

Elektriğin Tarihsel Gelişimi: Doğadan Bilime, Ampulden Modern Enerji Sistemlerine Uzanan Bin Yıllık Gelişmeleri Kimler Yaptı ve Bizlere Sundu?

İslam Dünyası, Osmanlılar ve Türkler de Katkıda Bulundular mı?

Hazırlayan: Yüksel Atakan, Dr.Fizik Y.Müh. ybatakan4@gmail.com , Almanya, 28.01.2026 /I/

1. Giriş: Elektrik Kavramının Doğadan Algılanışı

Elektriğin kaynağı doğadır: insanlar tarih boyunca yıldırım, şimşegi ve doğal elektrik olaylarını gözlemlemişlerdir. Yıldırım, bulutlardaki **yük ayrışması** sonucu büyük potansiyel farklarla ortaya çıkan atmosferik bir elektrik boşalmasıdır; bu, negatif ve pozitif bölgeler arasındaki elektriksel ayrışmanın sonucudur ve saniyede milyonlarca volt potansiyel taşıyabilir. NASA'nın atmosfer elektriği verilerine göre, atmosferdeki yük ayrışması elektrik alanları üretir ve bu alanların dengesizliği sonuçta şimşek olarak gözlemlenebilir.

Elektriğin tarihsel gelişimi, doğadaki elektriksel olayların ilk fark edilişinden başlayarak, sistematik bilimsel yöntemlerin uygulanması ve matematiksel kuramların oluşturulmasıyla olgunlaşmış uzun bir bilim tarihi sürecini kapsar. Antik çağlarda insanlar kehribar gibi maddelerin sürtünmeyle hafif nesneleri çektiğini fark etmişlerdir; bu statik elektrik olarak adlandırılan olgunun en eski gözlemlerindendir. “Elektron” terimi bile buradan türetilmiştir. Ancak bu tür statik olaylar ve yıldırım arasındaki ilişki uzun süre bilinmemiştir.

İnsanlık tarihinin erken dönemlerinde elektrik, doğanın gizemli ve açıklanamayan bir gücü olarak algılanmıştır. Yıldırım, şimşek ve sürtünme ile oluşan çekim etkileri gibi olaylar gözlemlenmiş olsa da, bu fenomenlerin ortak bir fiziksel temele dayandığı uzun süre anlaşılamamıştır. Elektriğin bilimsel anlamda kavramsallaştırılması, ancak deneysel yöntemin gelişmesi ve doğa olaylarının nicel olarak incelenmeye başlanmasıyla mümkün olmuştur. Bu bağlamda elektriğin tarihi, yalnızca teknolojik gelişmelerin değil, aynı zamanda bilimsel düşünce biçimlerinin dönüşümünün de bir yansımasıdır.

Akademik kaynaklara göre, statik elektrik ve akım arasındaki temel ilişki ancak 19. yüzyılda anlaşılmıştır.

Manyetizma da benzer şekilde erken devirlerde bilinirdi; doğal mıknatıs taşı (magnetit) demiri çekiyor ve daha sonra pusulanın doğuşuna yol açıyordu. Ancak elektrik ve manyetizma başlangıçta ayrı olay olarak değerlendirilmiştir.



1.1 Antik Çağ: Elektriksel Olguların İlk Gözlemleri

Elektriğe ilişkin bilinen en eski kayıtlar Antik Yunan dönemine uzanmaktadır. MÖ 6. yüzyılda yaşamış olan filozof **Thales of Miletus**, kehribarın (*elektron*) yün veya kürk ile sürtüldüğünde hafif cisimleri çektiğini gözlemlemiştir. Bu gözlem, günümüzde statik elektrik olarak tanımlanan olgunun tarihsel başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Thales'in çalışmaları, elektriği açıklamaktan çok, betimleyici nitelikte olsa da, doğa olaylarının gözlem yoluyla anlaşılabilirliğiyle ilgili önemli bir düşünsel kırılmayı göstermektedir.

