidir.

Elektrik ve mıknatıs (magnet) sözcüklerinin kökeni eski Yunanca'dan gelmektedir. Elektrik sözcüğünün kaynağı "kehribar" anlamına gelen Yunanca elektron sözcüğüdür. Mıknatıs (magnet) sözcüğünün de, mıknatıs taşlarına oldukça sık rastlanan Batı Anadolu'daki magnesita

(bugünkü Manisa) bölgesinden türediği sanılmaktadır. Çinlilerin M.Ö. 1100 yıllarında mıknatis taşları ile mıknatisladıkları madeni iğnelerden bir tür pusula yaptıklarını ve denize açıldıklarında bunlardan yararlandıklarını biliyoruz. Ancak elektrik ve magnetizma ile ilgili elimizdeki ilk yazılı belgeler eski Yunan ve Roma uygarlıklarından kalmamıştır. Ünlü Yunanlı filozof Tales (M.Ö.625-M.Ö.545) 'in elektriğe ve magnetizmaya ilişkin önemli gözlemlerde bulunduğunu, Aristoteles'in yazılarından öğreniyoruz. Bu gözlemlerinde Tales, kehribarın hafif cisimleri ve mıknatis taşının da demiri çekebilme özelliği bulunduğunu saptamıştır. Hatta daha da ileri giderek bu iki tür olay arasında ilişki kurmaya çalışmıştır. Romalı şair Lukrektyüs, *De Nerum Natura* adlı yapıtında mıknatis taşının demir halkaları çekebildiğinden söz etmektedir.

Bilimsel çalışmaların ve düşünsel gelişmelerin Batıda çok yavaşladığı Ortaçağ döneminde en göze çarpan yenilik, kehribar ve mıknatis taşı üzerine yaptığı gözlemlerle Rönesans bilimcilerine ilham veren ünlü İngiliz bilimcisi Roger Bacon (1220-1292)'in öğrencisi Peter Peregrinus'un 1269 yılında, pusulanın ilkel biçimini tanımlaması olmuştur.

Ancak pusulanın Peregrinus tarafında icat edilmediği ve Avrupalıların bu aygıtın varlığını ve özelliklerini, Müslümanlar aracılığıyla Çinlilerden öğrendiği tarihçilerin genel olarak kabul ettikleri bir görüştür. Pusulanın o dönemin en önemli teknolojik buluşu olması ve pratikte görülen büyük yararları, magnetizma olgusu üzerine ilginin ve çalışmaların artmasına yol açmıştır. Bu konudaki ilk önemli yapıtın yazarı William Gilbert (1544-1603)'dir. İngiltere Kraliçesi I. Elizabeth'in doktoru olan Gilbert'in *De*

**Magnete** adlı kitabı 1600 yılında yayımlandı. Gilbert bu kitabında, dünyanın küresel bir mıknatıs olduğunu ve pusulanın ibresinin dünyanın magnetik kutbunu gösterdiğini ortaya koyarak magnetizma teorisine çok büyük bir katkıda bulundu. Pusula ibresinin, kuzey-güney doğrultusunun yanı sıra düşey yönde de sapma gösterdiğini ilk kez söyleyen de Gilbert olmuştur.

Magdeburg kenti belediye başkanı Otto Von Guericke (1602-1686), 1660 yılında elektriksel yük üreten ilk makineyi yaptı. Bu makine, kayışlı bir makara düzeneği aracılığıyla elle döndürülen kükürt bir küreden oluşuyordu. Çoşitli cisimlerin dönmekte olan kükürt küreye sürtünmesiyle belirli düzeylerde statik elektrik üretiliyordu. Avrupa'da kısa sürede büyük bir üne kavuşan bu makine ile Guericke, elektriksel itme ilkesini kurmuş ve yaygınlaştırmış oluyordu.

Elektriğin iletilebileceğini kanıtlayan ilk deneyler Stephen Gray (1696-1736) adlı bir İngiliz tarafından yapılmıştır. Elektriklendirilmiş bir şişede elektriğin, şişenin mantar kapağına da geçtiğini gören Gray, bu gözlemden hareket ederek ipek, cam, metal çubuk ve benzeri cisimleri art arda bitiştirerek elektriğin bu cisimler aracılığıyla iletilebileceğini gösterdi. 1729'da yaptığı bu tür bir doneyle elektriği 255 metrelik bir uzaklığa kadar iletmeyi başardı. Çeşitli maddeleri iletken ve yalıtkan olarak ilk kez sınıflandıran da Stephen Gray olmuştur.

18. yüzyılın en gözde buluşlarından biri, Leyden şişesidir. Alman E.G. von Kleist ile Leyden (Hollanda'da bir kont) Üniversitesi matematik profesörlerinden Pieter Van Musschenbroek'in 1745 ve 1746'da birbirlerinden bağımsız olarak buldukları bu aygıt, içine metal bir çubuk batırıl-

mış su dolu bir cam şişeden oluşuyordu. Cam şişenin izolatör rolü gördüğü tarihteki bu ilk kondensatör, elektriğin depolanarak çeşitli deneylerde bir kaynak olarak kullanılabilmesine olanak sağlıyordu.

Leyden şişesinin bulunmasının ardından elektriğin iletimine ilişkin deneyler arttı. Fransa'da yapılan bir deneyde Leyden şişesindeki elektrik 4 km. uzaklığa iletildi. Öte yandan elektriğin iletilebilir olması, onun hızının ne olduğunun merak edilmesine yol açtı. Fransa'da ve İngiltere'de elektriğin hızını ölçme deneyleri yapıldı. Bu deneylerin sonucunda elektriğin aynı anda kilometrelerce öteye ulaştığı düşüncesinden öteye gidilemedi.

Elektrik yüklerinin artı ve eksi olarak belirlenip adlandırılmasını sağlayan, Benjamin Franklin (1706-1790)'dir. Franklin, yaptığı çeşitli deneylerin sonucunda elektriğin belirli ortamlarda fazla veya eksik ölçülerde bulunabilen bir sıvı olduğu görüşüne vardı. Her ikisinde de elektrik eksikliği ya da fazlalığı bulunan cisimlerin birbirini ittiğini, birinde eksiklik diğesinde fazlalık olan cisimlerin ise birbirlerini çektiğini ileri sürdü. Fazlalığı artı elektrik, eksikliği ise eksi elektrik olarak adlandırdı.

Leyden şişesiyle ilgili deneyleri de sürdüren Franklin, Leyden şişesinden boşalan elektriğin oluşturduğu çatırtılar ve kıvılcıklar ile fırtınalı havalardaki gök gürültüsü ve şimşek arasında bir ilişki olması gerektiğini düşündü ve 1752'de, fırtınalı bir havada uçurduğu bir uçurtma ile bir Leyden şişesini yüklemeyi başardı. Franklin'in bu deneyden pratik yararlar elde etme yönündeki girişimleri paratonerin bulunmasına giden yolu açtı. Bu nedenle, yıldırma karşı bir korunma aracı olarak kullanılan ve toprağa bağlı bir metal çubuktan ibaret olan paratonerin gerçek

yaratıcısı Franklin'dir. 1782 yılında Amerika'nın Philadelphia kentinde paratoner kullanan konut sayısı 400'ü geçiyordu.

Elektriğin 18. yüzyıl tarihindeki en önemli simanın Coulomb ve en büyük bilimsel keşfin de Coulomb yasasının formüle edilmesi olduğunu söyleyebiliriz. Fransız fizikçi Charles Augustin de Coulomb (1736-1802), elektriğin niceliksel işlemler ve ölçümlerle ifade edilebilen bir kavram ve bilim dalı haline getirilmesine çok büyük katkıları bulunmuştur. Coulomb, 1777 yılında, yüklü iki metal küre ya da iki mıknatıs kutbu arasındaki itme veya çekme kuvvetini duyarlı bir biçimde ölçülebilen burulmalı tartı aygıtını gerçekleştirdi (Bu aygıtı icat etmesi nedeniyle 1781'de Fransız Bilimler Akademisi'ne seçildi.) 1785'de ise bu tartı aygıtını kullanarak iki yük arasındaki itme veya çekme kuvvetinin, yüklerin çarpımı ile doğru, aradaki uzaklığın karesi ile de ters orantılı olduğunu deneysel olarak gösterdi. Günümüzde Coulomb yasası olarak bilinen bu büyük bilimsel keşif, elektriğin bir bilim dalı haline gelmesinde temel nitelikte bir rol oynamıştır. Coulomb yasası, Newton'ın kütleçekimi yasasının elektrikteki karşılığıdır (Kütle çekimi yasasından farklı olarak elektrikte iki yük arasında itme kuvvetinin varlığı da söz konusudur.)

18. yüzyılın sonlarında gerçekleştirilen çok önemli bir buluş da, pildir. Pil sayesinde ki, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürecek sürekli bir akım elde edilebilme olanağı doğmuştur. İtalyan hekim ve fizik bilgini Luigi Galvani (1737-1798), hayvanların dokularında bir tür elektrik bulunduğuna inanıyordu. Laboratuvarındaki kurbağalardan birinin açığındaki sinirlerine makasla dokunduğunda ölü hayvanın kaslarının kasıldığını fark etmişti.

Galvani'ye göre, "hayvansal elektrik" adını verdiği bu yeni güç, sürtünmeyle oluşan statik elektrikten farklı, yeni bir elektrik biçimiydi. Pavia Üniversitesi'nde fizik profesörü olan Alessandra Volta (1745-1827), Galvani'nin bu fikrine karşı çıktı ve oluşan elektriğin kaynağının kurbağa değil, ona dokundurulan metal parçaları olduğunu ileri sürdü. Galvani ile Volta arasındaki bu tartışma başka bilim adamlarının da katılımıyla yıllarca sürdü ve ancak Volta'nın 1800 yılında *Royal Society*'ye yazdığı yazıda, iki metal plaka arasına tuz karışımı sıvı koyarak elektrik akımı elde etmiş olduğunu bildirmesiyle sona erdi. Böylece ilkel biçimiyle pil icat edilmiş oluyordu. Volta daha sonra buluşunu geliştirdi ve tuzlu suyla nemlendirilmiş kartonlarla birbirlerinden ayrılmış ince bakır ve çinko levhaları üst üste koyarak hazırlanabilen piller yaptı. Volta pili kısa bir süre içinde, özellikle kimya dalında olmak üzere önemli gelişmelere yol açtı. İngiliz kimyacı Humphry Davy (1778-1829), 1807 yılında, özel olarak yapılmış güçlü bir Volta pilini kullanarak bileşikler içinden elektrik akımını geçirmek suretiyle potasyum ve sodyumu bileşiklerinden ayırmayı başardı. Böylece 18. yüzyılın sonunda, sürekli elektrik akımı üretebilen bir kaynağın gerçekleştirilmesiyle, hem elektrokimya dalında büyük adımların atılabilmesi süreci başlamış, hem de yüzyıllar boyunca varlığını korumuş olan elektrik tarihinin en temel sorusunun yani elektrik ile magnetizma arasındaki ilişkinin niteliği konusunun yanıtlanabilmesinin nesnel temeli yaratılmış oldu. Bu sorunun yanıtının artık kısa sürede gelmesi gerekiyordu. Yanıt gerçekten de çok uzun bir süre geçmeden Kopenhag Üniversitesi'nde doğa felsefesi profesörü olan Hans Christian Oersted (1775-1851)'den geldi. Oersted, 1819 yılında, öğren-

çllorlne elektrik akımından ısı elde edilmesini göstermek amacıyla Volta piliyle deney yaparken önemli bir olguya tanık oldu. Kullandığı elektrik devresinin açılma ve kapanma anlarında, yakındaki bir mıknatıslı pusulanın iğnesinde sapmalar oluyordu. Gözlemlerini sürdüren Oersted bir telin içinden akım geçirildiğinde elektrik akımının telin çevresinde bir magnetik alan oluşturduğu sonucuna vardı. Oersted'in yaptığı deneylerin sonuçlarını 1820 yılında yayınlaması, bilim dünyasında büyük yankılar yarattı.

