

Enerji

Vikipedi, özgür ansiklopedi

Enerji, “bir cisim ya da sistemin iş yapabilme yeteneği”, anlamındadır. Doğrudan ölçülemeyen bir değer olup fiziksel bir sistemin durumunu değiştirmek için yapılması gereken iş yoluyla veya enerji türüne göre değişik hesaplamalar yoluyla bulunabilir. Enerjinin başka bir tanımı ise, iş ailesinden olup bir fiziksel sistemin ne kadar iş yapabileceğini ya da ne kadar ısı değiş tokuşu yapabileceğini belirleyen bir durum fonksiyonudur. Birimi, iş birimi ile aynıdır. ($N.m=J$)

Albert Einstein kütle ile enerjinin eşdeğer olduğunu çok bilinen $E=mc^2$ formülü ile göstermiştir. Enerji korunumlu bir büyüklüktür aynı zamanda biçim değiştirebilir. Bunun en sıradan örneği Hidroelektrik Santrallerinde elektrik enerjisine dönüştürülen, suyun potansiyel enerjisidir. Bu dönüşüm işlemi pratikte birebir olamaz, kayıplar oluşur. Enerji korunumlu bir büyüklük olmasına rağmen diğer biçime dönüştürülemeyen ve dolayısıyla ısı olarak etrafa yayılan enerji, teknik terimle kayıp olarak nitelendirilir. Enerjinin korunduğunu ilk gösteren James Prescott Joule' dur. Joule, deneyinde m kütleli bir cismi, bir makaraya bağlayarak belirli bir yükseklikten aşağıya bırakmıştır. Makara aynı zamanda termal olarak yalıtılmış bir ısı kutusunun içindeki çarklara bağlıdır. Cisim aşağıya indikçe kutunun içindeki çarklar döner ve içindeki sıvının sıcaklığını ölçen termometrede ΔT kadar bir artış gözlemlenir. Isı kutusunun öz ısısına ve makaranın sürtünmesine harcanan enerji bu dönüşümdeki kayıplar olarak varsayılırsa, enerjinin biçim değiştirebildiği ve korunumlu olduğu bu sayede gösterilmiş olur.

Enerji çeşitli şekillerde bulunabilir. Fakat bu şekillerin tamamı iki ana başlığa incelenebilir. Bunlar kinetik enerji ve potansiyel enerjidir.

1. **Potansiyel enerji**: Bir nesnenin konumundan dolayı, diğer nesnelere bağlı olan enerjisidir.

1.1. **Yer çekimi Potansiyel Enerjisi**: Bir kütle, bulunduğu yerden düşey konumdaki alt bir noktaya göre yüksekte ise, sahip olduğu enerjiye **Yer çekimi Potansiyel Enerjisi** denir

1.2. **Isı (Termal) Potansiyel Enerji**: Kömür, petrol, doğalgaz gibi yakıtların yakılmasıyla ısı enerjisi ortaya çıkmaktadır. Elde edilen ısı enerjisi ilk önce türbinler yardımıyla mekanik enerjiye, daha sonra da jeneratörler yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir. Evlerimizde, kışın ısınmak, mutfak ve banyoda sıcak su elde etmek, yemek pişirmek için ısı enerjisinden sıkça faydalanılmaktadır.

1.3. **Elektrik Potansiyel Enerjisi**: Elektrik yüklemesi sebebi ile ortaya çıkan enerjidir. Yüklenmiş partiküllerin hareket enerjisidir.

1.4. **Kimyasal Potansiyel Enerji**: Kimyasal tepkime sonucunda ortaya çıkan enerjiye kimyasal enerji adı verilmekteyiz. Günlük hayatımızda sıkça kullandığımız pil ve aküler kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir. Pil ve akülerde elektrik enerjisinin depolanması kimyasal yöntemlerle yapılmaktadır. Kimyasal enerji; mekanik, ısı ve ışık enerjisine dönüştürülebilmektedir.

1.5. **Nükleer Potansiyel Enerji**: Atom çekirdeklerinin kararsızlığı nedeni ile oluşan enerjidir. Bu durumdaki nesne, elektromanyetik dalga veya ışık yaydığı için yayınım enerjisi olarak da adlandırılır. Atom çekirdekleri tarafından depolanmış enerjidir.

1.6. **Manyetik Potansiyel Enerji**: Mıknatısın manyetik kuvvetinden dolayı oluşan enerjidir.

1.7. **Elastik Potansiyel Enerji**: Bir yay, lastik gibi esnek cisimlerin sıkıştırılması veya esnetilmesiyle depolanan enerjiye "elastik potansiyel enerji" denir.

2. **Kinetik enerji**: Bir cismin hareketinden dolayı sahip olduğu enerjiye Kinetik Enerji denir.

2.1. **Mekanik Enerji**: Faydalı iş yapabilen hareket enerjisidir. Hareket enerjisi (kinetik enerji) bir iş yaptığında mekanik enerji olarak ortaya çıkmaktadır. Elektrik santrallerinde türbine çarpan suyun mekanik enerjiye dönüştüğü gibi pense ile kablo keserken, tornavida ile vida sıkarken vb. durumlarda da mekanik enerji üretilmiş olmaktadır. Elde edilen mekanik enerji ile herhangi bir iş yapılabileceği gibi elektrik enerjisi de üretilmektedir.

Elektriksel güç, elektrik enerjisinde elektrik devresi tarafından taşınan güç olarak tanımlanır. Gücün SI birimi watt'tır. Elektrikli cihazların birim zamanda harcadığı enerji miktarı olarak da bilinir. 1 saniyede 1 joule enerji harcayan elektrikli alet 1 watt gücündedir.



Elektriksel güç çelik direkler vasıtasıyla **havai hatlar** ile taşınır.

Yeraltı iletimi için **yüksek gerilim kablolarına** bakın.

Bir devrede elektrik akımı aktığında, mekaniksel veya termodinamik iş enerjiye dönüştürülebilir. Aygıtlar elektrik enerjisini, ısı, ışık(ampuller), devinim (hareket) (elektrik motorları), ses (hoparlör) veya kimyasal dönüşümler gibi birçok kullanışlı biçime dönüştürür. Elektrik, kimyasal olarak pillere. depolanabilir.

I . Enerji Tanımı

Enerji, bir madde ya da maddeler sisteminin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır^[1].

Termodinamikte enerji, bir “tesir meydana getirebilme kapasitesi, kabiliyeti” olarak tanımlanır. Enerji maddenin bir özelliğidir ve madde enerjiye sahiptir. Günlük hayatta “enerji” terimi ile enerjinin geçebilen şekilleri olan iş ve ısı kastedilmektedir^[2]. Isı suyu kaynatır ve bundan elde edilen buhar türbinleri çevirerek elektrik üretilebilir. Görüldüğü gibi ısı, enerjidir^[3]. Isı enerjisinden termodinamiğin ikinci kanununa göre ancak belirli bir verimle mekanik enerji elektrik enerjisine ve başka enerji şekillerine dönüştürülür^[4].