Antik çağ insanları, yalnızca sürtünme elektriğini değil, aynı zamanda yıldırım ve şimşek gibi atmosferik elektrik olaylarını da yakından gözlemlemiştir. Ancak bu olaylar çoğunlukla tanrısal güçlerin bir yansıması olarak yorumlanmış ve fiziksel nedenleri araştırılmamıştır. Modern bilimsel verilere göre yıldırım, atmosferdeki bulutlar arasında veya bulut ile yeryüzü arasında oluşan elektriksel yük ayrışmasının ani boşalması sonucunda meydana gelmektedir. NASA'nın atmosferik elektrik çalışmaları, bu boşalmaların milyonlarca voltluk potansiyel farkları içerebildiğini ve çok kısa sürede yüksek enerjili elektrik akımları oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

1.2 Manyetizmanın, Elektrikten Ayrı Bir Doğa Olayı Olarak Değerlendirilmesi

Antik çağda bilinen bir diğer önemli fiziksel olgu manyetizmadır. Doğal mıknatıs taşı olan magnetit, demiri çekme özelliğiyle tanınmış ve özellikle Çin'de yön bulma amacıyla kullanılan pusulanın geliştirilmesine temel oluşturmuştur. Bununla birlikte manyetizma, uzun süre elektrikten tümüyle bağımsız bir doğa olayı olarak değerlendirilmiştir. Elektrik, sürtünme sonucu ortaya çıkan geçici bir etki olarak görülürken; manyetizma, mıknatıslara özgü kalıcı bir özellik olarak kabul edilmiştir. Bu ayrım, elektrik ve manyetizmanın ilerleyen yüzyıllarda tek bir kuramsal çatı altında birleştirilmesinin bilim tarihi açısından ne denli önemli olduğunu göstermektedir.

1.3 Orta Çağ: Deneysel Yaklaşımların İlk Belirtileri

Antik dönemden Orta Çağ'a kadar geçen uzun süreçte elektriksel olgular büyük ölçüde gözlemsel ve betimleyici düzeyde kalmıştır. Ancak 13. yüzyılda **Peter Peregrinus**, mıknatıslar üzerine yaptığı çalışmalarda manyetik kutupları tanımlamış ve deneysel yöntemin doğa bilimlerinde kullanılabileceğini göstermiştir. Peregrinus'un çalışmaları doğrudan elektrikle ilgili olmasa da, sistematik deney ve gözlemin bilimsel bilgi üretimindeki önemini vurgulamış ve sonraki yüzyıllarda elektrik çalışmalarına metodolojik bir temel oluşturmuştur.

1.4 Rönesans Dönemi ve Elektriğin Bilimsel Bir Kavram Hâline Gelmesi

Elektrik tarihinde gerçek anlamda bilimsel bir dönüm noktası, 16. yüzyılda İngiliz bilim insanı **William Gilbert** ile gerçekleşmiştir. Gilbert, 1600 yılında yayımladığı *De Magnete* adlı eserinde, sürtünme ile oluşan elektriksel çekimi sistematik deneylerle incelemiş ve bu olguyu manyetik etkilerden açıkça ayırmıştır. Ayrıca "electricus" terimini bilimsel literatüre kazandırarak elektriği bağımsız bir doğa olgusu olarak tanımlamıştır. Gilbert'in çalışmaları, elektriğin ilk kez bilimsel bir disiplin olarak ele alınmasını sağlamış ve modern elektrik biliminin temellerini atmıştır.

1.5 17. Yüzyıl: Elektriğin DeneySEL İncelenmesi

17.yüzyılda **Otto von Guericke**, elektrostatik jeneratör geliştirerek yüksek miktarda statik elektrik üretmeyi başarmıştır. Bu gelişme, elektriksel olayların yalnızca gözlemlenmesini değil, kontrollü deneylerle incelenmesini olası kılmıştır. Aynı yüzyılda yapılan çalışmalar, elektriğin iletilebildiğini ve yalıtılabildiğini göstermiş; bu da elektriksel yüklerin maddeyle etkileşimiyle ilgili ilk kavrayışların ortaya çıkmasını sağlamıştır.