Oersted'in keşiflerinin yayınlanmasından bir hafta sonra Fransız matematikçi ve fizikçi André Marie Ampère (1775-1836), bu yeni olguyu betimleyen ve Ampère yasası olarak adlandırılan bir elektromagnetizma yasası formüle etti. Bu yasa magnetik alan ile bu alanı doğuran elektrik akımı arasındaki bağıntıyı matematiksel olarak belirtiyordu. Elektrodinamiğin kurucusu olan Ampère aynı zamanda elektrik ölçme tekniklerini de geliştirdi ve serbestçe hareket eden bir iğnenin yardımıyla elektrik akımını ölçen bir aygıt yaptı.

İletkenlerden geçen elektrik akımına ilişkin çalışmalar yapan Alman fizikçi Georg Simon Ohm (1789-1854), bir iletkenin geçen akımın iletkenin uçları arasındaki gerilim ile doğru orantılı, iletkenin direnciyle ters orantılı olduğunu buldu. Ohm, günümüzde kendi adıyla anılan bu yasayı ve onunla ilgili düşüncelerini 1827 yılında yayınladı.

19. yüzyılda elektrik teori ve pratiğine çok önemli katkılarda bulunmuş iki büyük bilim adamı vardır. Bunlar büyük deneyci İngiliz Michael Faraday (1791-1867) ile elektromagnetik kuramının kurucusu İskoç James Clerk Maxwell (1831-1879)'dir.



Oersted, elektrik akımının bir magnetik alan oluşturduğunu göstermişti. İngiliz kimyacı ve fizikçi Faraday ise mıknatısların elektrik akımı yarattığını buldu ve mıknatısların oluşturduğu elektrik akımına ilişkin yasayı formüle etti: Akımın şiddeti, iletkeni birim zamanda kesen kuvvet çizgilerinin sayısı ile doğru orantılıydı. (Faraday, yaşamı boyunca tüm çalışmalarını düzenli bir biçimde defterine not ediyordu. Ölümünden sonra bu notlar 7 cilt halinde yayınlanmıştır. Faraday, 1822 yılında defterine şu notu düşmüştü; "Magnetizmayı elektriğe dönüştür!"). Faraday'ın bu bilimsel keşfi, onun sürekli bir akım üretebilen elektrik motorunu buluşuyla sonuçlanmıştır.

Faraday elektriğin yanı sıra kimya alanında da önemli katkılarda bulunmuştur. Elektrokimyanın kurucusu olarak tanınan Faraday elektroliz yasalarının da keşifidir. Ayrıca, elektroliz, elektrot, anot, katot gibi günümüzde kullanılan sözcükleri de ilk kez ortaya atan Faraday'dır.

Faraday, ilkelerine son derece bağlı olarak yaşayan bir bilim insanıydı. 1850'li yıllarda İngiltere Rusya ile Kırım'da savaş halindeyken, İngiliz hükümeti savaşta kullanılmak üzere bir zehirli gaz geliştirmesi için Faraday'a başvurmuştu. Faraday'ın yanıtı çok kesindi: Böyle bir gazın geliştirilmesi mümkündü, ancak kendisinin böyle bir araştırmada yer alması düşünülemezdi.

Bilimsel gelişmeye çok önemli ve özgün katkılarıyla Maxwell, belki ancak Newton'un ve Einstein'ın etkisiyle eş düzeyde tutulabilecek bir etki yaratmıştır. Diğer şeylerin yanı sıra elektromagnetizma kuramı ile o gerçekte 20. yüzyıl fiziğine en büyük etkide bulunan 19. yüzyıl bilimcisidir. Maxwell'in 100. doğum yılında, 1931'de Einstein, Maxwell'in çalışmaları sonucunda fizikteki gerçeklik kavram-

larında ortaya çıkan değişiklikleri, Newton döneminden bu yana fiziğin kazandığı en köklü üretici deneyimler olarak tanımladı.

Işığın da bir elektromagnetik dalga olduğu görüşünü benimseyen Maxwell, elektromagnetik radyasyon kavramını ortaya attı ve alan denklemlerini, Michael Faraday'ın elektrik ve magnetik kuvvet çizgileri Üzerine oturttu. Bu alan denklemleri daha sonra Einstein'ın özel görecelik kuramının gelişimine yol açtı ve kütle ile enerjinin eşdeğerliği ilkesine temel oluşturdu. Maxwell'in düşünceleri ayrıca 20. yüzyıl fiziğinin öteki büyük keşfi olan kuantum kuramının geliştirilmesine de öncülük etti. Maxwell'in elektromagnetik radyasyonu tanımlaması, ısı radyasyon yasasının oluşumuna yol açtı ve bu yasa da daha sonra Max Planck'ın kuantum hipotezini formüle etmesine yaradı (Bu hipoteze göre ısı enerjisi yalnızca sınırlı miktarlarda ya da kuantalar halinde yayılır).

Maxwell'in elektromagnetizma üzerine yaptığı çalışmalar onu tarihin en büyük bilim adamları arasına yerleştirmiştir.

Kuramın en iyi açıklaması niteliğindeki *Elektrik ve Magnetizma Üzerine Tezler* adlı yapıtının önsözünde, Maxwell yaptığı en büyük şeyin Faraday'ın fiziksel düşüncelerini matematiksel bir yapıya dönüştürmek olduğunu belirtmektedir. Faraday indüklemeye yasalarını (değişen bir magnetik alan, indüklenmiş bir elektromagnetik alana yol açar) açıklama denemeleri sırasında Maxwell bir mekanik model oluşturdu. O bu modelin, enine dalgalara yatkınlık yapabilen dielektrik ortam içinde bir deplasman akımına neden olduğunu buldu. Bu dalgaların hızlarını hesapladı ve onların ışık hızına çok yakın olduğunu gösterdi.

Maxwell ışığın, elektrik ve magnetizma olgularının nedeni olan enine dalgalanmalar içerdiği sonucuna varmanın kaçınılmaz olduğuna karar verdi.

Maxwell'in kuramı, elektro magnetik dalgaların bir laboratuarda elde edilebileceğini öngörüyordu. Bunu ilk olarak, Maxwell'in ölümünden sekiz yıl sonra, 1887'de Heinrich Hertz (1857-1894) gerçekleştirdi. Kökeni Maxwell'in yazılarında bulunan çok sayıdaki uygulama, radyo sanayiinin doğuşuyla sonuçlandı.

Oersted ile yoğunlaşmaya başlayan bilimsel gelişmeler Maxwell ile doruğa erişmişti. Bu büyük gelişmeler sadece kuramsal düzeyde ilerlemekle kalmadı, teknolojik sonuçlara da yol açtı. Faraday 1831 yılında elektrik üretebilen küçük bir jeneratör de yapmıştı. Fakat onun bu icadı o yıllarda büyük teknolojik atılımlara neden olmadı. Ancak 19.yüzyılın ikinci yarısında teknolojik gelişmeler yoğunlaştı ve hız kazanmaya başladı.

1850'li yıllarda artık seri olarak üreilmeye başlanan dinamolar ilk kez yaygın olarak aydınlatma amacı için kullanıldı. 1858'den başlayarak dinamolardan İngiltere'de deniz fenerlerindeki kömür uçlu ark lambalarının enerji kaynağı olarak yararlanıldı. 19.yüzyılın son çeyreğinde artık elektrik motorları küçük ve bağımsız mekanik enerji gerektiren, demiryolları, asansörler, madencilik, makine tezgahları, matbaacılık gibi alanlarda yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştı.

İlk kez deniz fenerlerinde kullanılan ark lambaları daha sonra sokak aydınlatılmasında da kullanılmaya başlandı. Bu yöndeki ilk uygulama, 1877 yılında Paris'te Avenue d'Opera caddesinin ark lambaları ile aydınlatılmasıdır. Bu uygulamada alternatif akımla çalışan ark lambala-

ri ve enerji kaynağı olarak da Gramme dinamoları kullanılmıştı. Benzeri sokak ve işyeri aydınlatma sistemleri daha sonra Avrupa ve Amerika'nın belli başlı şehirlerinde de kullanılmaya başlandı.

19. yüzyılın ilk yarısında İngiltere'de platin filaman kullanılan akkor lambalar yapılmıştı. Ancak lambalarda istenilen düzeyde vakum elde edilemediği için başarılı sonuçlar alınamamıştı. Cıva pompasının bulunmasıyla yüksek vakum sağlama olanakları doğdu ve böylece daha iyi sonuçlar alındı. Ancak akkor lambanın ticari uygulamaya geçirilmesini sağlayan mucit, Amerikalı Thomas Alva Edison (1847-1931)'dir. Edison, 1877'de, sesi kaydedip yinelenen gramofonu (fonograf) geliştirmişti. İki yıl sonra da lamba üzerinde çalışmaya başladı. En uygun filaman maddesinin seçimi için yüzlerce deney yaptıktan sonra karbon filamanlı akkor lamba için patent başvurusunu yaptı. Üç yıl sonra New York sokakları artık bu lambalarla aydınlanıyordu. Edison yaşamı boyunca gerçekleştirdiği çok sayıda buluşları için 1093 patent aldı.

