

Bilimsel Devrim Yüzyıllarında Elektrik

On yedinci ve on sekizinci yüzyıllarda fizikte görülen büyük gelişmelerden biri de elektrik konusunda gerçekleşti. Bazı maddelerin, örneğin reçinenin ovulduğunda saman çöplerini, küçük kâğıt parçalarını çektiğinin gözlenmesiyle fark

edilen elektriklenme olgusu, muhtemelen eskiçağda bilinen tek elektrik olayıydı. Kehribarın saman çöplerini çekmesi ile doğal mıknatısın demir parçalarını çekmesi benzeştiğinden, uzun zaman aynı şey sanılarak birbiriyile karıştırıldı.

Otto von Guericke ve dinelgin elektrik üretme düzeneği



Gilbert'in kullandığı versorium

Girolamo Fracastoro'nun (1478-1553) elmasın da ovulduğunda çöp parçalarını çektiğini belirlemesiyle, bu özeliğin yalnızca reçineye has olmadığı anlaşıldı. Ancak ilk kez Giralomo Cardano (1501-1576) mıknatısın çekmesiyle dinelgin elektriğin çekmesinin farklı olduğunu belirledi ve bu farklılıkları şöyle sıraladı:

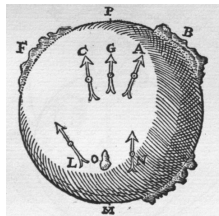
Reçine -kehribar- hafif olan her şeyi çeker, mıknatıs sadece demiri çeker. Kehribar ile çektiği cisim arasına engel konulduğunda çekme ortadan kalkar, mıknatısın çekmesinde böyle bir durum söz konusu olmaz. Kehribar ile çektiği cisim arasındaki çekim karşılıklı değilken, mıknatıs ile demir arasındaki çekim karşılıklıdır. Mıknatısın kutupları (uçları) vardır, kehribarın yoktur.

Mıknatıslanma ve elektrik konusunu irdeleyenlerden biri de William Gilbert'tir (1540-1603). Gilbert, özellikle elektriklelenmiş yüzeyleri belirlemede kullandığı versorium adlı aletle çok sayıda cismi inceledi ve ovulduğunda elektriklelenenleri saptadı. Sonuçta kehribardan ve değerli taşlardan başka kükürdün ve camın da elektriklelendiğini buldu. Bu, camın elektriklelenmesinin kehribarın elektriklelenmesinden farklı olması nedeniyle elektrik tarihinde önemlidir. Cam pozitif, reçine negatif elektriklelenmeye sahiptir. Gilbert, sonuçta elektriklelenenler ve elektriklelenmeyenler diye

bir ayrıma gitti. Gilbert'in elektriklelenen cisimler listesine daha sonra eklemeler yapan Nicola Cabeo (1585-1650) ise testere tozlarının elektriklelenmiş cisme değdiğinde uzaklaştığını gözlemleyerek ilk kez itmeyi keşfetti (1639). Robert Boyle (1627-1691) ise çekme ve itme için ortama gerek olmadığını, elektriklelenmenin boşlukta da gerçekleştiğini belirledi.

Bununla birlikte elektrik konusundaki asıl gelişme, Otto von Guericke'nin (1602-1686) ilk boşluk oluşturma makinesini yapmasıyla gerçekleşti. Cabeo'nun gözlemlediği itmeyi yeniden incelemeye ve açıklamaya çalışan Guericke'nin, zaten çekilmiş hafif bir cismin, örneğin kuştüyünün elektriksiz bir cisimle temas ettirilmediğinde tekrar çekilmediğini, elektriklelenmiş bir küre elektriklelenmiş cisme yaklaştırıldığında cismin uzaklaştığını ve sivri uçlu cisimlere doğru yönelme eğilimi gösterdiğini fark etmesi ise elektrik tarihinde önemli bir gözlemdir. Çünkü daha sonra Benjamin Franklin bu bilgiyi paratoner yapımında kullanmıştır.

Guericke'nin bir diğer gözlemi ise pamuk ipliğinin bir ucunu elektriklelenmiş bir küreye değdirdiğinde, diğer ucunun küçük cisimleri çektiğini fark etmesidir. Böylece elektriğin iplikte iletildiğini bulan Guericke, karanlıkta ovulan kükürt topunun da ışık verdiğini gözlemledi. Guericke'nin gözlemlerinden hareketle, Stephen Gray (1666-1736) ilk defa iletkenlikten söz etti ve bir elektrostatik makine kullanarak elektrikle ilgili bir dizi deney gerçekleştirdi. İlk keşfi, elektriğin uzak mesafelere bir ip boyunca iletilebileceğiydi. İkinci olarak, yanına elektriklelenmiş bir cisim getirilen cismin de elektriklelendiğini buldu. Aynı zamanda iletken cisimlerin iletkenliklerinin farklı olduğunu belirledi. Jean Théophile Desagulier (1683-1744) ise cisimleri ikiye ayırdı ve elektriklelenmeyen cisimlerin de aslında elektriklelendiğini, ancak yüklerini diğer cisimlere hızla aktardıkları için elektriklelenme özelliklerinin belirlenemediğini savundu. Böylece iletken ve yalıtkan ayrımını saptadı.