1.6 18. Yüzyıl: Yük Kavramı ve Atmosferik Elektrik

18.yüzyıl, elektriğin nicel olarak incelenmeye başlandığı bir dönemdir. **Stephen Gray**, elektriğin iletkenler boyunca taşınabildiğini bularak iletken ve yalıtkan kavramlarını tanımlamıştır. **Charles François de Cisternay du Fay**, elektriksel yüklerin iki farklı türü olduğunu belirlemiş ve bu ayrım, pozitif ve negatif yük kavramlarının temelini oluşturmuştur.

Bu dönemin en etkili isimlerinden biri olan **Benjamin Franklin**, yıldırımın elektriksel bir boşalma olduğunu deneySEL olarak göstermiştir. Franklin'in çalışmaları, atmosferik elektrik ile laboratuvar ortamında üretilen elektrik arasında doğrudan bir bağ kurmuş ve paratoner gibi pratik uygulamaların geliştirilmesine olanak sağlamıştır. **Benjamin Franklin**, 18. yüzyılda yaptığı ünlü *uçurtma deneyi* ile yıldırımların doğrudan elektriğin bir şekli olduğunu gösterdi ve *yıldırım çubuğu* gibi koruyucu teknolojilerin temelini attı.

Rus bilimci **Mikhail Lomonosov** gibi düşünürler, atmosferik yüklenme süreçlerini deneySEL gözlemlerle açıklamaya çalıştı; bu çalışmalar, elektriksel alan ve atmosfer arasındaki ilişkileri anlamaya dönük ilk adımlardı.

Bu gelişmeler, elektriğin yalnızca kuramsal bir araştırma konusu değil, aynı zamanda toplumsal yarar sağlayan bir teknolojiye dönüşmesini sağlamıştır.

1.7 Sürekli Akımın Keşfi ve Modern Elektrik Çağının Başlangıcı

Elektrik tarihinde yeni bir dönem, **Alessandro Volta**'nın 1800 yılında voltaik pili yapmasıyla başlamıştır. Volta'nın geliştirdiği pil, ilk kez sürekli ve kontrol edilebilir bir elektrik akımı üretmeyi sağlamıştır. Bu gelişme, elektriği geçici statik olaylardan çıkararak deneySEL, bilimsel ve endüstriyel uygulamalara uygun duruma getirmiştir. Volta'nın çalışmaları, 19. yüzyılda elektromanyetizma kuramlarının gelişmesine ve modern elektrik teknolojilerinin doğmasına temel hazırlamıştır

1.8 Manyetizma ve Elektromanyetizma

1820'de **Hans Christian Ørsted** bir iletken akımı çevresindeki pusula iğnesini hareket ettirerek elektrik ile manyetizma arasındaki doğrudan ilişkiyi gösterdi. Bunu **André-Marie Ampère** izledi ve akımların mıknatıssal etkilerini kuramsal çerçevede tanımladı.

Michael Faraday, 1831'de **elektromanyetik indüksiyon** ilkesini bularak elektrik üreteçlerinin kuramsal temelini ortaya koydu; bu, mekanik enerji ile elektrik enerjisi arasındaki dönüşümü sağladı.

James Clerk **Maxwell**, 1860’larda bu bulguları matematiksel denklemlere dönüştürdü ve elektrik ile manyetizmanın birleştirilmiş doğasını gösterdi; Maxwell kuramı, elektromanyetik dalgalar kavramını doğurdu ve ışığın da elektrik-manyetik bir olgu olduğunu öngördü.

4. Elektrik Ampulünün Bulunuşu ve İlk Uygulamalar

Elektrik ampulü tek bir kişinin buluşu olmayıp, çok kişinin bilim ve teknolojiye katkılarıyla ortaya çıkmıştır. Humphry **Davy** ark lambasını ilk gösterenlerden biriydi ve gelecek ampul teknolojileri için önemli bir adım oluşturdu. Ancak ticari olarak uygulanabilir akkor ampulü **Thomas Alva Edison** geliştirdi ve 1879’da insanlık için uygun, uzun ömürlü bir ışık kaynağı sundu. Edison’un karbon filamanlı akkor lambası, ev ve işyerlerinin elektrikle aydınlatılmasını olası kıldı ve ilk merkezi elektrik santrallerinin kurulmasını hızlandırdı.