1833 yılında Almanya'nın Göttingen kentinde iki bilim adamı Gauss ve Weber, birbirlerine olan uzaklıkları 1,5 km olan evleri arasında bir tür telgraf düzeneği kurmuşlardı. Bu düzende alıcı olarak galvanometreler kullanılıyordu. Gerçekte bu yıllarda küçük ticari uygulamaları da içeren bir telgraf teknolojisi Avrupa'da ve Amerika'da gelişmeye başlamıştı. Ancak günümüzde telgrafın asıl mucidi olarak Amerikalı Samuel F.B. Morse (1791-1872) kabul edilmektedir. Morse'un 1837'de geliştirdiği telgrafta alıcı aygıt, göndericiden gelen imle çalışan bir elektromıknatis ve bu mıknatisin hareketiyle kağıdın üzerine mors kodunu yazan bir düzeneden oluşuyordu. Mors ko-

du, bugün Mors alfabesi olarak bilinen nokta ve çizgileri i-  
çeriyordu. Samuel Morse'un telgraf sistemi, 1844 yılında  
Washington-Baltimore şehirleri arasında 65 km.lik bir tel-  
graf hattı olarak uygulamaya sokuldu.

1856 yılında New York ile Kanada'nın doğu kıyısın-  
daki New Foundland adası arasında telgraf hattı kuruldu.  
Bundan sonra da New Foundland ile İrlanda arasındaki ilk  
transatlantik telgraf kablosunun döşenmesi girişimleri  
başladı. 6 Ağustos 1857'de başlayan kablo döşeme çaliş-  
maları çok büyük güçlüklerle karşılaştı ve ancak bir yıl  
sonra 5 Ağustos 1858'de tamamlanabildi. Bununla birlik-  
te henüz iletilen mesaj sayısı 400'ü bile bulmamışken,  
denizaltı kablosu 1 Eylül 1858'de onarılamayacak biçim-  
de arızalandı. Kıtalararası telgraf iletişimi ancak 8 yıl son-  
ra, 7 Eylül 1866'da yeniden başlayabildi.

19. yüzyılda telgrafın uygarlığın ve yaşamın vazgeçil-  
mez bir parçası haline gelmesinden sonra gerçekleşen en  
önemli aşama telsiz telgrafın bulunmasıdır. Alman fizikçi  
Heinrich Hertz (1857-1894)'in Maxwell'in elektromagne-  
tizma kuramından hareket ederek yaptığı deneyler sonu-  
cunda elektromagnetik dalgaların haberleşmede kullanı-  
labileceği anlaşılmıştı. Bu gelişmeyi teknolojik sonucuna  
ulaştırmayı başaran mucit ise İtalyan fizikçi Guglielmo  
Marconi (1874-1937) oldu. Marconi, ilk telsiz telgraf pa-  
tentini, sinyalleri birkaç km uzağa ulaştırarak 1892'de al-  
dı. Daha sonra çalışmalarını sürekli geliştirdi ve ilk kıtalar-  
arası radyo sinyalini göndermeyi başardı. 12 Aralık  
1901'de, İngiltere'nin güneybatı ucundaki Cornwall'dan  
gönderilen sinyaller, Atlas Okyanusunun öte yakasından,  
Kanada'nın New foundland adası kıyılarındaki St. John'-

dan alındı. Bu olayı izleyen tarihlerde birçok yerde telsiz telgraf istasyonları kurulmaya başladı.

Daha 19. yüzyılın ikinci yarısının hemen başlarında İnsan konuşmasının elektrikle iletilebilmesi üzerine düşünceler ve tasarımlar geliştirilmeye başlanmış ve hatta bazı deneylere bile girişilmişti. Ancak telefonun gerçek mucidi olarak bilinen Alexander Graham Bell (1847-1922)'in telefonun patentini alması 1876 yılını buldu. Bell'in telefon sisteminin esasını, elektromıknatısın, ses dalgasıyla orantılı olarak akım üretecek bir biçimde titreştirilmesi oluşturuyordu. ABD Patent Dairesi'nden aldığı patent belgesinde buluşuna ilişkin olarak şu sözler yer alıyordu; "Ağızdan çıkan seslere ya da başka seslere eşlik eden, hava titreşimlerine benzeyen elektrik titreşimleri yaratarak, ağızdan çıkan sesleri ya da başka sesleri telegrafik olarak iletmeye yönelik bir yöntem ve aygıt..."

Patentin alınışını izleyen bir yıl içinde aygıt üretilerek piyasaya sürüldü ve telefonun kullanımı hızla yaygınlaştı.

20. yüzyılın ilk yarısı için artık elektronik çağı niteliğini yapmak mümkündür. Bu dönemde çok hızlı ve şaşırtıcı bir gelişme çizgisi izleyen elektronğin uygulamaları, yaşamın her alanını artık doğrudan etkiler hale gelmiştir. 1904 yılında J.A.Flaming elektron lambasını (diyot) gerçekleştirdi. 1907'de Lee De Forest triyot lambayı yaptı. 1923'te ise Rus asıllı ABD'li mühendis Vladimir Kosma Zworykin (1889-1982)'in, görüntüleri elektrik işaretlerine dönüştüren ikonoskop lambasını bulması, televizyonun gelişiminde temel önemde bir adım oldu.

Müzik ve konuşma içeren kısa mesafeli ilk radyo yayını, 24 Aralık 1906'da ABD'li mucit R.A.Fessender tarafından gerçekleştirildi. Radyo teknolojisi bu tarihten sonra

sürekli gelişme gösterdi. Ayrıca 1920'de Kanada'da, 1921'de Avustralya, Yeni Zelanda ve Danimarka'da, 1922'de Fransa, İngiltere ve SSCB'de, 1923'de Belçika, Almanya Çekoslovakya ve İspanya'da, 1924'te Finlandiya ve İtalya'da, 1925'te Norveç, Polonya, Meksika ve Japonya'da ve 1927'de de Türkiye'de düzenli radyo yayınları başladı. Radyo teknolojisinin gelişimiyle birlikte, kullanılan elektronik devreler de gittikçe daha karmaşık biçimler almaya başlamıştı. Bu sorunlarla bağlantılı olarak, elektrik devrelerinin daha sistematik bir biçimde çözümlenmesi ve sentezlenmesine yönelik "devre teorisi" adı verilen matematiksel disiplin önemli gelişmeler gösterdi.

Modern televizyonun mucidi, Rus asıllı ABD'li elektrik mühendisi Vladimir Kosma Zworykin'dir. Zworykin 1923 yılında, televizyon kamerasının en önemli parçası olan ve ilk kez resim tarama yöntemini tümüyle elektronik olarak yapan ikonoskopu buldu. Ertesi yıl da kineskop olarak adlandırılan resim tüpünün patentlerini aldı. Bu iki buluş, tümüyle elektronik ilk televizyon sisteminin oluşturulmasını olanaklı kıldı. 1950'li yıllarda televizyon artık ticari uygulama aşamasına geçmişti.

Elektronik teknolojisindeki en önemli aşamalardan biri hiç kuşkusuz, yarı iletken fiziğindeki gelişmelerin sonucunda transistörün icadıyla sağlanmıştır. Elektrik sinyallerinin yükseltilmesini, denetlenmesini ya da üretilmesini sağlayan bu yarı iletken aygıt, 1947 yılında ABD'deki Bell Laboratuvarları'nda, John Bardeen, Walter H. Brittain ve William B. Shockley tarafından icat edilmiştir. Mucitler bu buluşları nedeniyle 1956 Nobel Fizik Ödülü'nü paylaşmışlardır. Elektron lambalarının bütün işlevlerini yerine getirebilen transistörler ayrıca ek üstünlüklere sahiptirler.

Transistörler, çok daha küçük boyutlu ve hafif, mekanik etkilere karşı daha dayanıklı, ömrü daha uzun, verimi daha yüksek, ısı kayıpları çok daha düşük ve harcadığı güç de çok daha az olan aygıtlardır. Bu özellikleriyle transistörler, elektronik sanayinde devrim olarak nitelendirilebilecek gelişmelere yol açmışlardır. Transistörsüz bir dünyada küçük ve yüksek hızlı bilgisayar olanaksız olacaktı.

İlk hesap makinesini, 17. yüzyılda Fransız matematikçi ve fizikçi Blaise Pascal (1623-1662) yapmıştı. Bu aygıt toplama çıkarma yapabilen dişli çarklardan oluşuyordu. Daha sonra Alman filozof ve matematikçi Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), çarpma ve bölme de yapabilen bir makine geliştirdi. Ancak bugünkü bilgisayarlara yakın bir makine tasarlayan mucit, İngiliz matematikçi Charles Babbage (1792-1871) oldu. Bununla birlikte Babbage'ın otomatik sayısal bilgisayarı, elektroniğin olanaklarından yararlanamadığı için tam bir gelişim sağlayamadı.

20. yüzyılda, oldukça karmaşık işlemler yapabilen ancak mekanik ve yavaş çalışan öğelerden oluşan ilk bilgisayar, ABD'li elektrik mühendisi Vannevar Bush (1890-1974)'un yönetiminde 1930'lu yıllarda Cambridge'de Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT)'nde yapıldı. İlk elektronik bilgisayarın yapımına ise 1942'de başlandı ve aygıtın yapımı 1945 yılında tamamlandı. Yarı iletken teknolojiye geçilmesinden sonra bilgisayarların hızında ve bellek sığasında büyük ilerlemeler sağlandı. Transistör kullanan ilk bilgisayar 1950 yılında ABD Standartlar Bürosu tarafından yapıldı. Transistör çağından tümleşik devreler çağına geçilmesiyle, bilgisayarlar çok daha büyük işler yapan aygıtlara dönüştüler.



Elektriğin, 1950'li yıllara kadar getirmeye ve kısaca betimlemeye çalıştığımız yaklaşık 2500 yıllık tarihi bu şekildedir. Elektrik teori ve pratiğini etkileyenler ve ona yön verenler belirtmeye bile gerek yok ki, yukarıda adları geçen 30 kadar büyük bilim adamından ibaret değildir. Elektrik olgusunun anlaşılması ve insanlığın yararına kullanılması için her ülkede yüzlerce bilim insanı yaptıkları araştırmalarla bu sürece katkıda bulunmuşlar ve bilgi birikimi oluşturmuşlardır. Büyük dahilerle eşdeğerde ve eş zamanlı ve hatta daha önce keşif ve buluşlar yapan bazı bilimcilerin çalışmaları da çeşitli nedenler ve koşullar yüzünden yeterince etkili olamadan kalabilmiştir. Öte yandan yine her ülkeden binlerce eğitimci bilim insanı, elektrik teori ve pratiğinin gelişmesi ve yükselmesine eğitim yoluyla hizmet etmiştir. Eğitim, bilim için araştırma kadar önemlidir.