Başka bir enerji türü ise, kimyasal enerjidir. Kimyasal enerji, kömürde depolanmış bir enerji türüdür. Sadece bir kimyasal tepkime sonucu ortaya çıkar. Örneğin, yanma diye bilinen olay, oksijen ve kömürün ısı altında birleşmesidir.

Elektrik enerjisi ise, daha başka türden bir enerjidir. Bazı kimyasal tepkimeler sonucu açığa çıkan elektronlar bir elektrik akımı oluşturur. Pil bu yolla üretilen elektriğin bir kaynağıdır.

Enerji, sanayileşmenin temeli ve kalkınmanın bir göstergesi olup; canlıları çevreleyen, onları etkileyen ve onlardan etkilenen tüm faktörlerin toplamı olan çevre ile iç içedir. Enerji üretim tesisleri, çevreyi olumsuz etkileyen faktörler içinde yalnız bir tanesi olmasına karşın ülkemizde neredeyse çevre kirliliği ile özdeşleşmiş ve enerji-çevre çatışmasını sürekli kılmıştır.

Görüldüğü gibi, enerjinin pek çok çeşidi vardır. Toplumlar geliştikçe enerjinin elde ediliş biçimleri ve kullanım alanları da gelişme gösterir^[5].

Günümüzde eksikliği tam olarak hissedilmemekle birlikte, yakın bir gelecekte ülkelerin enerji gereksinimine olan talep hızla artacaktır. Ekonomik ve sosyal kalkınmayı destekleyecek olan; sürekli, güvenilir, kaliteli, temiz ve ekonomik enerji temini, enerji politikalarının başında yer almaktadır.

Ekserji

Vikipedi, özgür ansiklopedi

Ekserji (İng.; *exergy*), **Termodinamik** bir sistemin ihtiva ettiği potansiyel **enerjisinin**, herhangi bir referans haline göre kullanılabilirliğinin bir göstergesidir. Ekserji **tersinir** bir süreç sonucunda sistem çevre ile denge sağladığı takdirde, oluşan **entropi** sonucu kullanılamaz hale gelen enerji düşüldükten sonra, teorik olarak elde edilebilecek maksimum faydalı iş miktarı olarak da tanımlanabilir. Sistem **enerjetiğinde** ise ekserji **entropiden** arındırılmış enerji olarak tanımlanır.

*Ekserji, pratik olarak enerjinin tersinebilir (faydalı şekilde dönüştürülebilen) kısmı şeklinde tanımlanabilir. Örneğin bir motordaki ısı ve vantilasyon kayıpları yukarıdaki tanıma göre kullanılamaz hale gelen enerjiye tekabül etmektedir.

<http://www.ekserji.com/page001.html>

Ekserji nedir?

ÇEŞİTLİ EKSERJİ TANIMLARI

- Belirli bir haldeki sistemin yapabileceği en çok iş (Çengel),
- Tersinmez sistemler veya süreçlerde, entropi üretiminin neden olduğu kullanılabilir enerji kaybını belirleyen bir ifadedir (Hepbaşlı, 2008),
- Bir Termodinamik sistemin ekserjisi, sistemin sadece çevresiyle etkileşim durumunda, sistemin çevresiyle tümüyle termodinamik denge haline gelirken elde edebilecek maksimum teorik yararlı iş olarak tanımlanır (Tsatsaronis, 2007),
- Bir enerji şeklinin ya da maddenin ekserjisi, onun çevre üzerinde değişim yapabilme potansiyeli, kalitesi ya da kullanılabilirliğinin bir ölçüsüdür (Dinçer, 2002),
- Sistemin çevresiyle etkileşimi sonucu, ısı transferinin sadece çevresiyle olması durumunda elde edilebilecek maksimum teorik iş (Bejan, 1996),
- Herhangi bir maddenin çevresiyle tersinir anlamda termodinamik denge haline gelmesi esnasında elde edilebilecek maksimum iş (Szagut, 1988),
- Gazlarda, sıvılarda ya da bir kütlede, herhangi bir referans ortama göre varolan dengesizliğin neden olduğu iş potansiyelidir (Ahem, 1980),
- Enerjinin tamamen diğer enerji şekillerine dönüşebilen kısmıdır (Rant, 1964)

Bu tanımları lütfen ilgili kaynakları göstererek kullanınız.

ENERJİ VE GÜÇ BİRİMLERİ

J	W
Nm	Nm/s
Ws	J/s
Cal	kW
kWh	HP
MWh	BG

Elektrik enerjisinin avantajları

- * Genel enerji üretimi elektrik enerjisi biçiminde gerçekleştirilir.
- * Çeşitli ham (primer) enerji kaynaklarından (hidrolik, rüzgâr, güneş, dalga, biyokütle, kömür, jeotermal, gaz, petrol, nükleer, kimyasal, vb.) üretilebilir.
- * Diğer enerji türlerine (mekanik, kimyasal, ısı, ışık, manyetik, vb.) ve yine elektrik enerjisine (AC, DC, farklı gerilim seviyelerine) kolaylıkla ve yüksek verimle dönüştürülebilir.
- * İletilmesi (taşınması) (çok düşük kayıplarla) kolaydır, farklı gerilim seviyelerinde taşınabilir.
- * Kullanım esnasında temiz ve çevrecidir, hiçbir atık oluşturmaz.
- * Kontrolü ve ölçülmesi kolaydır.
- * Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde (sıcaklık, ısı, ses, basınç, debi, hız, vb.) kullanılabilir.

Elektrik enerjisinin dezavantajları

- * Büyük miktarlarda depolanamaz, üretildiği zaman tüketilmesi gerekir (akü, pil, volan, (süper/ultra)kondansatör gibi yapılarda kısmen ve/veya kısa süreli depolanabilir).
- * Gerilim seviyesi nedeniyle can emniyeti açısından tehlike oluşturabilir, yapısı gereği her seviyede izolasyonlu (yalıtılmış) donanımlar ve güvenlik tedbirleri gerektirir.

Beygir gücü

Vikipedi, özgür ansiklopedi

BG kısaltması başka anlamlara da gelmektedir, diğer anlamları için [BG](#) maddesine bakınız.

At gücü (Beygir gücü), genellikle [otomobil](#) ve [elektrik motorlarının](#) güçlerinin belirlenmesi için kullanılan güç birimi. Terim, [buhar makinelerinin](#) üretilmeye başlandığı yıllarda, bu makinelerin güçlerinin olası alıcılar tarafından kolayca anlaşılabilmesi için [James Watt](#) tarafından yapılmıştır,

Tanım[*\[değiştir\]*](#)

[İskoçyalı](#) mühendis ve fizikçi [James Watt](#), ürettiği [buhar makinelerinin](#) iş yapabilme yeteneklerini müşterilerinin kolayca mevcut sistemlerle karşılaştırabilmeleri amacı ile [1872](#) yılında "Beygir Gücü" kavramını kullanmıştır.