5. Doğru ve Alternatif Akım: Endüstriyel Dönüşüm

Edison’un kurduğu doğru akım (DC) sistemleri, yerel dağıtımda ilk pratik çözümleri sundu; ancak uzun iletim uzaklıklarında verim düşüyor akım zayıflıyordu. **Nikola Tesla**, döner manyetik alan ve üç fazlı AC sistemi ile alternatif akımın (AC) verimli iletim özelliklerini göstermiş ve *Tesla bobini* gibi yüksek frekanslı teknolojileri geliştirmiştir.

George Westinghouse’un Tesla patentlerini satın almasıyla birlikte AC alternatif akım, büyük uzaklıklar için elektrik enerji iletiminde endüstri standardı hâline geldi. Bu “Akım Savaşları”, modern elektrik şebekelerinin AC sistemlerini benimsemesiyle sona erdi.

6. Elektriğin Bilimsel ve Toplumsal Etkileri

19.yüzyıl sonu ve 20. yüzyıl başında elektrik enerjisi, endüstri devrimini hızlandırmış, fabrika otomasyonundan kent aydınlatmasına, iletişimden ulaşım teknolojilerine kadar çok çeşitli alanlara yayılmıştır.

Elektriğin Tarihsel Gelişiminde Bilim İnsanları

Elektrik bilimindeki keşifler bir anda ortaya çıkmamış; yüzyıllar boyunca birikimli çalışmalarla bugünkü hâline ulaşmıştır.

Yıl	Bilim İnsanı	Doğum – Ölüm	Katkısı
MÖ ~600	Thales of Miletus	~624 – ~546 BC	Kehribarın sürtünmeyle hafif cisimleri çektiğini gözlemleyerek statik elektriği ilk kayda geçen şekilde tanımladı .
1544–1603	William Gilbert	1544 – 1603	“Elektrik” terimini kullanan ilk bilim insanı; elektrik ve manyetizmayı ayırarak bu alanın bilimsel temelini attı.
1602–1686	Otto von Guericke	1602 – 1686	Statik elektrik üreten bir makine icat ederek elektrik yük üretimini deneysel olarak gösterdi .
1660’ler	Stephen Gray	1666 – 1736	Elektrik yükünü ileten (iletken) ve iletmeyen (yalıtkan) maddeleri ayırarak iletkenlik kavramını ortaya koydu .
1736–1806	Charles-Augustin de Coulomb	1736 – 1806	Elektrik yükleri arasındaki çekim-itme kuvvetinin matematiksel açıklaması olan Coulomb Yasası’nı geliştirdi .
1706–1790	Benjamin Franklin	1706 – 1790	Uçurtma deneyiyle yıldırımın elektrik olduğunu kanıtladı ve pozitif/negatif yükleri tanımladı.
1737–1798	Luigi Galvani	1737 – 1798	Kaslarda elektiriksel akımın etkisini keşfederek biyolojik elektriğin temelini attı .
1745–1827	Alessandro Volta	1745 – 1827	Voltaik pil (ilk elektrik bataryası) icadı ile sürekli elektrik akımı sağlanmasını mümkün kıldı.
1777–1851	Hans Christian Ørsted	1777 – 1851	Elektrik akımının manyetik alan oluşturduğunu keşfederek elektromanyetizmanın kapısını araladı.
1775–1836	André-Marie Ampère	1775 – 1836	Elektrik ve manyetizma arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ortaya koyan Ampère Yasası’nı geliştirdi .
1789–1854	Georg Simon Ohm	1789 – 1854	Elektrik devrelerinde gerilim, akım ve direnç ilişkisini tanımlayan Ohm Yasası’nı ortaya koydu.