Bilimin gelişimi, toplumsal bir süreçtir ve bu nedenle ekonomik ve toplumsal koşullardan etkilenmiş ve aynı zamanda onu etkilemiştir. Bu çerçevede elektriğin gelişimi de ekonomik ve sosyal gelişmelerle ilişki içinde olmuştur. Sanayi devriminin getirdiği ihtiyaçlar, elektrik teori ve pratiğinin geliştirilmesi çalışmalarına itici güç olabilmiş, daha sonra elektrik ve elektronik teknolojisinin gelişimi de yeni bir sanayinin gelişmesinin temellerini atmıştır.

Elektriğin gelişimiyle diğer bilimlerin gelişimi arasında da ilişki olduğunu söylemeliyiz. Klasik kronolojik bir terim olarak "bilimsel devrim", bilim tarihçileri tarafından Kopernik'in *De revolutionibus Orbium Coelestium* (Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine) adlı eserinin yayınlanmasından (1543), Newton'ın *Philosophia Naturalis Principia Mathematica* (Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri)'sının

yayınlanmasına (1687) kadar olan dönem için kullanılmaktadır. Ancak bu dönemde gerçekleştiği kabul edilen bilimsel devrim, esas olarak astronomi, fizik(mekanik) ve matematik devrimlerini kapsıyordu. Kimya ve elektrik devrimlerinin başlaması için yaklaşık bir yüzyılın daha geçmesi gerekmiştir. Elektrik devrimi kavramını da Coulomb'un kendi adıyla tanınan yasasını yayınladığı 1785 ile Maxwell'in *Treatise on Electricity and Magnetism* (Elektrik ve Magnetizma, Üzerine İnceleme)adlı yapıtını yayınladığı 1873 tarihi arasındaki dönem için kullanabiliriz. 88 yıl süren bu dönemde matematikteki gelişmelerle elektrikteki gelişmeler arasında yakından ilişkiler vardır. Bu ilişkiye bir örnek olarak, elektrik ve magnetizmanın matematik kuramının kurulmasının öncülerinden biri olan G.Green'i ve çalışmalarını verebiliriz. [Bir fırıncının oğlu olan ve kendisi de fırıncılık yapan Green(1793-1841), hiç eğitim almaksızın kendi kendini yetiştirmiş ender rastlanan matematikçilerden biridir. Elektrikle ilgili tüm matematiksel çalışmaları izlemiş ve 1828 yılında "Matematik Çözümlemenin Elektrik ve Magnetizma Kuramlarına Uygulanması Üzerine Deneme" adlı makalesini yayınlamıştı. Bu makalede geliştirilen ve bugün onun adıyla anılan Green karşılıklı teoremi ile Green teoremi ve Green işlevleri, elektrik potansiyelinin hesaplanmasında kullanılan en önemli araçlardır. Green, 40 yaşında Cambridge Üniversitesi'ne kaydolmuş ve matematik bölümünü dördüncü olarak bitirmişti.] Elektrik ile matematik arasındaki ilişki için daha özel olarak da şunu söyleyebiliriz. Örneğin, Fransız matematikçi Pierre Simon Laplace (1749-1827) Laplace denklemini, Fransız matematikçi Joseph Fourier (1768-1830) Fourier Serilerini ve Alman matematikçi Carl

Friedrich Gauss (1777-1855) vektör hesabının önemli bir teoremi olan Gauss teoremini geliştirmiş olmasaydı, modern elektromagnetizma kuramı da geliştirilemezdi.

## DÜNYADA ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ

Elektrikle ilgili bilgiler üniversitelerde 19. yüzyılın sonlarına kadar genellikle fizik dersleri kapsamında verilmiş ve elektrik deneyleri de fizik laboratuvarlarında yapılmıştır. Ancak 1900'ü yıllarda telgraf ve telefonun yaygınlaşması, sokakların, binaların ve evlerin elektrikle aydınlatılmaya başlanması, elektrik motorlarının sanayide kullanılması ve elektriğin uzak mesafelere iletiminin gerçekleştirilmesiyle birlikte, elektrik mühendisliği eğitimi de ayrı bir eğitim alanı olarak gerekliliğini ortaya koymuştur. Yine de elektrik mühendisliği bölümleri başlangıçta bağımsız olarak kurulmamış ve elektrik mühendisliği eğitim programları fizik dalı içinde yer almıştır. Elektrik sanayiinin gelişmesiyle birlikte bağımsız olarak elektrik mühendisliği eğitimi de gelişmiş ve 19. yüzyılın sonunda diğer eski mühendislik dalları gibi bağımsız bir dal haline gelmiş ve kurumsallaşmıştır. Elektrik mühendisliği eğitim programları, Birinci Dünya Savaşı'ndan önce büyük ölçüde doğru akım-alternatif akım devrelerinin ve enerji dağıtım sistemlerinin özellikleri konusunda yoğunlaşmıştır.

Birinci Dünya Savaşı'ndan önce üniversitelerde elektrik üzerine çok az sayıda lisans üstü çalışma yapılmış ve araştırma olarak nitelendirilebilecek çalışmalar da ileri düzeydeki testlerle sınırlı kalmıştır. Bu yıllarda asıl önem verilen şey, öğrencinin lisans derecesini almasından sonra elektrikle ilgili uygulamaları gerçekleştirmesiydi. Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra radyo yayıncılığında ve iletişim

alanındaki gelişmeler, elektrik mühendisliği bölümlerinde iletişim konusunun ortaya çıkmasını sağlamıştır. Buna bağlı olarak da öğretim üyeleri ve öğrenciler arasında lisans üstü derecelerine yönelik ilgi gelişmeye başlamıştır. Ancak bu süreç oldukça yavaş işlemiştir. Örneğin ABD'de MIT (Massachusetts Institute of Technology)'de 1925 yılında elektrik mühendisliğinde sadece bir kişinin doktora derecesi vardı.

İkinci Dünya Savaşı, elektrik mühendislerinin eğitiminde çok önemli değişiklikler yarattı. Savaşla birlikte radar, mikrodalga, kontrol sistemleri, yeni elektronik araçlar vb. alanlarında büyük gelişmeler oldu. Elektrik ve elektronik teknolojisinde savaş sırasında başlayan bu gelişme savaştan sonra da devam etti ve transistör, entegre devreler, magnetik kaydediciler, bilgisayarlar, hesap makineleri, güdümlü mermiler, iletişim uyduları, laser vb. geliştirildi. Televizyon radyonun yerini alarak son derece yaygınlaştı ve bir süre sonra da renkli televizyona geçildi.

Elektrik ve elektronik sanayiindeki bu yüksek tempolu gelişimin elektrik mühendisliği eğitimine başlıca etkileri şunlar oldu:Öncelikle eğitimin içeriği genişledi ve zenginleşti. Ayrıca lisans üstü eğitime ve araştırmaya daha çok önem verilmeye başlandı ve çok sayıda genç insan büyük bir istekle yeni araştırmalara yöneldiler. Hükümetler de özellikle elektroniğin yeni alanlarında yapılacak araştırmalara ve nitelikli yeni laboratuvarlar kurulmasına destek oldu. Bir başka gelişme de, elektrik mühendisliği eğitiminde matematiğin ve diğer temel bilim dallarının öneminin yükselmesiydi. 1950'li yıllardan sonra elektrik mühendisleri, temel bilimciler kadar ileri düzeyde matematik ve bilim eğitimi almaya başladılar.

## TÜRKİYE'DE ELEKTRİK VE ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ

Osmanlılarda bilim, son derece zayıftı. Çok az rastlanılan bilimsel çalışma örnekleri, 18. yüzyılın sonlarına kadar kişisel, sınırlı ve geçici bir özellik taşıyordu.

Ancak, 18. yüzyılın sonlarında mühendis mekteplerinin kurulmaya başlamasıyla birlikte, kişisel, sınırlı ve geçici olmaktan yavaş yavaş çıkmaya başladı. Bununla birlikte Osmanlı İmparatorluğu'nda bilim hiçbir zaman gerçek anlam ve önemiyle kavranmadığı için bu okullarda verilen bilim eğitimi de son derece düşük bir düzeydeydi ve gerçek anlamda uzmanlaşmış bilim adamlarına henüz rastlanmıyordu. Mühendis Mektepleri'nde ders veren hocalar genellikle medrese mezunu kimselerdi ve yeterli uzmanlık bilgisine sahip değillerdi. Öte yandan bu okullarda okuyan öğrencilerin sayısı ve niteliği de çok düşüktü. Öncelikle devletin askeri bakımından güçlenmesine hizmet etmesi için kurulan bu okullarda sadece eğitim verilmesi amaçlanıyordu. Ama modern bilimle ilişkinin başlamasıyla ve başka yüksek okulların da kurulmasıyla birlikte çok yavaş da olsa adım adım ve çoğunlukla da dolaylı yollarla başka alanlara da yansarak bilimde Cumhuriyet'e kadar süren belirli bir gelişim süreci yaşandı.

Osmanlılarda pusulanın icadından, mıknatısın özelliklerinden ve pusula ile mıknatıs ilişkilerinden ilk kez bahseden kişi İbrahim Müteferrika (1670-1745)'dir. Yak-

laşık yüz yıl sonra da, Mühendishane baş hocalarından İshak Efendi (.1836) dört ciltlik eserinde elektrikten söz etmiştir. Ülkemizde elektrik üzerine ilk kez Ahmet Rasim Bey (1865-1932) bazı risaleler yazmıştır [*Elektrikiyet-i Sakine* (1885), *Elektrik* (1887)]. Ancak 19. yüzyıl boyunca Osmanlı okullarında elektrik dersi verilmemiştir.

Ülkemizde ilk elektrik dersi veren bilim adamı Salih Zeki Bey (1864-1921)'dir. 1900'l yıllarda Darülfünun'da Genel Fizik (Hikmet-i Tabiiye) dersinin bir bölümü olarak elektrik dersleri vermiştir. İlk elektrik ders kitabının yazarı da odur. Salih Zeki Bey'in bu kitabı, *Hikmet-i Tabiiye-i Umumiyeden Mebhas-i Elektrik* (Genel Fizik Konularından Elektrik) adıyla 1912 yılında yayınlanmıştır. Ancak lkemizdeki ilk bağımsız elektrik dersinin eğitimini başlatan ve bu dersi veren bilim adamı Mehmed Refik (Fenmen) Bey (1882-1957)'dir. Mühendis Mektebi'nin (devamı bugünkü İT) ilk sivil müdürü olan Mehmed Refik Bey, 1910 yılında elektrik derslerini okulun programına koydurtmuştur. Bu okulda ve daha sonra Darülfünun'da elektrik dersleri veren Mehmed Refik Bey'in elektrik üzerine yazdığı birçok kitabı da bulunmaktadır.

Ülkemizde elektrik eğitimini başlatan ve gerek Mühendis Mektebi'nde gerekse Darülfünun Fen Fakültesi'nde elektrik deneyleri yapılmasını sağlayan Salih Zeki Bey ile Mehmed Refik Bey, eğitimlerini yurt dışında yapmış olan elektrik mhendislerimizdir.