Watt, bir atın bir 12 fit yarıçaplı bir değirmen çarkını saatte 144 kez veya dakikada 2,4 kez çevirebildiği ve çarka uyguladığı kuvvetin 180 libre-kuvvet olduğunu öngörerek aşağıdaki hesabı yapmıştır.

Buradaki birimlerin [SI](#) karşılıkları:

- 1 ft ([fit](#)) = 0,3048 [m](#)
- 1 [libre](#) = 0,45359237 [kg](#)
- 1 lbf (libre-kuvvet) = [g](#) × 1 libre = 9,80665 [m/s²](#) × 1 lb × 0,45359237 kg/lb = 4,44822 kg·m/s² = 4,44822 [N](#)

İş = Kuvvet x Yol ; Güç = İş / Zaman ; Güç = (Kuvvet x Yol) / Zaman

ifadelerinden,

$$\frac{(180 \text{ lbf})(2.4 \times 2\pi \times 12 \text{ ft})}{1 \text{ dakika}} = 32.572 \frac{\text{ft} \cdot \text{lbf}}{\text{dakika}} \text{ (1 metrik AG veya PS: 735,49875 W'a eşittir)}$$

ve buradan çıkan 32.572 sonucunu 33.000'e yuvarlatan Watt bu rakamı 1 Beygir gücü olarak tanımlamıştır.

Günümüzde James Watt'ın adı ile anılan SI güç birimi Watt olarak, 1 AG:

$$1BG = 33.000 \frac{\text{ft} \cdot \text{lbf}}{\text{dakika}} \times \frac{0,3048 \text{ m}}{\text{ft}} \times \frac{4,44822 \text{ N}}{\text{lbf}} \times \frac{\text{dakika}}{60 \text{ s}} = 745,69987158227022 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

veya *W*

olur.

Belirtilmemişse otomobil motor güçlerinin tanımlanmasında kullanılan AG, hp veya PS olarak ifade edilen güç birimi, genellikle metrik beygir gücü olarak adlandırılır.

1 metrik AG veya PS: 735,49875 W'a eşittir.

The following definitions have been widely used:

Mechanical horsepower hp(I)	$\equiv 33,000 \text{ ft}\cdot\text{lb}_f/\text{min}$ $= 550 \text{ ft}\cdot\text{lb}_f/\text{s}$ $\approx 17696 \text{ lb}_m\cdot\text{ft}^2/\text{s}^3$ $= 745.69987158227022 \text{ W}$
Metric horsepower hp(M) - also PS, "cv, hk, pk, ks or ch	$\equiv 75 \text{ kg}_f\cdot\text{m}/\text{s}$ $\equiv 735.49875 \text{ W}$
Electrical horsepower hp(E)	$\equiv 746 \text{ W}$
Boiler horsepower hp(S)	$\equiv 33,475 \text{ BTU}/\text{h}$ $= 9,809.5 \text{ W}$
Hydraulic horsepower	$= \text{flow rate (US gal/min)} \times \text{pressure (psi)} \times 7/12,000$ or $= \text{flow rate (US gal/min)} \times \text{pressure (psi)} / 1714$ $= 550 \text{ ft}\cdot\text{lb}_f/\text{s}$ $= 745.69988145 \text{ W}$

In certain situations it is necessary to distinguish between the various definitions of horsepower and thus a suffix is added: hp(I) for mechanical (or imperial) horsepower, hp(M) for metric horsepower, hp(S) for boiler (or steam) horsepower and hp(E) for electrical horsepower.

Hydraulic horsepower is equivalent to mechanical horsepower. The formula given above is for conversion to mechanical horsepower from the factors acting on a hydraulic system.

Mechanical horsepower[edit source | editbeta]

Assuming the third CGPM (1901, CR 70) definition of standard gravity, $g_n=9.80665 \text{ m/s}^2$, is used to define the pound-force as well as the kilogram force, and the international avoirdupois pound (1959), one mechanical horsepower is:

1 hp $\equiv$ 33,000 lb·ft_f/min

= 550 ft·lb_f/s

= 550×0.3048×0.453592376 m·kg_f/s

= 76.0402259128 kg_f·m/s

= 76.0402259128×9.80665 kg·m²/s³

= 745.699881448 W

by definition

since 1 min = 60 s

since 1 ft = 0.3048 m and

1 lb = 0.453592376 kg

g = 9.80665 m/s²

since 1 W $\equiv$ 1 J/s = 1 N·m/s = 1 (kg·m/s²)·(m/s)

Or given that 1 hp = 550 ft·lb_f/s, 1 ft = 0.3048 m, 1 lb_f $\approx$ 4.448 N, 1 J = 1 N·m, 1 W = 1 J/s: 1 hp = 746 W

Metric horsepower (PS, cv, hk, pk, ks, ch)[[edit source](#) | [editbeta](#)]

The various units used to indicate this definition (*PS*, *cv*, *hk*, *pk*, *ks* and *ch*) all translate to *horse power* in English, so it is common to see these values referred to as *horsepower* or *hp* in the press releases or media coverage of the German, French, Italian, and Japanese automobile companies. British manufacturers often intermix metric horsepower and mechanical horsepower depending on the origin of the engine in question. Sometimes the metric horsepower rating of an engine is conservative enough so that the same figure can be used for both 80/1269/EEC with metric hp and SAE J1349 with imperial hp.

[DIN](#) 66036 defines one metric horsepower as the power to raise a mass of 75 kilograms against the earth's gravitational force over a distance of one metre in one second;^[13] this is equivalent to 735.49875 W or 98.6% of an imperial mechanical horsepower.

In 1972, the PS was rendered obsolete by EEC directives, when it was replaced by the kilowatt as the official power measuring unit.^[14] It is still in use for commercial and advertising purposes, in addition to the kW rating, as many customers are still not familiar with the use of kilowatts for engines.