Gilbert'in kullandığı, üzerinde dağları temsil eden demir parçaları bulunan küre şeklinde mıknatıs

Charles François Cisternay du Fay (1689-1739) ise bazı cisimlerin elektrikleendiğini, bazılarının elektriklemediğini belirleyerek, bunun nedeninin iletkenlik ve yalıtkanlık özelliği olduğunu, eğer kazandıkları elektrik yükünün kaçması veya kaybedilmesi önlenirse, madenlerin de elektrikleeneceğini belirledi. Fay, yaptığı bir deneyde elektrikleymiş camla temas ettirilen bir cismi elektroskopa değdirdiğinde elektroskobun yapraklarının açıldığını, fakat nötr bir cisim elektroskopa değdirdiğinde durumun değıştiğini, bu sefer çekme gerçekleştiğini, çünkü elektriğin nötr cisme geçtiğini belirledi. Benzer şekilde, yalıtılmış halde tutuldukları sürece yaprakların cisim tarafından itildiğini gözlemleyen du Fay, cam yerine reçine kullandığı zaman durumun tam tersi olduğunu görünce iki tür elektrik olduğunu anladı: Camsal ve reçinesel. Fay, aynı tür elektrik yüküne sahip cisimler arasında itme, farklı olanlar arasında ise çekme gerçekleştiğini ileri sürdü.

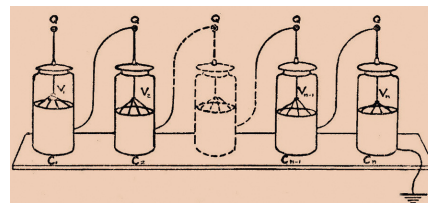
Jean Antoine Nollet de (1700-1770) konuya bir katkı yaptı. Bir diğere cisimle temas ettirilen elektrikli bir cismin elektriğinin kaçabileceği gibi, elektriksizken elektrik yüklenebileceğini de belirledi.

Elektrik hakkındaki bilgi birikiminin artması, konuya ilgiyi de artırdı. Pieter von Musschenbrock (1692-1761) elektrik konusuna ilgi duyanlardan biridir ve Leyden Şişesi'ni geliştirmiştir. Elektrik deneylerini yağmurlu havalarda yaptığında başarı elde edemediğini fark eden Musschenbrock, bu gözleminden nemli havanın elektriği çektiğini ve elektriğin suyun içinde depolanacağını çıkardı. Bu düşüncesi daha güçlü elektrik üretecek kaynakların yapılabileceğini akla getirmesi bakımından önemlidir. Nitekim 1745'te Ewald von Kleist (1700-1748) elektrik depolamak için bir alet keşfetti. Bu aletin bir kere boşalmasıyla, alkolü tutuşturacak büyüklükte bir kıvılcım elde edilmekteydi. Ewald von Kleist, metalle kaplanmış küçük bir ilaç şişesi kullanmıştı. Bundan bir yıl sonra Leyden'de elektrik deneyleri yapan Musschenbroek, von Kleist'in sonuçlarını doğrulayan bir çalışma yaptı. Musschenbroek, içi ve dışı metalle kaplanmış bir cam kap tasarladı. Kabinin ağızını yalıtkan bir maddeyle tıkadı ve içini suyla doldurdu. Kabı iyice elektrikleedikten sonra, ipek iplikle tavana astı. Metal bir çubukla dokunduğunda adeta elektrik çarpması yaşatacak kadar elektrik yüklendiğini gördü. Daha sonra Leyden Şişesi olarak anılacak olan bu kap, aynı zamanda ilk kondansatördü.

Benjamin Franklin (1706-1790) ise Collinson adlı arkadaşına yazdığı bir mektupta, elektriğin sıvımsı bir tek maddeden oluştuğunu belirtti. Tek akışkan düşüncesi olarak adlandırılan bu görüşe göre, camdaki elektrikleme yük artmasıdır ve + işareti ile gösterilebilir, reçinesel elektrikleme ise yük kaybetmedir ve - işareti ile gösterilebilir. Franklin aynı mektubunda elektriğin sıvı uçlarda daha çok toplandığını ve çok daha iyi aktığını belirlediğini dile getirdi. Bu bilgisine dayanarak yıldırım siperini (paratoner) geliştirdi.