Paris'te gördüğü elektrik mühendisliği eğitimini 1887 yılında birincilikle bitirdikten sonra yurda dönen Salih Zeki Bey, 1887-1895 yılları arasında Posta ve Telgraf İdaresi'nde elektrik mühendisi olarak çalışmaya başladı. Daha sonra üstlenmiş olduğu çeşitli idari görevlerinin yanı sı

ra Darülfünun'da yıllarca yüksek matematik ve fizik dersleri verdi. Yüksek matematiğin ilk kez orta ve yüksek öğrenim düzeyinde verilmesini Salih Zeki Bey sağlamıştır. Ayrıca bu konularda çeviri ve telif olmak üzere çok sayıda ders kitabı hazırladı. Mantık ve Felsefe konularıyla da ilgilenen Salih Zeki Bey aynı zamanda ülkemizin en büyük bilim tarihçilerindedir. *Kamus-ı Riyaziyat* (Matematik Sözlüğü) ve *Asar-ı Bakiye* (Geride Kalan Eserler) adlı kitapları bilim tarihimizin temel eserleri arasındadır. Öklidçi olmayan geometriden ülkemizde ilk kez Salih Zeki söz etmiş ve bu konuda konferanslar vermiş, yayınlar yapmıştır. Cumhuriyet dönemi modernleşme hamlelerinde rol alan bilim adamlarımız üzerindeki en büyük etkiyi onun yaratıldığını söyleyebiliriz.

Mohmed Refik (Fenmen) Bey de, Belçika Liege Üniversitesi'nden yüksek takdir derecesiyle elektrik mühendisliği diplomasını aldıktan sonra yurda döndü ve bir süre sonra Mühendis Mektebi'nde elektrik dersleri vermeye başladı. Mehmed Refik Bey'in Mühendis Mektebi'nin gelişiminde ve modernleşmesinde çok büyük katkıları vardır. Mektebin ilk sivil müdürü olan Mehmed Refik Bey, eğitim süresini kısalttı (7 yıldan 6 yıla indirdi), yeni dersler açtı, Avrupa'dan bilim adamları getirtti, Fransızca eğitimini getirtirdi ve okullardaki eğitim yöntemlerini modernleştirdi. Almanya, Belçika, Fransa ve İsviçre'de bilimsel inceleme gezileri yaptı ve deneyimlerini döndüğünde kendi okuluna uygulamaya çalıştı. Fizik, kimya ve inşaat malzemeleri laboratuvarlarının kuruluşu onun dönemine rastlamaktadır. Bir bilim ve mühendislik müzesi kurulması girişimleri başlatan Mehmed Refik Bey kütüphane için Avrupa'dan yüzlerce mühendislik ve matematik kitabı



getirtti. Darülfünun'da da fizik ve elektrik dersleri veren bu büyük bilimcimiz, 1926'da kurulan Zonguldak Yüksek Maden Mektebi'nin kurucusu ve ilk müdürüdür. Elektrik, mekanik, modern fizik ve matematik üzerine çok sayıda kitap, makale ve çevirisi olan Mehmed Refik Bey'in en önemli eserlerinden biri olarak 1924'te yayınlanan Einstein Nazariyesi; Mekan, Zaman ve Kütle Mefhumlarının [kavramlarının] *Tebdili* [dönüşümü]'ni sayabiliriz. Onun en önemli etkinliklerinden biri de ülkemizdeki ilk popüler bilim dergisi olan *Fen Alemi*'ni yayınlamasıdır. 1925-1926 yıllarında 24 sayı yayınlanan bu dergide bilimin çeşitli konularının yanı sıra elektrik, telgraf ve telefon üzerine çok sayıda yazı yayınlanmıştır. 1930'lu ve 40'lı yıllarda Türkiye'nin elektrifikasyonu ile ilgili yayınlar yapan Mehmed Refik Bey, Türkiye'nin bilimde ve teknolojiye erken dönem modernleşmesinin en parlak simasıdır.

Ülkemizde ilk mesleki elektrik eğitimi, 1926-1927 öğrenim yılında Darülfünun bünyesinde kurulmuş olan Elektromekanik Enstitüsü ile başlamıştır. Bu enstitünün kurulmasında en büyük rolü olan bilim adamı, o sırada Darülfünun Fen Fakültesi Reisi (Dekanı) olan matematikçi Hüsnü Hamid (Sayman) Bey (1890-1975)'dir. Müderris Mehmed Refik Bey, Müderris Burhaneddin Ferid (Sezerar) Bey ve Müderris Mösyö Mentere de bu enstitüde sırasıyla genel fizik-elektrik, elektroteknik ve uygulamalı makine derslerini vermişlerdir. Elektromekanik Enstitüsü'ne ayrıca kurulduğu yıl Fransa'dan Prof. Dr. Duscio getirilmiştir. Enstitüdeki matematik derslerini de Hüsnü Hamid Bey veriyordu. Mösyö Fleury ve Mehmed Tevfik Bey de Enstitüde Genel Fizik dersi veren diğer müderrisler arasındadır.

Elektromekanik Enstitüsü'nde verilen elektrik dersleri, elektrokimya, elektronik, elektrik ölçme, elektrik uygulamaları, telgrafçılık ve telefonculuk gibi derslerden oluşuyordu. Enstitüyü bitiren öğrencilere makine-elektrik mühendisi tasdiknamesi veriliyordu.

Darülfünun bünyesindeki Elektromekanik Enstitüsü 1934 yılında kapatılmış ve öğrencileriyle birlikte Yüksek Mühendis Mektebi'ne devredilmiştir. Bu enstitü böylece Yüksek Mühendis Mektebi'nin Elektromekanik Şubesi'ni oluşturmuştur. Öğretim üyesi bakımından takviye edilen bölüme, Yüksek Mühendis Mektebi öğrencileri de katılmıştır. Ertesi yıl (1935'de) P.T.T. Kurumunun muhabere mühendisi ihtiyacını karşılamak üzere Yüksek Mühendis Mektebi'ne Muhabere Şubesi eklenmiştir. 1944'te okulun İstanbul Teknik Üniversitesi'ne dönüştürülmesi sırasında da Elektromekanik Şubesi iki bölüme ayrılmış ve bunlardan elektrik bölümü muhabere servisi ile birleştirilerek, zayıf akım ve kuvvetli akım kollarından kurulu bir elektrik fakültesi oluşturulmuştur. Kuruluşunda 5 kürsü ile öğretim başlamış olan Elektrik Fakültesi, aynı yıl (1944-1945 öğrenim yılında) 8 öğrencisini mezun etmiştir.

Elektrik Fakültesi'nin kökenini oluşturan Elektromekanik Şubesi'nin Yüksek Mühendis Mektebi'ndeki kuruluşunda en büyük katkıyı sağlayan bilimcimiz Burhaneddin Sozorar (1885-1953) Bey'dir. Darülfünun'daki Elektromekanik Enstitüsü'nde elektrik dersleri veren Burhaneddin Sozorar, 1934 yılında Yüksek Mühendis Mektebine devredilen bu şubenin sorumlusu olarak, Prof. Emin Kalmuk (1886-1954) ile birlikte yeni öğretim programları hazırlamış ve elektrik laboratuvarlarının kurulmasına öncülük etmiştir.

Burhaneddin Sezerar, Galatasaray Lisesi'ni bitirdikten sonra Fransa'ya gitmiş ve 1911 yılında Sorbon Üniversitesi'nden Genel Matematik ve Fizik Lisansı almıştır. Ardından Paris Yüksek Elektrik Mektebi'ne başlayan Sezerar buradan da 1912'de Elektrik Yüksek Mühendisi diplomasını almayı başarmıştır. Daha Paris'ten ayrılmadan Medine Şehri'nin elektrik tesisatının kurulmasıyla görevlendirilen Sezerar, bu görevini yerine getirdikten sonra 1914 yılında Darülfünun'da Matematik ve Fizik Muallim Muavinliğine atanmıştır. Aynı yıl Mühendis Mektebi'nde Elektrik dersi muallimliğine de başlamıştır. 1915'te Darülfünun'da muallimlik derecesine yükseltilen Sezerar, 1924 yılında da bu üniversitede elektroteknik müderrisliğine atanmıştır. 1934 yılına kadar bu görevini sürdürmüştür.

Burhaneddin Sezerar, öğretim görevinin yanı sıra ülkenin çeşitli yörelerinde mühendislik hizmetlerinde de bulunmuştur. Özellikle Cumhuriyet Döneminde olmak üzere Anadolu'nun birçok şehrinin elektriğe kavuşması onun hizmetleriyle gerçekleşmiştir. Balıkesir, Bandırma, Afyonkarahisar, Gaziantep, Kilis, Ereğli, Zonguldak, Samsun, Karaköse ve Uzunköprü'nün elektrik projelerini hazırlamış ve gerçekleştirmiştir. Üsküdar-Kısıklı tramvay hattının ve Adapazarı elektrik tesisatının kurulması ile Dolmabahçe Sarayı'nın aydınlatılması da onun çalışmaları arasındadır.

## ELEKTRİĞİN TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI

Ülkemizde elektrikle ilgili ilk uygulamalar, telgrafın girişiyle başlamıştır. Telgraf, Osmanlı Devleti'ne icadından sonra çok uzun bir süre geçmeden girmiştir. Telgraf ABD'li Samuel F.B.Morse tarafından 1837 yılında icat edilmişti. Morse'un yakınlarından Chamberlein adlı kişi 1839 yılında Osmanlı Sarayı'nda telgrafın ilk denemesini yapıyor. Ancak Chamberlein ölümü üzerine girişim yarıda kalıyor. 1847 yılında Jeolog J.Lavrance Smith, Padişah için ikinci bir deney yapıyor. Bunun üzerine Padişah Abdülmecid, İstanbul'dan Edirne'ye ilk telgraf hattının yapılması talimatını veriyor. Ancak bu hattın kurulması Kırım Savaşı sırasında gerçekleşebilmiştir. Fransızlar tarafından yapılan çalışmalar sonucunda Soğukçeşme'de telgraf merkezi kurulmuş ve ilk telgraf 19 Ağustos 1855'de İstanbul'dan Edirne'ye çekilmiştir. 27 Eylül 1855'de de Avrupa ile telgraf haborleşmesi başlamıştır. Savaş sırasında İngilizlerin çıktığı İstanbul-Varna denizaltı kablosu ile Fransızların yaptığı Varna-Bükreş hattı savaştan hemen sonra devlet tarafından satın alınmıştır.1857 yılında İngilizler Üsküdar-İlağdat-Basra telgraf hattının imtiyazını almak için saraya başvurmuşlarsa da bu teklifleri kabul edilmemiştir. Çünkü Saray artık bu hattı kendisi yapmak istemektedir. Nitekim hattın yapımına hemen başlanmış ve hat iki yıl içinde Diyarbakır'a ulaşmıştır. 5-6 yıl gibi kısa sayılacak bir süre içinde telgraf hatları tüm imparatorluğu kapsar hale gelmiştir. İlk telgraflar Fransızca çekiliyordu. 1856 yılında

Mors işaretlerinin Osmanlıca alfabesine uyarlanmasıyla artık haberleşme Türkçe olarak yapılmaya başlamıştır. 1855 yılında Edirne telgrafhanesinde hat çavuşu yetiştirilmeye başlanmış, 1860'da da ilk kez telgraf mektebi açılmıştır. 1858 yılından başlayarak da telgraf makineleri yerli atölyelerde üretilmeye başlanmış ve bir süre sonra yerli telgraf makinesi üretimi ihtiyacı karşılayacak düzeye ulaşmıştır.