Other names for the metric horsepower are the Dutch *paardenkracht* (pk), the French *chevaux* (ch), the Swedish *hästkraft* (hk), the Finnish *hevosvoima* (hv), the Norwegian and Danish *hestekraft* (hk), the Hungarian *lóerő* (LE), the Czech *koňská síla* and Slovak *konská síla* (k or ks), the Bosnian/Croatian/Serbian *konjska snaga* (KS), the Bulgarian "Конска сила", the Macedonian *Коњска сила* (KC), the Polish *koń mechaniczny* and Slovenian *konjska moč* (KM) and the Romanian *cal-putere* (CP) which all equal the German *Pferdestärke* (PS).

cv[[edit source](#) | [editbeta](#)]

In addition, the capital form CV is used in Italy and France as a unit for [tax horsepower](#), short for, respectively, *cavalli vapore* and *chevaux vapeur* (*steam horses*). CV is a non-linear rating of a motor vehicle for tax purposes.^[15] The CV

rating, or fiscal power, is $\left(\frac{P}{40}\right)^{1.6} + \frac{U}{45}$, where *P* is the maximum power in kilowatts and *U* is the amount of CO₂ emitted in grams per kilometre. The term for CO₂ measurements has only been included in the definition since 1998, so older ratings in CV are not directly comparable. The fiscal power has found its way into naming of automobile models, such as the popular [Citroën deux-chevaux](#). The cheval-vapeur (ch) unit should not be confused with the French cheval fiscal (CV).

In the 19th century, the French had their own unit, which they used instead of the CV or horsepower. It was called the [poncelet](#) and was abbreviated *p*.

Electrical horsepower[[edit source](#) | [editbeta](#)]

The horsepower used for electrical machines is defined as exactly 746 W. The nameplates on electrical motors show their power output, not their power input. Outside the United States watts are generally used for electrical power applications.

Drawbar horsepower[[edit source](#) | [editbeta](#)]

See also [Power at rail](#)

Drawbar horsepower (dbhp) is the power a [railway locomotive](#) has available to haul a [train](#) or an agricultural tractor to pull an implement. This is a measured figure rather than a calculated one. A special [railway car](#) called a [dynamometer car](#) coupled behind the locomotive keeps a continuous record of the [drawbar](#) pull exerted, and the speed. From these, the power generated can be calculated. To determine the maximum power available, a controllable load is required; it is normally a second locomotive with its brakes applied, in addition to a static load.

If the drawbar force (*F*) is measured in pounds-force (lbf) and speed (*v*) is measured in miles per hour (mph), then the drawbar power (*P*) in horsepower (hp) is:

$$P/\text{hp} = \frac{(F/\text{lbf})(v/\text{mph})}{375}$$

Example: How much power is needed to pull a drawbar load of 2,025 pounds-force at 5 miles per hour?

$$P/\text{hp} = \frac{2025 \times 5}{375} = 27$$

The constant 375 is because 1 hp = 375 lbf·mph. If other units are used, the constant is different. When using a coherent system of units, such as [SI](#) (watts, newtons, and metres per second), no constant is needed, and the formula becomes *P* = *Fv*.

RAC horsepower (taxable horsepower)^{[[edit source](#) | [editbeta](#)]}

See also: [Tax horsepower](#)

This measure was instituted by the [Royal Automobile Club](#) in [Britain](#) and was used to denote the power of early 20th-century British [cars](#). Many cars took their names from this figure (hence the [Austin](#) Seven and [Riley](#) Nine), while others had names such as "40/50 hp", which indicated the RAC figure followed by the true measured power.

Taxable horsepower does not reflect developed horsepower; rather, it is a calculated figure based on the engine's bore size, number of cylinders, and a (now archaic) presumption of engine efficiency. As new engines were designed with ever-increasing efficiency, it was no longer a useful measure, but was kept in use by UK regulations which used the rating for [tax purposes](#).

$$RACH.p. = (D^2 * n) / 2.5$$

where

D is the diameter (or bore) of the cylinder in inches

n is the number of cylinders ^[16]

This is equal to the displacement in cubic inches divided by 10π then divided again by the stroke in inches.

Since taxable horsepower was computed based on bore and number of cylinders, not based on actual displacement, it gave rise to engines with 'undersquare' dimensions (bore smaller than stroke) this tended to impose an artificially low limit on rotational speed ([rpm](#)), hampering the potential power output and efficiency of the engine.

The situation persisted for several generations of four- and six-cylinder British engines: for example, [Jaguar's](#) 3.4-litre XK engine of the 1950s had six cylinders with a bore of 83 mm (3.27 in) and a stroke of 106 mm (4.17 in),^[17] where most American automakers had long since moved to oversquare (large bore, short stroke) [V-8s](#) (see, for example, the early [Chrysler Hemi](#)).

Measurement^{[[edit source](#) | [editbeta](#)]}

The power of an engine may be measured or estimated at several points in the transmission of the power from its generation to its application. A number of names are used for the power developed at various stages in this process, but none is a clear indicator of either the measurement system or definition used.

In the case of an engine [dynamometer](#), power is measured at the engine's [flywheel](#). With a chassis dynamometer or *rolling road*, power output is measured at the driving wheels. This accounts for the significant power loss through the drive train.

In general:

[Nominal](#) is derived from the size of the engine and the piston speed and is only accurate at a pressure of 48 kPa (7 psi).^[18]

[Indicated](#) or gross horsepower (theoretical capability of the engine) [PLAN/ 33000]

minus frictional losses within the engine (bearing drag, rod and crankshaft windage losses, oil film drag, etc.), equals [Brake](#) / net / crankshaft horsepower (power delivered directly to and measured at the engine's crankshaft)

minus frictional losses in the transmission (bearings, gears, oil drag, windage, etc.), equals

[Shaft](#) horsepower (power delivered to and measured at the output shaft of the transmission, when present in the system)

minus frictional losses in the universal joint/s, differential, wheel bearings, tire and chain, (if present), equals

[Effective](#), True (thp) or commonly referred to as wheel horsepower (whp)

All the above assumes that no power inflation factors have been applied to any of the readings.

Engine designers use expressions other than horsepower to denote objective targets or performance, such as brake mean effective pressure (BMEP). This is a coefficient of theoretical brake horsepower and cylinder pressures during combustion.

Nominal horsepower[[edit source](#) | [editbeta](#)]

Nominal horsepower (nhp) is an early 19th-century [rule of thumb](#) used to estimate the power of steam engines.

$$\text{nhp} = 7 \times \text{area of piston} \times \text{equivalent piston speed} / 33,000$$

For paddle ships the piston speed was estimated as $129.7 \times (\text{stroke})^{1/3.35}$

For the nominal horsepower to equal the actual power it would be necessary for the mean steam pressure in the cylinder during the stroke to be 48 kPa (7 psi) and for the piston speed to be of the order of 54–75 m/min.^[18]

Indicated horsepower[[edit source](#) | [editbeta](#)]

Indicated horsepower (ihp) is the theoretical power of a reciprocating engine if it is completely frictionless in converting the expanding gas energy (piston pressure × displacement) in the cylinders. It is calculated from the pressures developed in the cylinders, measured by a device called an [engine indicator](#) – hence indicated horsepower. As the piston advances throughout its stroke, the pressure against the piston generally decreases, and the indicator device usually generates a graph of pressure vs stroke within the working cylinder. From this graph the amount of work performed during the piston stroke may be calculated. It was the figure normally used for [steam engines](#) in the 19th century but is misleading because the actual power output may only be 70% to 90% of the indicated horsepower.