Elektrik konusunun niceliksel olarak ele alınmasını sağlayan ise Joseph Priestley (1733-1804) ve Henry Cavendish (1731-1810) oldu. Her iki bilim insanının yaptığı deneysel çalışmalar, elektrik yükleri arasındaki çekme veya itme kuvvetinin, tıpkı kütleçekimi gibi, yükler arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değıştiğini ortaya koydu. Charles Coulomb (1736-1806) burulma terazisiyle sonucu doğruladı. Çok hassas olan bu terazi, Coulomb'a yalnızca elektrik yüklerinin değil, mıknatıs kutuplarının da aralarındaki uzaklığın karesiyle orantılı bir kuvvetle birbirini çektiğini veya ittiğini ispatlama imkânı verdi.

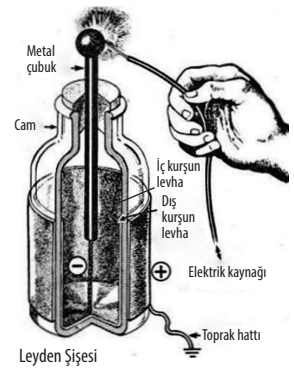
On sekizinci yüzyılda, elektrikteki son gelişmeler Luigi Galvani (1737-1798) tarafından gerçekleştirildi. 1780 yılında kurbağaların arka bacaklarına statik elektrik uygulamasıyla elde edilen tepkileri dikkatle inceleyen Galvani, her iki tarafı ince metal tabakasıyla kaplanmış cam levha üzerine yerleştirilmiş bacakların, belkemiğine elektrik yükü verildiğinde aniden hareket ettiğini gördü. Bu deneyleri küçük değışikliklerle tekrarladığında garip ve beklenmeyen bir sonuçla karşılaştı. Belli sınırlar toprağa bir iletken ile bağlı olduğu sürece, kurbağanın bacakları yalıtılmış olsa bile kasılıyor ve belli bir uzaklığa yerleştirilen elektrik makinesinde bir kıvılcım meydana geliyordu. Bacaklar, pirinçten yapılmış bir kancayla omurilik üzerinden laboratuvar dışındaki demir parmaklıklara bağlandığında da benzer kasılmalar görülmüyordu. Galvani, elde ettiği sonuçların hayvansal elektrikten kaynaklandığını ileri sürdü. Bu görüşe göre, hayvanlardaki sinirler ve kaslar, elektriksiz sıvıya benzeyen ince bir sıvı içeriyordu. Aslında aldığı sonuçların sebebi bu sıvı değildi, çünkü böyle bir sıvı yoktu. Gözlemiş olduğu garip ve beklenmedik olaylar, nemli ortamda bulunan farklı iki metalin (onun deneyinde pirinç ve demir) temasından kaynaklanıyordu. Bu gerçeği Alessandro Volta (1745-1827) keşfetti. Volta, deneylerde kullanılan metaller hayvanların nemli vücutlarına uygulandığında, bu metallerin kendiliğinden elektriksiz sıvıyı harekete geçirip elektriksiz akışkanı iletildiğini ifade etti ve 1799'da elektrik üreten bir alet yaparak görüşünün doğruluğunu ispatladı. Bu alet, nemli karton levhalarla birbirlerinden ayrılmış kat kat bakır ve çinko levhalardan oluşan bir bataryaydı. Bu elektrik bataryası, yalnızca ilk elektrik pili olmakla kalmıyordu, aynı zamanda sürekli elektrik akımı veren ilk kaynaktı.



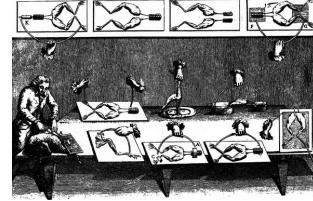
Leyden Şişelerinden oluşan bir batarya

Kaynaklar

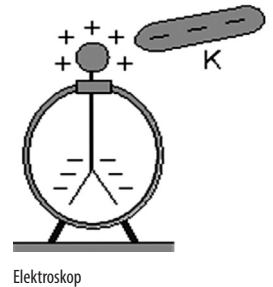
- Cohen, M. R. & I. E. Drabkin, *A Source Book in Greek Science*, Harvard University Press, 1966.
- Ronan, C. A., *Bilim Tarihi*, Çeviren: E. İhsanoğlu, F. Günergun, TÜBİTAK, Akademik Dizi, 2003.
- Topdemir, H. G. ve Unat, Y., *Bilim Tarihi*, Pegem, 2008.
- Whittaker, E. T., *A History of the Theories of Aether and Electricity*, Longmans, 1910.



Leyden Şişesi



Galvani'nin hayvansal elektrik deneyleri



Elektroskop