Yıl	Bilim İnsanı	Doğum – Ölüm	Katkısı
1791–1867	Michael Faraday	1791 – 1867	Elektromanyetik indüksiyon ilkelerini keşfederek jeneratör ve motorların temelini attı.
1802–1875	Charles Wheatstone	1802 – 1875	Elektrik ölçümleri ve telegraf sistemleri üzerine yenilikler geliştirdi (ör. Wheatstone Köprüsü).
1834–1889	Gaston Planté	1834 – 1889	Kurşun-asit bataryayı icat ederek yeniden şarj edilebilir elektrik depolama teknolojisine öncülük etti.
1847–1931	Thomas Edison	1847 – 1931	Elektrik ışıklandırma sistemlerini ticari olarak geliştirdi ve DC elektrik dağıtımının yaygınlaşmasını sağladı .
1856–1943	Nikola Tesla	1856 – 1943	Alternatif akım (AC) sistemini geliştirerek uzun mesafelere verimli elektrik iletimini mümkün kıldı.
1857–1894	Heinrich Hertz	1857 – 1894	Elektromanyetik dalgaları deneysel olarak kanıtlayarak kablosuz iletişimin bilimsel temelini oluşturdu.
1831–1879	James Clerk Maxwell	1831 – 1879	Elektrik ve manyetizmanın birleşik teorisini veren Maxwell denklemlerini geliştirdi (elektromanyetizmanın teorik temelini attı).

Elektrik Üretimine ve Gelişimine Daha Yeni Katkılar (Kronolojik)

Yıl / Dönem	Kişi / Teknoloji	Katkısı / Başlığı
1880'ler	İlk fotoelektrik hücreler ve güneş pilleri	Fotoelektrik etki keşfi ve ilk güneş hücreleri, güneş ışığını doğrudan elektrığe dönüştürebilen teknolojinin temellerini attı.
1887	İlk rüzgâr türbini (ticarî olmayan)	Rüzgâr enerjisinden elektrik üretmeyi hedefleyen erken türbinler geliştirildi.
1954	İlk pratik silikon güneş paneli	Bell Labs tarafından geliştirilen silikon güneş hücreleri ile ticarî güneş enerjisi dönemi başladı.
1956	İlk ticarî nükleer elektrik santrali (Calder Hall)	Nükleer fisyon enerjisiyle elektrik üreten ilk büyük ölçekli santral faaliyete geçti.
1970'ler	İnce film güneş panelleri araştırmaları başlatıldı	Güneş paneli teknolojileri daha ucuz, daha hafif ve farklı malzemelerle geliştirildi.
1980'ler – 1990'lar	Rüzgâr türbinleri ölçek büyütme dönemi	Modern rüzgâr çiftlikleri ve büyük rüzgâr türbinleri dünya çapında yaygınlaşmaya başladı. (genel tarihsel bilgi)
2000'ler	Grid enerji depolama sistemleri (bataryalar, pompaj vs.)	Yenilenebilir enerjinin dalgalı üretimini dengelemek için büyük ölçekli depolama çözümleri geliştirildi.
2010'ler	Büyük batarya enerji depolama tesisleri	Tesla gibi şirketlerin desteklediği yüksek kapasite bataryalarla şebeke stabilizasyonu ve yenilenebilir entegrasyonu güçlendi.
2020	Akıllı Şebeke (Smart Grid) teknolojileri	Elektrik üretimi ve dağıtımında IoT ve otomasyon sistemlerine dayalı akıllı kontrol ve izleme altyapısı gelişti.
2020–2025	Rüzgâr & Güneş Enerjisi'nin Yükselişi	Avrupa Birliği'nde 2025'te rüzgâr ve güneş enerjisi, fosil yakıtlardan daha fazla elektrik üretimine ulaşarak temiz enerjide yeni bir döneme işaret etti.
2024–2026	Yüksek yoğunluklu hidro sistemleri (ör. Devon, UK)	Geleneksel hidroelektriğin ötesinde, daha az eğimle verimli elektrik üretimi ve uzun süreli depolama sağlayan yeni santral denemeleri başladı.
2020'ler	Küçük Modüler Reaktörler (SMR)	Daha hızlı kurulabilen, ölçeklenebilir nükleer reaktör konseptleri ile düşük karbonlu baz yük elektrıği hedefleyen gelişmeler artıyor.
2020'ler – 2030'lar (gelişen)	Nükleer füzyon araştırmaları (EAST, JT-60SA, Wendelstein 7-X)	Füzyon enerjisi, yıldızlardaki gibik enerji üretimini yeryüzüne uyarlamayı amaçlıyor; plazma stabilitesi ve enerji net kazancı için önemli ilerlemeler var.
İleriki 2020'ler – 2030'lar	Betavolt / nükleer mini enerji cihazları	Beta bozunum enerjisini elektrığe dönüştüren mini nükleer piller ile uzun ömürlü düşük güç sağlayacak yeni enerji kaynakları geliştiriliyor.