Brake horsepower[[edit source](#) | [editbeta](#)]

Brake horsepower (bhp) is the measure of an engine's horsepower before the loss in power caused by the gearbox, alternator, differential, water pump, and other auxiliary components such as power steering pump, muffled exhaust system, etc. *Brake* refers to a device which was used to load an engine and hold it at a desired rotational speed. During testing, the output torque and rotational speed were measured to determine the *brake horsepower*. Horsepower was originally measured and calculated by use of the "[indicator](#)" (a [James Watt](#) invention of the late 18th century), and later by means of a [De Prony brake](#) connected to the engine's output shaft.

More recently, an engine [dynamometer](#) is used instead of a De Prony brake. Although the output delivered to the driving wheels is less than that obtainable at the engine's crankshaft, a chassis dynamometer gives an indication of an engine's "real world" horsepower after losses in the drive train and gearbox. This gives a reasonably accurate indication of how a wheeled vehicle engine will perform once on the road.

Shaft horsepower[[edit source](#) | [editbeta](#)]

Shaft horsepower (shp) is the power delivered to the [propeller](#) shafts of a [steamship](#) (or one powered by [diesel engines](#) or [nuclear power](#)), or an [aircraft](#) powered by a [piston engine](#) or a [gas turbine](#) engine, and the rotors of a helicopter. This shaft horsepower can be measured with [instruments](#), or estimated from the indicated horsepower and a standard figure for the losses in the transmission (typical figures are around 10%). This measure is not commonly used in the [automobile](#) industry, because in that context drive train losses can become significant.

Engine power test codes[[edit source](#) | [editbeta](#)]

Engine power test codes determine how the power and torque of an automobile engine is measured and corrected. Correction factors are used to adjust power and torque measurements to standard atmospheric conditions to provide a more accurate comparison between engines as they are affected by the pressure, humidity, and temperature of ambient air.^[19] There exist several standards for this purpose, some described below.

Society of Automotive Engineers[[edit source](#) | [editbeta](#)]

SAE gross power[[edit source](#) | [editbeta](#)]

Prior to the 1972 model year, American automakers rated and advertised their engines in brake horsepower (bhp), frequently referred to as SAE gross horsepower, because it was measured in accord with the protocols defined in [SAE](#) standards J245 and J1995. As with other brake horsepower test protocols, SAE gross hp was measured using a stock test engine, generally running with few belt-driven accessories and sometimes fitted with long tube test [headers](#) in lieu of the [OEM](#) exhaust manifolds. The atmospheric correction standards for barometric pressure, humidity and temperature for testing were relatively idealistic.

SAE net power[[edit source](#) | [editbeta](#)]

In the United States, the term *bhp* fell into disuse in 1971-72, as automakers began to quote power in terms of SAE net horsepower in accord with SAE standard J1349. Like SAE gross and other brake horsepower protocols, SAE Net hp is measured at the engine's crankshaft, and so does not account for transmission losses. However, the SAE net power

testing protocol calls for standard production-type belt-driven accessories, air cleaner, emission controls, exhaust system, and other power-consuming accessories. This produces ratings in closer alignment with the power produced by the engine as it is actually configured and sold.

SAE certified power^[edit source | edit_{beta}]

In 2005, the SAE introduced "SAE Certified Power" with SAE J2723.^[20] This test is voluntary and is in itself not a separate engine test code but a certification of either J1349 or J1995 after which the manufacturer is allowed to advertise "Certified to SAE J1349" or "Certified to SAE J1995" depending on which test standard have been followed. To attain certification the test must follow the SAE standard in question, take place in an ISO9000/9002 certified facility and be witnessed by an SAE approved third party.

A few manufacturers such as Honda and Toyota switched to the new ratings immediately, with multi-directional results; the rated output of [Cadillac's supercharged Northstar](#) V8 jumped from 440 to 469 hp (330 to 350 kW) under the new tests, while the rating for [Toyota's Camry](#) 3.0 L [1MZ-FE](#) V6 fell from 210 to 190 hp (160 to 140 kW). The company's Lexus ES 330 and Camry SE V6 were previously rated at 225 hp (168 kW) but the ES 330 dropped to 218 hp (163 kW) while the Camry declined to 210 hp (160 kW). The first engine certified under the new program was the 7.0 L [LS7](#) used in the 2006 [Chevrolet Corvette](#) Z06. Certified power rose slightly from 500 to 505 hp (373 to 377 kW).

While Toyota and Honda are retesting their entire vehicle lineups, other automakers generally are retesting only those with updated powertrains. For example, the 2006 Ford Five Hundred is rated at 203 horsepower, the same as that of 2005 model. However, the 2006 rating does not reflect the new SAE testing procedure as Ford is not going to spend the extra expense of retesting its existing engines. Over time, most automakers are expected to comply with the new guidelines.

SAE tightened its horsepower rules to eliminate the opportunity for engine manufacturers to manipulate factors affecting performance such as how much oil was in the crankcase, engine control system calibration, and whether an engine was tested with premium fuel. In some cases, such can add up to a change in horsepower ratings. A road test editor at Edmunds.com, John Di Pietro, said decreases in horsepower ratings for some '06 models are not that dramatic. For vehicles like a midsize family sedan, it is likely that the reputation of the manufacturer will be more important.^[21]

Deutsches Institut für Normung 70020^[edit source | edit_{beta}]

DIN 70020 is a standard from [German DIN](#) regarding road vehicles. Because the [German](#) word for *horsepower* is *Pferdestärke*, in Germany it is commonly abbreviated to *PS*. DIN hp is measured at the engine's output shaft, and is usually expressed in [metric \(Pferdestärke\)](#) rather than [mechanical horsepower](#).

Economic Commission for Europe R24^[edit source | edit_{beta}]

ECE R24 is a [UN standard](#) for the approval of compression ignition engine emissions, installation and measurement of engine power.^[22] It is similar to DIN 70020 standard, but with different requirements for connecting an engine's fan during testing causing it to absorb less power from the engine.^[23]

Economic Commission for Europe R85^[edit source | edit_{beta}]

ECE R85 is a [UN standard](#) for the approval of internal combustion engines with regard to the measurement of the net power.^[24]

80/1269/EEC^[edit source | edit_{beta}]

[80/1269/EEC](#) of 16 December 1980 is a European Union standard for road vehicle engine power.