Telgraf Osmanlı İmparatorluğu'na hem erken girmiş, hem de kısa bir sürede yaygınlaşma olanağı bulmuştur. Bunun temel nedeni, Osmanlı Devleti gibi merkezi bir devlette, telgrafın merkezi işleyişi kolaylaştırması ve böylece devletin bu yapısını daha da güçlendirmesidir. Üstelik telgraf haberleşmesinin şifrelenebilmesi ve devletin denetimi altında yürütülmesi nedeniyle herhangi bir riski de bulunmamaktadır. Ancak telefon haberleşmesi için ayrı şeyleri söylemek zordur. Bu nedenle, telefon haberleşmesinin devlet tarafından denetlenmesindeki güçlükler, bütçe aygıtının ülkeye girişinde engellerle karşılaşmasına yol açmıştır.

Telefon, 1876'da Graham Bell tarafından bulunmuştur. 1879'da yabancılar tarafından İstanbul'a telefon inşaatı için yapılan başvuru reddedildi. 1881 yılında, Post ve Telefon Nezareti (Yenicami) ile Soğukçeşme'deki eski telgrafhane binası arasına tek telli bir telefon hattı çekilmiştir. Bu hat ülkemizdeki ilk telefon hattıdır. Aynı yıl, Galata Millet Hanı'ndaki postahane ile Yenicami Posthanesi arasına ve Osmanlı Bankası'nın Galata ve Yenicami şubeleri arasına hat çekilmişti. Ayrıca Galata Liman İdarisi'nden Kilyos'taki tahlisiye servisine de tek telli bir hat bağlanmıştı.

Ancak telefon sayısındaki artış Padişah II. Abdülhamid'i rahatsız etmişti. Gerçekte onun telefonu, "gizli kapaklı işler görülmesine uygun bir icat" olarak gördüğü söyleniyordu. 16 Ağustos 1886 tarihinde, Galata-Kilyos hattı dışındaki tüm telefon hatları Padişahın emriyle kaldırıldı. 1892'de ov içindeki telefonlar dahi yasaklandı ve her türlü telefon malzemesi ithali yasak kapsamına alındı. Böylece, 1908'de İkinci Meşrutiyet'in ilan edilmesine kadar geçen 22 yıllık dönemde ülkemizde telefonla ilgili herhangi bir gelişme olmadı. Ancak 1908'den sonra telefon kullanma yasası kaldırıldı. Bununla birlikte Posta ve Telgraf Nezareti, telefonu devlet tekeline aldığından halka telefon ruhsatı ve imtiyazı verilmemiştir. Hükümetin Fransa'dan ithal ettiği bir santral ile 1909 yılında Sirkeci Büyük Postanesi'nde ilk telefon santrali kurulmuştur.

Halkın telefon kullanabilmesi ise, 1911 yılında çıkarılan bir kanun ile olanaklı hale gelebilmiştir. Ancak halkın pratikte telefon kullanabilmesi 1914 yılını bulmuştur. Telefon imtiyazını alan İngiliz şirketi, İstanbul Boğazı'nın iki yakasında telefon hatları kurmuş ve 6400 hatlık Beyoğlu, 9600 hatlık Tahtakale ve 2000 hatlık Kadıköy santrallerini 28 Şubat 1914'te faaliyete geçirmiştir. Gecikmenin nedeni, şirketin ihtiyacı olan elektrik enerjisini almak için Silahtarğa elektrik santralini kurulmasını beklemesidir. Birinci Dünya Savaşı başladığında, devlet şirketin imtiyazını iptal etti ve telefon şebekesi Türk Mühendislerce işletildi.

Ülkemizdeki ilk otomatik telefon santrali 15 Eylül 1926 yılında Ankara'da kurulmuştur. Bu yıllarda Avrupa'nın birçok merkezinde ve büyük şehirlerinde dahi telefonlar otomatik değildi. Ankara santrali, faaliyetinin başlangı-

cından beri Türk Mühendis ve teknisyenleri tarafından çalıştırılmıştır.

1931-1932 yıllarında İstanbul'da tüm santraller otomatik hale getirilmiştir. Türkiye'de ilk şehirler arası telefon konuşması, 1 Temmuz 1928 tarihinde Ankara-İstanbul arasında yapılmıştır. Türkiye ile Avrupa ülkeleri arasındaki telefon konuşmalarının başlangıç tarihi ise 1932 yılıdır.

Telsiz telgrafın ülkemize girişi, 1905 yılında Rodos ile Derne (Libya'da) istasyonları arasındaki haberleşme ile başlamıştır. Kurulan istasyonlar Siemens teknolojisine dayanıyordu. Daha sonra Alaçatı istasyonu kuruldu. Her üç istasyon da Osmanlı-İtalya savaşı sırasında tahrip edildi. 1912 yılında Okmeydanı'nda İngiliz teknolojisiyle, 1915'de de Osmaniye'de Alman teknolojisiyle iki istasyon kuruldu.

Ülkemizde geniş çapta ilk elektrik enerjisi üretimi, 14 Şubat 1914 yılında faaliyete geçen Silahtarağa termik santraliyle başlamıştır. Tramvay ulaşımı, aydınlatma ve telefon şebekesi için gerekli enerji bu santralden sağlanmıştır. Bu nedenle 14 Şubat 1914 tarihini İstanbul'a elektriğin geldiği tarih olarak alabiliriz.

Silahtarağa Termik Santrali'nin işletme imtiyazı bir Macar Şirketi'ne verilmişti. Cumhuriyet döneminde ülkemizdeki elektrik enerjisi üretimi, Karabük Demir Çelik Fabrikası, Sümerbank Fabrikaları ve Şeker Fabrikaları gibi fabrikalarda üretilen elektrik enerjisinin kendi çevrelerine verilmesi biçiminde gelişti. Daha sonra belediyeler kendi kurdukları dizel jeneratörleriyle elektrik üreterek şehire dağıtma yoluna gittiler. Bütün bu faaliyetlerin ortak yönü, yöresel elektrik üretimi ve yöresel elektrikleştirme

özelliği taşımasıydı. Bölge santralleri aracılığıyla elektriğin uzun mesafelere nakletmek, ilk kez, 1949 yılında 40.000 kw'lık bir güçle işletmeye açılan Çatalağzı Santrali ile gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda ülkemizin çeşitli yörelerinde büyük bölgesel elektrik santralleri kuruldu.



## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Ariol, Nurettin; "Elektrik Enerjisi Üretiminde Kömür", Elektrik Mühendisleri Odası VII. Teknik Kongresi'nde sunulan yayınlanmamış bildiri, İstanbul, 1975
- Bahadır, Osman; *Osmanlılarda Bilim*, Sarmal Yayınevi, İstanbul, 1996
- Bahadır, Osman; *Bilim Cumhuriyetinden Manzaralar*, İzdüşüm Yayınları, İstanbul, Eylül 2000
- Bahadır, Osman; *Cumhuriyetin İlk Bilim Dergileri ve Modernleşme*, İzdüşüm Yayınları, İstanbul, Şubat 2001
- Canby, Edward Tatnal; *A History of Electricity*, London, 1964
- Çoçen, Kazım; *İ.T.Ü.' nün Kısa Tarihçesi*, İstanbul Teknik Üniversitesinin Bilim ve Teknoloji Tarihi Araştırma Merkezi Yayın no:7, İstanbul, 1990
- Göneng, Günöy; "Matematik Tarihine Kısa Bir Bakış", *Elektrik Mühendisliği*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Yayın Organı, Sayı 259-260 Temmuz-Ağustos 1978
- Ham, James M., Slemon, Gordon R; *Scientific Basis of Electrical Engineering*, Third Printing, Newyork, 1965

- İnan, Kemal; "Bilim ve Teknolojide Devrimler Yaratan Bir Olay: Elektrik", *Elektrik Mühendisliği*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Yayın Organı, Sayı 259-260, Temmuz-Ağustos 1978
- İshakoğlu-Kadioğlu, Sevtap; *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Tarihçesi (1900-1946)*, İstanbul Üniversitesi Yayın no:4106, İstanbul,1998
- İstanbul'un Enerji Sorunu*; TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yayını İstanbul, 1978
- İ.T.Ü. *Elektrik Fakültesi Öğretim Kılavuzu 1966-67*, İstanbul, 1967
- İ.T.Ü. *Elektrik Fakültesi 1973*, Hazırlayan Komisyon: Ord. Prof. Y. Müh. Bedri Karafakioğlu, Prof. Dr. Y. Müh. Mustafa Bayram, Doç. Dr. Yük. Müh. Ahmet Derişoğlu, Asis. Dr. Yük. Müh. Ergür Tütüncüoğlu. Cumhuriyetin 50'nci, İ.T.Ü.' nün 200'üncü Yıldönümü Yay, İstanbul, 1973
- Olby, R. C., Cantor, G.N., Christie, J.R.R., Hodge, M.J.S.(ed), *Companion to the History of Modern Science*, Routledge Press, London, 1990
- Önay, Aliye; "Türkiye'de Telefon Teşkilatının Kuruluşu", *Çağını Yakalayan Osmanlı: Osmanlı Devleti'nde Modern Haberleşme ve Ulaştırma Teknikleri*, Yay. haz: Ekmeleddin İhsanoğlu, Mustafa Kaçar, İstanbul Tarih, Sanat ve Kültür Araştırma Merkezi Yayını İstanbul, 1995

- Smith-Roso, R.L., *James Clerk Maxwell, A Mathematical Physicist of the Nineteenth Century*, London, 1948
- Tan, Kemal; "Türk Elektrikçiliğinin Kurucusu: Ord. Prof. Burhanoddin Sezerar," *Elektrik Mühendisliği Mecmuası*, Yıl 2, Sayı 19-20, Temmuz-Ağustos 1958
- Tannkut, Asaf; *Yurt İçi Posta Taşınması*, Posta Dairesi Başkanlığı Etüt ve Planlama Şubesi Müdürlüğü Eğitim Notları, Ankara, 1968
- Tannkut, Asaf; *Türkiye Posta ve Telgraf ve Telefon Tarihi ve Teşkilat ve Mevzuatı*, Efem Matbaacılık, 1984
- Tekeli, İlhan-İlkin, Selim; "Osmanlı İmparatorluğu'nda 19. yüzyılın İkinci Yarısında Nafia Programları ve Teknoloji Gelişimi Üzerine", *Dünü ve Bugünüyle Toplum ve Ekonomi*, Sayı 3, İstanbul, Nisan 1992
- Terman, Fredorick E.; "Elektrik Mühendisliği Eğitimi Tarihi-ne Bir Bakış" (Çeviren:Sevil Çiloğlu), *Elektrik Mühendisliği*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Yayın Organı, cilt 34 Sayı 368-369, İstanbul 1989
- Uluçay, Çağatay-Kartekin, Enver; *Yüksek Mühendis Okulu (Yüksek Mühendis ve Mimar Yetiştiren Müesseselerin Tarihi)*, İ.T.Ü. Kütüphanesi Sayı 389, Berksoy Matbaası, İstanbul, 1958.

## ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNDE GELİŞMELER

Prof. Dr. Tarık Özker

Elektrik mühendisliği ile ilgili çeşitli sorunların kavranmasını sağlamak amacı ile, dikkatimizi uygarlığın gelişmesine, mühendisliğin çağlar boyunca yaptığı etkiye ve bu etki sonucu sağlanan gelişmelere yönelmek yerinde olur.

Mühendislik, çok eski zamanlara kadar uzanır. İnsanların varlıklarını sürdürmek ve daha iyi yaşamak üzere doğadan yararlanmak için gösterdikleri çabalarda mühendislik zorunlu ve etkili olmuştur.

İsa'nın doğumundan önce 6000 yıllarına yakın Doğu'da ilk büyük ekonomik devrim olmuş, insanlar tarıma başlamıştır. Bu devrimle birlikte şehirleşmeler görülmüştür. Şehirleşmeler sonucu ortaya çıkan sulama ve yapım işleri ile ilgili sorunların çözümleri mühendislikle ilgilidir. Deneye doneye kazanılmış, yavaş ama sürekli bilgi birikimi ve bu bilginin insanların yararına uygulanması sonucu insanların yaşamlarında büyük gelişmeler olmuştur. İnsanların yararına bu bilgileri uygulayanlar mühendislerdir.

Tarım devriminden sonra 18. yüzyıl sonlarına doğru Batı dünyasında ikinci büyük ekonomik devrim görülmüş-

tür. İngiltere'de enerjide buharla başlayan ve insanlara yeni enerji kaynaklarından yararlanma olanağını açan bu devrimi yapan, tarım yerine endüstri toplumunun yaratıcı kesimi olmuştur. Endüstri devriminin temelleri de 16. yüzyıldaki Bilim devrimine dayanmaktadır.

Bilimde meydana gelen ilerlemeler gerçekte Yunan bilimine dayanmaktadır. Milattan önce 6.yüzyıla kadar doğa olaylarının ve matematiğin genel teorileri yoktu. Yunanlılar, doğadaki olayların insanların kavrayabilecekleri genel kanunlarının varlığını buldular ve çağdaş bilimin bazı önemli görüşlerini bugüne hazırlayan kabulleri ve ilkeleleri ortaya çıkardılar. Ancak, bilimdeki devrimin dayanağı olan deney yapma, çağdaş bilimin getirdiği bir yeniliktir. Bu bakımdan, çağdaş bilimin doğuşunda Aristoteles mantığının yerini pozitif bilimlerin almasını, böylece insanların yaşamında köklü değişmelere yol açılmasını sağlayan Francis BACON (1561-1626)'dur. Bacon'un yönteminde temel, olguların gözlemi ve tümevarım (induction) yolu ile akıl yürütmek, daha açıkçası, deneyler yaparak bir olayı tekrarlamak, böylece olayların özüne varmaktır.

Çağdaş deneysel bilimin doğmasında özellikle BOYLE (1627-1691), HOOKE (1635-1703), HUYGENS (1629-1695) ve NEWTON (1642-1727)'un Kimya, Fizik dallarında bilime katkılarının mühendisliğin ilerlemesinde önemli etkileri olmuştur.

19. yüzyılda meydana gelen üç önemli gelişme, insanların yaşamını değiştirmiştir. Bu gelişmeler şunlardır:

- endüstri devriminin yayılması
- deneysel bilim yöntemlerinin kullanılması,
- inşaat mühendisliğinin meslek olarak ortaya çıkması.

Bu gelişmelerden sonuncusu, mühendislikte bilime dayalı teknik öğretimin önemini göstermiş ve Fransa'da ilk mühendislik okulu açılmıştır:1747.

Günümüzde mühendisliği, "insanoğlunun mutluluğu ve iyiliği için doğa güçleri ile çeşitli malzemelerden ekonomik olarak yararlanmayı sağlayacak yolların bulunup geliştirilmesinde öğrenim ve tecrübe ile edinilen matematik ve fiziksel nitelikte bilginin kullanıldığı meslek" diye tanımlanır.

Birçok kimsoyo göre mühendislik bir sanattır, kullanılması da beceri; yararlı, ekonomik sonuçlar almak üzere bilimsel ilkelerin kullanılması yetenek ister.

Mühendisler bugün insanların yaşama düzeylerini yükseltmek üzere daha yeni, daha ucuz yollar aramaktadırlar, bu amaçla çalışmalarını başlıca şu alanlarda yürütürler:

- 1- Temel ve uygulamalı araştırmalar,
- 2- Geliştirme çalışmaları,
- 3- Mühendislik hizmetleri.

Bu çalışmalar, özellikle matematik ve fizik alanlarında sağlam bir öğrenim gerektirir. Üniversite öğrenimi temeldir.

Endüstri devriminin ilk zamanlarında enerji iletimi için miller, kayışlar ve makaralar gibi sadece mekanik araçlar kullanılmıştır. Sonraları, elektrik enerjisi ortaya çıkmış ve 19. yüzyılın sonlarına doğru makineler elektrik motorları ile döndürülmeye başlamıştır. Böylece, elektriğin uygulanmaya başlaması ile yeni bir fabrika anlayışı gelişmiştir.

Elektrik mühendisliği, denei bilim yönteminin kullanılmasına iyi bir örnektir. Uygulamalı bilimlere bugün mü-

hendislik bilimleri de demektedir. Mühendislik bilimlerinden, mühendislik sorunlarının çözülmesinde, bilimsel yöntemle birlikte soyut teorilerin uygulanması anlaşılır. Bu tanım uyarınca elektrik mühendisliği, elektrik ve magnetizmaya ilişkin bilgilerin, malzeme ile doğa kanunlarının insanların yararına kullanıldığı meslektir.

Elektrik mühendisliği deneysel olarak elde edilen bir kaç temel kanuna dayanır. Aşağıda bu kanunlar, ilk yayınlandıkları yıllar belirtilerek verilmiştir.

Elektrik devrelerinde bir kaynaktan gereken araçlara elektrik enerjisinin aktarılması incelenir. Bu teori, Coulomb (1785), Ohm (1827), Faraday (1831) ve Kirchhoff (1840) tarafından verilen temel sonuçlarla bugünkü durumuna gelmiştir. Bugün bu teori kullanılarak radyo, televizyon, telefon, telgraf devrelerinin ve endüstriyel elektronik devrelerinin çalışmasına ilişkin sorunlar incelenir.

Elektrik makineleri, motorlar, jeneratörler gibi bütün elektromagnetik araçlar ve elektromagnetik enerji dönüşümü konuları Ampère Kanunu (1825), Faraday indüklenme kanunu (1831) uygulanarak incelenebilir. Elektromagnetik enerji dönüşümü, bir elektrik sistemi ile bir mekanik sistem arasında bir magnetik alan aracılığı ile yapılan enerji alış-verişine ilişkindir.

Elektrik mühendisliği alanında meydana gelen bir gelişme de yirminci yüzyılın başlarında elektron tüplerine ilişkindir. İlk elektron diyodu 1904'te Fleming tarafından geliştirilmiştir.

Elektron tüpleri ile ilgili önemli bir gelişme, 1906 yılında Lee de Forest'ce triyodun ortaya konmasıdır. Böylece, yirminci yüzyılın başlarında elektronik çağı başlamıştır. Elektronik, elektronların hareketi ile ilgili olarak, bilim

ve mühendisliğin elektron cihazları ve bu cihazların kullanıldığı ile ilgili dalıdır. Elektronik cihaz, elektronların iletiminin ya boşlukta ya bir gaz içinde ya da bir yarı iletken içinde meydana geldiği bir elemandır. Endüstride daha önce, büyük güçlü sistemlerin düzenlenmesi için bir takım ayrı ayrı mekanizma kullanmak gerekmiştir. Elektron tüpleri sayesinde yüksek enerji düzeylerinde denetim gereği ortadan kalkmıştır, bu tüpler çok alçak enerji düzeylerinin yüksek enerji düzeylerine çıkarılmasını sağlamaktadır. Elektronik tüpleri bir yandan çağdaş radyo ve haberleşme endüstrisinin dayandığı temelleri sağlamış, bir yandan da diğer endüstri alanlarında etkisini göstermiştir.

Elektrik mühendisliğinin bir kolu olan radyo mühendisliği, radyo dalgaları da dediğimiz elektromagnetik dalgalara dayanır. Böyle dalgaların var olması gereğini teorik olarak ilk kez ortaya atan James Clerk Maxwell (1831-1879) olmuştur. Maxwell, Faraday'ın "kuvvet çizgileri" kavramına dayanarak yürüttüğü elektriğin matematiğine ilişkin çalışmalar sonunda Maxwell denklemleri diye bilinen temel kanunları çıkarmış ve bu matematik denklemlerden radyo dalgalarının varlığını kestirmiş ve ışığın elektromagnetik nitelikte olduğunu açıklamıştır. Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) elektrik dalgalarının varlığını deneysel olarak gösteren ilk kimsedir. Hertz, 1887'de Karlsruhe Mühendislik okulunda böyle dalgaları üretmiş, bunların kırılıp yansıdığını ve odaklandığını göstermiştir.

Radyo mühendisliği, elektromagnetik dalgalar aracılığı ile iki ya da ikiden çok yer arasında haber iletimi ya da uzaktan kumanda etmek üzere doğa kanunlarından çeşitli malzemeler kullanarak alet yapımı ve işletilmesi için yararlanılan bilim ve sanat olarak tanımlanabilir.