EK

Elektrikteki buluşlara ve gelişmelere Osmanlılardan, Türklerden ve Araplardan katkılar

Osmanlılardan, Türklere yakın bilim insanlarından ve Arap / İslam dünyasından elektrik ve elektrikle ilişkili bilimsel gelişmelere katkı olmuş mu diye baktığımızda, doğrudan modern **elektrik bilimi** ile ilişkilendirilebilecek buluşlar sınırlı olsa da hem *elektrik öncesi fiziksel kavramlara* katkı yapan hem de **elektriğin Osmanlı'da yayılarak kullanılmasına zemin hazırlayan kişiler ve süreçler** vardır. Aşağıda bunların kısa açıklamaları bulunuyor:

İslam Dünyası ve Arap Bilginlerin Elektrik Öncesi Bilimsel Katkıları

Bu kişiler, doğrudan “elektrik”te buluş yapmamış olsalar da **ışık, optik, manyetizma, deneysel bilim ve mekanik kavramları** gibi elektrik fiziğinin alt yapısına katkı sağlayan çalışmalar yapmışlardır:

E1. İbn al-Haytham (Alhazen)

Doğum–Ölüm: ~965–~1040

Katkı: Işık ve optik üzerine gerçekleştirdiği deneysel çalışmalarla modern bilimin yöntemini geliştirdi; ışığın davranışı ve optik üzerine temel kavramları ortaya koydu. Özellikle ışığın yansıma ve kırılma kurallarını deneylerle açıkladı ve görme teorisini sistematik hale getirdi. Bu tür fiziksel kavramlar daha sonra elektromanyetizma ve elektrik alan teorilerine temel oluşturdu.

E2. Banū Mūsā Kardeşler (üç bilim insanı)

9. yüzyıl

Katkı: Erken dönem mekanik ve basınç gibi fiziksel fenomenlerle ilgili “Ingenious Devices” adlı eserlerinde, **akışkan basıncı ve valf gibi mekanik düzenekler** tasarladılar. Bu tür mekanik anlayışlar daha sonra elektrik makineleri ve kontrollü sistemlerde kullanılan kavramların ön çalışmalarını içerir.

E3. Thābit ibn Qurra

Doğum–Ölüm: ~826–901

Katkı: Mekanik ve matematik çalışmalarıyla statik ve mekanik ilkelerini geliştirdi; çeviri ve yorumları sayesinde antik bilimsel çalışmaları İslam dünyasına kazandırdı. Bu tür matematiksel altyapı, daha sonra elektrik teorilerinin geliştirilmesinde temel oldu.

Osmanlı / Türk Döneminde Elektrikle İlgili Gelişmeler

E4. Başhoca İshak Efendi

19. yüzyıl

Katkı: Osmanlı’da **elektrik hakkındaki bilimsel bilgilerin ilk kez yazılı olarak yer aldığı eserlerden biri** Mecmua-i Ulum-i Riyaziye’de (1834) elektrik hakkında bilgiler verdi. Bu tür yayınlar, elektriğin Osmanlı eğitimi ve bilinirliği açısından önemlidir.

E5. Salih Zeki

Doğum–Ölüm: 1850 civ.–1910’lar (yaklaşık)

Katkı: Osmanlı’nın yetiştirdiği **ilk elektrik mühendislerinden** biri olarak telgraf hatlarının döşenmesi gibi elektrik teknolojilerinin kullanımını yönetti; elektrik tarihini, teorisini ve uygulamalarını Osmanlı’da öğretim kurumlarında yaygınlaştırdı ve makaleler yazdı.