International Organization for Standardization^[edit source | edit_{beta}]

- ISO 14396 specifies the additional and method requirement for determinating the power of reciprocating internal combustion engines when presented for an ISO 8178 exhaust emission test. It applies to reciprocating internal combustion engines for land, rail and marine use excluding engines of motor vehicles primarily designed for road use.^[25]
- ISO 1585 is an engine net power test code intended for road vehicles.^[26]
- ISO 2534 is an engine gross power test code intended for road vehicles^[27]

- ISO 4164 is an engine net power test code intended for mopeds.^[28]
- ISO 4106 is an engine net power test code intended for motorcycles.^[29]
- ISO 9249 is an engine net power test code intended for earth moving machines.^[30]

Japanese Industrial Standard D 1001^[edit source | edit_{beta}]

JIS D 1001 is a Japanese net, and gross, engine power test code for [automobiles](#) or [trucks](#) having a spark ignition, [diesel engine](#), or fuel injection engine.^[31]

See also^[edit source | edit_{beta}]

- [Brake specific fuel consumption](#)—how much fuel an engine consumes per unit energy output
- [Horsepower-hour](#)
- [European units of measurement directives](#)

Elektrik Enerjisi Nedir

Elektrik enerjisinin, diğer enerji türlerine dönüştürülmesi kolaydır. Diğer enerji türlerine göre çok uzaklara taşınması ve kullanılması son derece kolaydır ve verimi yüksektir. Bir enerji, istenen başka bir enerji türüne dönüştürülürken, ekseriya istenmeyen başka enerji türleri de ortaya çıkar. Bunların arasında özellikle ısı enerjisinin büyük olması dikkati çeker. İstenmeyen bu ısı enerjisi, yararlanılamadığı için yitirilir ve verimi düşürür. İşte elektrik enerjisinin ısıdan başka bir enerjiye dönüştürülmesinde oluşan ısı enerjisi az olduğu için verimi yüksektir.

Elektrik enerjisi sayısız birçok parçaya ayrılarak kullanılabilir. Örneğin Bir elektrik santralinde kazanılan elektrik enerjisi, enerji taşıma hatlarıyla büyük kentlere götürülmekte ve orada sayısız konut ve iş yerlerine dağıtılarak kullanılmaktadır.

Elektrik enerjisi, bulunduğu yerin ekonomik, sosyal ve kültürel düzeylerini hızla yükseltir ve kendisine karşı duyulan gereksinimin artmasına gene kendisi neden olur.

Elektrik enerjisi toplumların ekonomik, sosyal ve kültürel yönlerden kalkınmasını sağlayan ve çağdaş uygarlığın en önemli araçlarından biri durumundadır.

Son 50 yıl içinde baş döndürücü bir hızla ilerleyen teknolojiye gelişimler ve hatta bir ev kadınının eli altına bir makinanın verilmesi örneğin çamaşır makinesi elektrik enerjisi sayesinde olanaklı olmuştur.

Elektrik enerjisinin belirtilen bu ve bunlara benzer avantajları ve iyi yönleri yanısıra sakıncalı yönleri de vardır. Bunların başında elektrik enerjisinin depo edilemeyen bir enerji türü olması gelir. Nitekim elektrik enerjisi üretildiği anda kullanılmak zorunluluğundadır. Bundan dolayı üretim ile tüketim arasında devamlı bir dengenin bulunması gerekir. Ayrıca üretim sisteminde bir arıza ortaya çıktığında, bu sisteme bağlı sayısız abonede hizmetlerin durmasına ya da aksamasına neden olur. Bu nedenle, elektrik enerjisinin üretiminde sürekli bir devamlılığın sağlanması ve elde büyük ölçüde yedek sistemlerin bulundurulması zorunludur.

Elektrik enerjisinin bir başka sakıncası da üretimine paralel olarak taşıma ve dağıtım için özel düzenlere kesinlikle gereksinim duymasındır. Oysaki örneğin bir doküma fabrikası ürünlerini tüketiciye götürmek için özel yollara ve taşıtlara gereksinim duymaz. Bu görevi herkesin yararlandığı bir yoldan ve bir kamyon ile yapabilir. Buna karşın elektrik enerjisinin taşıma ve dağıtılması için projeye ayrıca yatırımların örneğin direkler, teller, izolatörler, vb. katılması zorunlu olmaktadır.

Genellikle birbirinden uzak olan elektrik üretim santralleriyle tüketim merkezleri arasındaki bağlantı, iletişim şebekesi ve enterkonnekte sistemlerle sağlanır. Elektrik depolanamadığından, üretildiğinde hemen kullanıcıya ulaştırılması gerekir. Bu da üretim ve tüketimin her an dengede tutulması demektir. Öte yandan tüketim miktarı bölgelere, mevsimlere ve hatta günün saatlerine göre büyük değişiklikler gösterebilir.

Enterkonnekte sistemler, üretimi tüketim düzeyindeki değişimlere uyarmayı sağlar. Elektrik iletimiyle, gerilimin gücüne bağlı olarak taşıma iletim sığası değişen elektrik hatları aracılığıyla gerçekleştirilir. Gerilim arttığında iletim işleminde ciddi tasarruflar sağlanır enerji kaybı gerilim düzeyiyle ters orantılı olduğu için enerjiden, hat miktarı azaldığı için yerden, şebekedeki bakım masrafları azaldığı için de harcamalardan tasarruf edilir. Mesela, 1000 MW'lık bir nükleer santralin ürettiği elektriği boşaltmak için, 380000V'luk bir hat kullanılır oysa aynı işi görmek için 154000V'luk altı hat veya 66000V'luk 30 hat gerekir.

Enterkonnekte sistemler çok dağınık bölgelerin üretim imkânlarını birleştirerek, aynı malzeme güvenliği bakımından gerekli olan güç miktarının azalmasını sağlar. Arızalar meydana geldiğinde, yerinde değiştirilmesi gereken parçalar o an için elde bulunmayabilir. Bu durumda enterkonnekte sistem yardımı koşar elektrik dağıtım istasyonlarında gerilimin akış yönü ayarlanarak anında ve en az harcamayla üretim ile tüketim arasındaki Denge sağlanır. Şebekenin yönetimi için gerekli emirler ve bilgiler özel iletişim hatları, özel telsizler kullanılarak sağlanır.

Şebeke ve Gerilimler Gerilim ne kadar yüksek olursa, bir hattın iletebileceği elektrik miktarı da o kadar yüksek olur. Üretim santrallerinden çıkan çok büyük miktarlardaki akımı iletebilen hatlar Türkiye' de 380000V veya 154000V düzeyindedir. Uzak mesafeler arasına kurulan büyük iletişim şebekeleri ve enterkonnekte sistemler bu tip hatlardan oluşur. Bu şebekeler, bütün üretim santrallerini birbirine bağlar. Elektrik, gerilimi düşürüldükten sonra bölgesel şebekelere iletilir ve bu şebekeler yardımıyla ayrılarak dağıtım merkezlerine gönderilir.

İletim şebekesi bölgesel, ulusal veya uluslararası ölçekte de olsa, yönetim ve organizasyon nedenleriyle iletim işlemi Türkiye' de 34500V veya bunun üzerindeki bir gerilim düzeyinde gerçekleştirilir. En çok kullanılan 380000V, 154000V, 66000V veya 24500V'tur. 34500V'un altındaki gerilimlere ortalama gerilimler olan 20000V ve 15000V veya alçak gerilim olan 380V veya 220V'luk "dağıtım gerilimleri" denir.