Elektronik alanında ilk incelemeler, cisimlerin ısı yolu ile elektron salma özellikleri ile ilgili olarak Richardso (1914) ve Dushman (1923) tarafından yapılmıştır.

Bunlara, Langmuir (1913) ile Child (1913)'ün tüplerin dış özellikleri ile belirlenen bir eleman olarak ele alınmasını sağlayan sonuçlarını da eklemek gerekir.

Yarı-iletkenlerle ilgili çalışmalar, on dokuzuncu yüzyıl başlarında başlamış ve bu konuda elektronik mühendisliğindeki çalışmalar ikinci dünya savaşından beri hızla artmıştır. Son yıllarda elektronikte önem yarı-iletkenler alanına kaymıştır. Yarı-iletkenlerin dış özelliklerinin anlaşılmasında önemli yeri, atomların ısıl dengesi ile ilgili olarak, bir madde içinde iki bitişik bölgedeki parçacıklarının yoğunluklarına ilişkin bağıntıyı belirleyen Boltzman (1884-1906) denklemi almaktadır. Çağdaş yarı-iletkenlere ilişkin kesin buluş, iletkenler, yarı-iletkenler, dielektrikler, yalıtkanlar, piezoelektrik ve magnetik malzeme üzerindeki çalışmalar sonucu 1947 Aralık ayında Bardeen ve Brattain tarafından Amerika'da transistorların türetimidir. Bu buluşa götüren çalışmalardan ötürü 1956'da Bardeen, Brattain ve Schokley, 1972'de Bardeen Nobel fizik ödülünü almışlardır.

Elektronik, yalnız tüplü ve transistorlu elektronik cihazların hesaplanmasını değil, bunlara ilişkin devreleri de içerir. Görülüyor ki elektron tüpleri, transistorlar endüstrinin temel koşullarında değişiklikleri olurlu kılan elemanlardır.

Böylece, endüstride önem, büyük ölçüde, mekanik işlerde becerikli işçilerden, laboratuarlarda çalışanlara, bilimsel araştırmaları yürütenlere kaymıştır. Bugün artık, ö

önemi olan, doğa kanunlarının iyi anlaşılıp, bunların akıllı-  
ca kullanılmasıdır.

İkinci dünya savaşında elektron tüplerinin önemi iyi-  
ce anlaşılacak, bunlar endüstride türlü işlerde kullanılma-  
ya başlanmıştır.

Haberleşme endüstrisinin olanaklarının genişliği, u-  
çakların yörüngelerinin radarla belirlenmesi ile ilgili ola-  
rak bir takım hesapların çok çabuk yapılması gereğini or-  
aya çıkarmış, bunun sonucunda da elektronik hesap ma-  
kinelerinin gelişmesi sağlanmıştır.

Son yıllardaki bu gelişmeleri otomasyon deyimi ile  
nitelendiririz, otomasyon insanların beyinlerini, kasla-  
rı, duyu organlarını birlikte kullanarak yapılagelen işlerin, ma-  
kinelerle, kendiliğinden yapılmasıdır. Böyle sistemlere de  
otomatik kontrol sistemleri denir.

Otomatik kontrol sistemlerinin dayandığı teorik te-  
oriler, haberleşme ve kontrol teorilerine dayanır. Son yıl-  
larda bu teorilerin kurulması ve gelişmesi için büyük ça-  
lışmalar gösterilmiştir.

Haberleşme teorisi, matematikçiler, istatistikçiler, fi-  
zikçiler ve elektronik mühendislerinin çalışmalarından ö-  
lmüştür. Bu teoriye bağlı olan kontrol teorisi bir yandan  
la geribesleme kavramına dayanmaktadır.

Haberleşme ve kontrol teorilerine ilişkin çalışmalar,  
başlı işleri yorino getirecek sistemlerde en önemli soru-  
nun kararlılık olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Elektronik hesap makineleri de kontrol sistemlerin-  
den sayılabilir. Bunların özelliği, bu sistemlerin birbiri ardı-  
na belli mantık işlemlerini yapmasıdır. Bu sistemler, belli  
işlemlerden kalkarak mantık kuralları uyarınca, girişle-  
rine uygulanan bilgiyi önceden belirlenmiş bir sıraya ve bir

düzene göre adım adım denetleyerek bir sonuca varmay sağları. Böylece dedüktif mantık kurallarının formalleş tirilmesi ve mekanikleştirilmesi sonucunda varılan bilgi sistemin çıkışında elde edilir.

Böyle sistemlerin dayandığı matematik temel bugün Boole Cebri diye bilinen matematik dalıdır. Bu türden sis temlerin iç yapısını oluşturan açma-kapama işlemlerin yapan elektronik devrelere de genel olarak lojik devrele adı verilmektedir. Bu sistemlerde yapılan bütün matema tik işlemler saymaya dayanır. Çözümlenecek problem, sis teme, sistemin yapacağı işlemleri sırası ile bildiren bir lis te halinde hazırlanıp verilir. Bu listeye program denir Program, bir computer'de bir problemin çözülmesi için hazırlanan plandır.

Böyle bir sayısal sistem, yalnız çıkarma, çarpma bölme gibi aritmetik işlemler yapar. Böyle olmakla birlik te yalnız bu aritmetik ile ve sayısal analiz yöntemlerin dayanarak yüksek matematik problemleri çözülebilir.

Geribeslemeli kontrol sistemleri ise,"yanılığlarına göre ayarlanarak çalışmalarını, ortaya çıkabilecek değ şikliklere uydururlar, bu düzenleme geribesleme ilkesin dayanır.

Kısaca değinilen yukarıdaki gelişmelerden de anla şılacağı gibi insanlar ilk çağlardan beri birçok işler ya mışlardır, bu yapma en yüksek aşamasını mühendislikte bulmuştur.

Mühendisler, bilimde elde edilen sonuçları yara şeylerin üretimi, dönüşümü ile ilgili işleri ve hizmetleri y rine getirmişlerdir.

Bu yüzden, mühendislik öğretiminde, her öğrencin yaratıcı ve yapıcı gücünün geliştirilmesi gerekir. Bunun

ğın mühendislik eğitimi bir yandan belli bilgilerin öğretilmesin e, bir yandan da temel ve uygulamalı bilgi alanlarından daha geniş ufuklara açılma olanağını sağlayan araştırmalara dayanır.

Her gün ortaya yeni kavramlar çıktığından ve yeni gelişmeler olduğundan eğitim sadece, şimdiki sorunların üstünlenmesine dayanmamalı, yapılan işlerin iyice anlaşılmasını sağlamalı, geleceğe açık olmalıdır.

Elektrik mühendisliğinde insanların erişmek istedikleri iki temel amaç gerçekleşir: Bunlardan biri haberleşmedir. İnsanlarla insanlar arasında, insanlarla makineler arasında, makinelerle makineler arasında haberleşme, haberin (enformasyonun) işlenmesi ve iletilmesi. Radar, radyo, telefon, ölçme, elektronik computer ve kontrol konuları genel olarak bu haberin (enformasyonun) işlenmesi ve iletilmesi alanına girerler.

İkinci amaç, insanların kasları yerine makinelerin kullanılmasıdır. Büyük dev motorlar, makineler ve endüstri çarklarını döndüren, bize ısı ve ışık veren enerji sistemleri ve bu enerjinin işlenmesi, iletimi ve kontrolü bu alana girmektedir.

Bu alanlarda meslek edinmek için elektrik mühendisliği öğrencilerinin matematik, fizik, kimya, mekanik, elektrik, termodinamik gibi temel bilimlerde bilimsel düşünmeye uygun yetişmeleri gerekir.

Elektrik mühendisliği ve elektrik mühendisliği ile ilgili uygulamalara ilişkin mesleki çalışmalar bu temel dalara dayanır.

Bu öğrenim programında araştırma'ya önemli bir yer ayırmak gerekir, böylece öğrenim ortamı zenginleşmiş olur.

Temel disiplinlere dayanarak devreler teorisi, elektronik işaretler teorisi, alan teorisi, enerji dönüşümü ve malzeme konularında öğrenciler mesleğe hazırlanır.

Laboratuvar konuları öğrenciye deneysel yetenek kazandırmak amacıyla yürütülür.

Elektrik mühendisliğinde lisans sonrası öğrenimde amaç, öğrencilerin bilimde ve mühendislikte temel ilkelere derinlemesine inmelerini ve yeni henüz çözülmemiş sorunlara eğilmelerini sağlamaktır.

## FEN FAKÜLTESİ'NİN PRATİK ELEKTRİK VE MAKİNE DERSLERİ

Fen Fakültesi bünyesinde kurulduğunu okuyucularımıza bildirdiğimiz makine-elektrik mühendisi yetiştirecek uygulamalı Makine-Elektrik Enstitüsü'nde halka mahsus bir de pratik elektrik ve makine dersleri açılmıştır. Pratik elektrik derslerini bu sömestr boyunca elektrik mühendisi Mehmed Refik Bey ve pratik makine derslerini de Fransa'dan getirilmiş olan Mösyö Mentere üstlenmişlerdir.

Müderris (profesör) Mehmed Refik Bey, bu sömestr boyunca elektrik akımı ve yasalarından ve piller, akümülatörler, dinamolar, elektrik-motorları, transformatör ve elektrik supaplarından bahsedecektir. Müderris Mösyö Mentere ise makine teknolojisinin temel yasalarını ve infilak motorlarını açıklayacaktır.

İstanbul halkının bu pratik derslere gösterdiği rağbet her tahminin çok üstünde olmuştur. Gerçekten şimdiye kadar bu derslere kaydedilen öğrenci sayısı 425'i aşmıştır. Bu sonuç, pratik fen derslerine halkımızca ne derece büyük ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Pratik derslere kaydedilenler arasında yüce ordumuzun fen kıtalarına mensup yüksek rütbeli subaylar bulunduğu gibi, sanayi ve askeri sanayi ve ilk mektep öğretmenlerinden, bu mek-

teplerle telgraf, kondüktör mektepleri ve lise öğrencileri ve çeşitli kurumlarda çalışan makinist, elektrikçi ve zanaatkarlar ile kendine bir meslek edinmek isteyen çeşitli kimseler vardı.

Fen Fakültesi'nin hiçbir dershanesine bu kadar öğrenci sığamadığından bu pratik derslere Darülfünun Konferans Salonu ayrılmıştır. Halkın bu derslere gösterdiği dikkat ve özen müderrislerinin takdirini toplamaktadır.

*(Popüler bilim dergisi Fen Alemi'nin 15 Mart 1926 tarihli 15.sayısından alınan bu yazı, bugünkü dilimize dönüştürülerek sunulmuştur.)*