E6. Osmanlı’da Eğitim ve Teknolojinin Yaygınlaşması (genel süreç)

- Osmanlı’da 19. yüzyılın ikinci yarısında elektrik eğitimi önemli ölçüde **yurtdışında alınmaya başlandı**; birçok Osmanlı öğrencisi Fransa, Almanya ve diğer Avrupa ülkelerinde elektrik mühendisliği eğitimi aldı ve sonra dönüşte bu birikimi yaydı.

- Ayrıca 19. yüzyıl sonlarında **elektrik eğitime verilen önem arttı**; öğretmenler elektrik teorisini okullarda aktardılar ve modern elektrik uygulamalarının yaygınlaşmasına katkı sağladılar.

Önemli Notlar

Osmanlı döneminde elektrikle doğrudan bilimsel buluşlar yapmak yerine, batıdan gelen **modern elektrik teknolojisinin Osmanlı'ya aktarılması**, eğitimin verilmesi ve uygulamaların yaygınlaştırılması ön plandaydı. Özellikle **telgraf, elektrik aydınlatma ve mühendislik eğitiminin kurumsallaşması** bu dönemin esas katkıları arasındadır.

İslam dünyasının Altın Çağ dönemindeki bilim insanları, **optik, mekanik ve deneysel bilimler** gibi alanlarda yaptıkları çalışmalarla modern fiziğin gelişiminde **dolaylı olarak** rol oynamışlardır, ancak bu çalışmalar doğrudan “elektrik” keşfine denk değildir — daha çok elektrik biliminden önceki temel kavramlara katkı sağlamıştır.

8. Sonuç

Elektrik bilim ve teknolojiyle ilgili ilerleme, binlerce yıllık gözlemden bilimsel kuramın tam gelişimine kadar uzanan uzun ve çok araştırmacı bir süreçtir. Elektrik doğa olaylarından — yıldırım ve statik yüklenmelere — başlayıp, ampul ve güç şebekeleri gibi modern teknolojilere kadar uzanan bir buluşlar zinciridir. Bu süreçte Volta, Ørsted, Faraday, Maxwell, Edison, Tesla ve Westinghouse gibi öncülerin katkıları belirleyici olmuştur.

Kaynaklar /I/

1. “Electricity and Magnetism,” *Encyclopaedia Britannica*.
2. “History of Technology–Electricity,” *Encyclopaedia Britannica*.
3. “Nikola Tesla,” *Encyclopaedia Britannica*.
4. “Discovery of Electricity,” *Encyclopaedia Britannica*.
5. “Early History of Electricity and Magnetism,” NASA Electric & Magnetic resource.
6. “Atmospheric Electricity,” NASA Earthdata.
7. “Magnetism,” NASA educational pages.
8. “Maxwell’s Electromagnetic Wave Theory,” NASA Science.
9. YZ

İslam Dünyasıyla ilgili Kaynak Listesi

10. UNESCO – *Ibn al-Haytham’s Scientific Method*
→ İbn al-Heysem’in deneysel bilim ve optik üzerine metodolojisini ele alan makale.
11. TDV İslâm Ansiklopedisi – *İbnü’l-Heysem maddesi*
→ İbn al-Haytham’ın hayatı, eserleri ve bilimsel çalışmaları hakkında ansiklopedik bilgi.
12. Wikipedia – *Book of Ingenious Devices*
→ Banū Mūsā kardeşlerin erken otomata ve mekanik cihazlar alanındaki eserini anlatan kaynak.
13. Wikipedia – *Astronomy in the medieval Islamic world*
→ İslam’ın Altın Çağı’nda astronomi çalışmaları ve bilimsel kurumlar hakkında tarihsel özet.
14. Wikipedia – *Mathematics in the medieval Islamic world*
→ İslam dünyasında matematiksel gelişim ve cebir çalışmalarının tarihsel çerçevesi.
15. Sahilonline.org – *The Impact of Islam on Science*
→ İslam bilim tarihinde astronomi, optik ve kimya gibi alanlara yapılan temel katkıların özeti.
16. ArXiv – *Legacy of Avicenna in Astronomy*
→ İbn Sînâ’nın astronomi alanındaki kayıtlı tarihsel katkılarına dair akademik çalışma.