Petro kimya, metalürji özellikle alüminyum, demir-çelik fabrikaları ve elektrikli ulaşım hatları tren, tramvay tesisleri çok büyük tüketicilerdir. Orta gerilim şebekeleri orta ve küçük sanayi işletmeleri ile büyük mağazalar veya yöresel yönetimler, hastaneler, okullar gibi merkezleri besler. Son olarak, milyonlarca yerel kullanıcı, alçak gerilimli elektrik akımıyla beslenir.

Elektrik Dağıtım Merkezleri ve Dağıtım Bağlantıları Elektrik üretim merkezleriyle tüketicileri arasındaki bağlantı, elektrik iletim şebekesiyle anında sağlanır. Elektrik iletimi, üretim ve iletim merkezlerindeki karmaşık bir programlama sistemiyle gerçekleştirilir. Dağıtım Türkiye Elektrik Kurumu TEAŞ tarafından hazırlanarak (TEİAŞ, TEDAŞ) uygulanmakta olan bir plana göre Türkiye çapında yapılır. Bu amaçla haberleşme ve telekomünikasyon araçlarından, otomasyondan ve önceden hazırlanan istatistik verilerine dayalı öngörülerden yararlanılır. Bu öngörülerde, ele alınan günün birkaç yıl öncesine kadar şebeke ve tüketim durumu dikkate alınır.

Elektrik Enerjisinin Olusu_mu_Tanimi Ve Tarihi Gelismesi

Bilim, doganin temel yasalarinin arastirilmesi ve ogrenilmesi etkinligidir. Teknoloji ise insanligin dogu icindeki gucunu arttirmasına olanak saglar. Insanlik binlerce yildan beri, hem dogayi anlamaya ve kavramaya, hem de onun yasalarina bagli kalarak gucunu ve etkinligini arttirmaya calismistir.

Tastan balta yapilmasi, atesin kesfi, ok ve yayin icadi, bronz ve demirin kesfi ve eritilmesi, tekerlegin icadi, piramitlerin yapimi, hayvanlarin evcillestirilmesi ve buyuk tarim devrimi, insanligin binlerce yil once saglamis olduğu bilimsel ve teknolojik gelismenin en onemli asamalardan bazilaridir. Ancak bu gelismeler cok uzun tarihsel donemlerde gerceklesebilmiştir. Kesif ve icatların birikmesi, nüfusun artması, ulaşım araç ve imkânlarının çoğalması ve yazının bulunmasıyla, bilimsel ve teknolojik gelismeler de hızlanmaya ve çeşitlenmeye başlamıştır.

Bir enerji kaynağı ve aracı olarak elektriğin pratikteki kullanımı, henüz yeni sayılabilecek modern donemlere 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'dakki Magnesias (bugünkü Manisa) bölgesinden türediğı sanılmaktadır. Çinlilerin M.Ö. 1100 yıllarında mıknatıs taşları ile mıknatısladıkları madenî iğnelerden bir tür pusula yaptıklarını ve denize açıldıklarında bunlardan yararlandıklarını biliyoruz. Ancak elektrik ve magnetizma ile ilgili elimizdeki ilk yazılı belgeler eski Yunan filozof Tales'in (M.Ö. 625 - M.Ö. 545) elektriğe ve magnetizmaya ilişkin önemli gözlemlerde bulunduğu, Aristoteles'in yazılarından öğreniyoruz. Bu gözlemlerinde Tales, kehribarın hafif cisimleri ve mıknatıs taşının da demiri çekebilme özelliğı bulunduğunu saptamıştır. Hatta daha da ileri giderek bu iki tür olay arasında ilişki kurmaya çalışmıştır. Romalı şair Lukretiyüs, De Nerum Natura adlı yapıtında mıknatıs taşının demir halkaları çekbildiğinden söz etmektedir.

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

Ancak pusulanın Peregrinus tarafında icat edilmediğı ve Avrupalıların bu aygıtın varlığını ve özelliklerini, Müslümanlar aracılığıyla Çinlilerden öğrendiğı 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 sapma gösterdiğini ilk kez söyleyen de Gilbert olmuştur.

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

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

XVIII. yüzyılın en gözde buluşlarından biri, Leyden şişesidir. Alman E.G. Von Kleist ile Leyden (Hollanda'da bir kent) Üniversitesi matematik profesörlerinden Pieter Van Musschenbroek'in 1745 ve 1746'da birbirlerinden bağımsız olarak buldukları bu aygıt, içine metal bir çubuk batırılmış su dolu bir cam şişeden oluşuyordu. Cam şişenin izolatör rolü gördüğü tarihteki bu ilk kondansatör, elektriğı 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 yada fazlalığı bulunan cisimlerin birbirini ittiğini, birinde eksiklik diğesinde fazlalık olan cisimlerin ise birbirlerini çektiğini leri sürdürdü. Fazlalığı artı elektrik, eksikliği ise eksi elektrik olarak adlandırdı.

Leyden şişesiyle ilgili deneyleri de sürdüren Franklin, Leyden şişesinden boşalan elektriğin oluşturduğu çatırtılar ve kıvılcımlar 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, yıldırıma karşı bir korunma aracı olarak kullanılan ve toprağı bağli bir metal çubuktan ibaret olan paratonerin gerçek yaratıcısı Franklin'dir. 1782 yılında Amerika'nın Philadelphia kentinde paratoner kullanan konut sayısı 400'ü geçiyordu.

Elektriğin XVIII. 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 ölçümler ifade edilebilen bir kavram ve bilim dalı haline getirilmesine çok büyük katkılarda bulunmuştur. Coulomb, 1777 yılında, yüklü iki metal küre yada iki mıknatıs kutbu arasındaki itme veya çekme kuvvetini duyarlı bir biçimde ölçebilen 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 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'un kütle çekimi yasasının elektrikteki karşılığıdır (Kütle çekimi yasasından farklı olarak elektrikte iki yük arasında itme kuvvetinin varlığı da söz konusudur).

XVIII. yüzyılın sonlarında gerçekleştirilen çok önemli bir buluş da pildir. Pil sayesinde ki, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürücek sürekli bir akım elde edebilme olanağı doğmuştur. İtalyan hekim ve fizik bilgini Luigi Galvani (1737 - 1798), hayvanların dokularında bir tür

elektrik bulunduğuna inanıyordu. Laboratuvarındaki kurbağalardan birinin açtığı 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 XVIII. 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 çok uzun bir süre geçmeden Kopenhag Üniversitesi'nde doğa felsefesi profesörü olan Hans Christian Oersted (1775 - 1851)'den geldi. Oersted, 1819 yılında, öğrencilerine 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 mıknaatıslı 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 yayınlanması, 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, iletkenin direnciyle ters orantılı olduğunu buldu. Ohm, günümüzde kendi adıyla anılan bu yasayı ve onunla ilgili düşüncelerini 1827 yılında yayınladı.

XIX. 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 mıknaatısların elektrik akımı yarattığını buldu ve mıknaatısların 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 ; "Magnetizma'yı elektriğe dönüştür!"). Faraday'ın bu bilimsel keşfi, onun sürekli bir akım üretebilen elektrik motorunu buluşuyla sonuçlanmıştır.

Faraday'ın elektriğin yanı sıra kimya alanında da önemli katkıları bulunmuştur. Elektrokimyanın kurucusu olarak tanınan Faraday elektroliz yasalarının da kâşifidir. 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 ve 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 gerçekte XX. yüzyıl fiziğine en büyük etkide bulunan XIX. yüzyıl bilimcisidir. Maxwell'in 100. doğum yılında, 1931'de Einstein, Maxwell'in çalışmaları sonucunda fizikteki gerçeklik kavramlarında 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 XX. 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 yada 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 yaptının 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 yataklık 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, elektromagnetik dalgaların bir laboratuvarla 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 ilerlemekte 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 XIX. yüzyılın ikinci yarısında teknolojik gelişmeler yoğunlaştı ve hız kazanmaya başladı.

1850'li yıllarda artık seri olarak üretilmeye başlanan dinomalar ilk kez yaygın olarak aydınlatma amacı için kullanıldı. 1858'de başlayarak dinamolardan İngiltere'de deniz fenerlerindeki kömür uçlu ark lambalarının enerji kaynağı olarak yararlanıldı. XIX. yüzyılın son çeyreğinde artık elektrik motorları küçük ve bağımsız mekanik enerji gerektiren, demiryolları, asansörler, madencilik, makina tezgâhları, 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 uygulama alternatif akımla çalışan ark lambaları ve

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

XIX. yüzyılın ilk yarısında İngiltere'de platin flâman kullanılan akkor lambalar yapılmıştı. Ancak lambalarda istenilen düzeyde vakum elde edilemediği için başarılı sonuçlar alınamamıştır. Civa pompasının bulunmasıyla yüksek vakum sağlama olanakları doğdu ve böylece daha iyi sonuçlar alındı. Ancak akkor lambanın ticari uygulamaya girebilmesini sağlayan mucit, Amerikalı Thomas Alva Edison (1847 - 1931)'dir. Edison, 1877'de, sesi kaybedip yineleyebilen gramofonu (fonograf) geliştirmişti. İki yıl sonra da lamba üzerinde çalışmaya başladı. En uygun flâman maddesinin seçimi için yüzlerce deney yaptıktan sonra karbon flâmanlı akkor lamba için patent başvurusunu yaptı. Üç yıl sonra New York sokakları artık bu lambalarla aydınlanıyordu. Edison yaşamı boyunca gerçekleştirdiği çeşitli 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 düzenekte 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 elektromıknatıs ve bu mıknatısın hareketiyle kâğıdın üzerine mors kodunu yazan bir düzenekten oluşuyordu. Mors kodu, bugün Mors alfabesi olarak bilinen nokta ve çizgileri içeriyordu. Samuel Morse'un telgraf sistemi, 1844 yılında Washington - Baltimore şehirleri arasında 65 km'lik bir telgraf hattı olarak uygulamaya sokuldu.

1856 yılında New York ile Kanada'nın doğu kıyısındaki 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 çalışmaları çok büyük güçlüklerle karşılaştı ve ancak bir yıl sonra 5 Ağustos 1858'de tamamlanabildi. Bununla birlikte henüz iletilen mesaj sayısı 400'ü bile bulmamışken, denizaltı kablosu 1 Eylül 1858'de onarılamayacak biçimde arızalandı. Kıtalararası telgraf iletişimi ancak 8 yıl sonra, 7 Eylül 1866'da yeniden başlayabildi.

XIX. yüzyılda telgrafın uygarlığın ve yaşamın vazgeçilmez bir parçası haline gelmesinden sonra gerçekleşen en önemli aşama telsiz telgrafın bulunmasıdır. Alman fizikçi Heinrich Hertz (1857 - 1894)'in Maxwell'in elektromagnetizma kuramından hareket ederek yaptığı deneyler sonucunda elektromagnetik dalgaların haberleşmede kullanılabileceği anlaşılmıştı. Bu gelişmeyi teknolojik sonucuna ulaştırmayı başaran mucit ise İtalyan fizikçi Guglielmo Marconi (1874 - 1937) oldu. Marconi ile telsiz telgraf patentini, sinyalleri birkaç km uzağa ulaştırarak 1892'de aldı. Daha sonra çalışmalarını sürekli geliştirdi ve ilk kıtalararası radyo sinyalinin 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 izeleyen tarihlerde birçok yerde telsiz telgraf istasyonları kurulmaya başladı.

Daha XIX. yüzyılın ikinci yarısının hemen başlarında insan konuşmasının elektrikle iletilebilmesi üzerine düşünceler ve tasarımlar geliştirilmeye başlanmış ve hatta bazı deneylere bile girilmişti. 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 oluşuyordu. 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. XX. yüzyılın ilk yarısı için artık elektronik çağı nitelmesi yapmak mümkündür. Bu dönemde çok hızlı ve şaşırtıcı bir gelişme çizgisi izleyen elektroniğin uygulamaları, yaşamın her alanını artık doğrudan etkiler hale gelmiştir. 1904 yılında J. A. Fleming elektron lambasını (diyet) 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'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 televizyon 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 daha düşük ve harcadığı güç de çok daha az olan aygıtlardır. Bu özellikleriyle transistörler, elektronik sanayiinde devrim olarak nitelendirilebilecek gelişmelere yol açmışlardır. Transistörsüz bir dünyada küçük ve yüksek hızlı bilgisayar olanaksız olacaktır.

İlk hesap makinasını, XVII. 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 makina geliştirdi. Ancak bugünkü bilgisayarlara yakın makina tasarlayan mucit, İngiliz matematikçi Charles Babbage (1792 - 1871) oldu. Bununla birlikte Babbage'ın otomatik sayısal bilgisayarı, elektroniğin olanaklarından yararlanamadığı için tam bir gelişim sağlayamadı.

XX. 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 dâhilerle 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. Sanayii devriminin getirdiği ihtiyaçlar, elektrik teori ve pratiğinin geliştirilmesi çalışmalarına itici güç olabilmiş, daha sonra elektrik ve elektronik teknolojisinin gelişimi de yeni bir sanayiinin gelişmesinin temellerini atmıştır.

Elektriğin gelişimiyle diğer bilimlerin gelişimi arasında da ilişki olduğunu söylemeliyiz. Klasik kronojik 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 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 Denklemine, 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.