

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

[Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi,
Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı



Elektromanyetik Kuram

ışığın dalga nitelikli bir akış olduğunun hem teoride hem de deneylerle kanıtlanmasının ardından ışık üzerine çalışmalar yürüten dalga kuramı taraftarları önemli bir başarıya ulaşmanın rahatlığına ermişti. Ancak tam bu esnada beklemedikleri bir keşif rahatlıklarının uzun sürmeyeceğinin habercisi oldu. Étienne-Louis Malus (1775-1812) o ana kadar elde edilen bilgilerin yanında ışığın polarize olma özelliğini de keşfetti. Daha dikkat çekici olan ise ışığın bu davranışının parçacık kuramıyla başarılı bir şekilde açıklanabildiğinin anlaşılmasıydı. Bütün bunlar aslında ışık araştırmaları konusunda yeni bir döneme girildiğini müjdeliyordu. Belli ki ışığın doğası kolayca anlaşılacak bir yapıda değildi.



Science History Images / Alamy

Étienne-Louis Malus
(1775-1812)

Olağanüstü hızlı olduğu tespit edileli epeyce zaman geçmişti. Dalga olduğu konusunda karar kılinsa bile bu kez de ışık dalgalarının olağanüstü bir hızla nasıl ortaya çıktığı ve yayıldığı ciddi bir mesele idi. Dolayısıyla olağanüstü hızla hareket eden ışığın iletildiği ortamın da mahiyetinin bilinmesi gerekiyordu. Ancak meseleyi asıl açmaza sokan, bu kadar hızlı bir hareketi taşıyacak ortamın (esirin) ne ya da nasıl olduğuna ilişkin olgusal bir kanıtın bulunmamasıydı. Bu yüzden modern dönemde ışığın yayılmasını sağlayacak ortam konusunda spekülasyonlar ortaya çıkmış ve çok sayıda esir düşüncesi geliştirilmişti. Dolayısıyla ışık konusundaki çalışmaların yeni dönemdeki temel problemlerinden biri de (eskiden olduğu gibi) ışık dalgalarının oluşumuna ve iletilmesine imkân veren ortamın anlaşılmasıydı.

Hayalî Bir Madde Olarak Esir

Bütün uzayı dolduran, saydam ve gözle görülmeyen bir maddenin var olduğu konusunda salt spekülasyon kaynaklı düşüncenin tarihi Eski Yunan dünyasına kadar gider. Esire ilişkin ilk yazılı ifadeler ünlü filozof Aristo'nun (384-322) eserlerinde tespit edildi.



Augustin-Jean Fresnel
(1788-1827)



Ancak ondan sonra modern döneme kadar esirin nasıl bir şey olduğunu kimse sorgulamadı. Modern dönemle birlikte ışık üzerine yapılan yoğun çalışmalar esiri tekrar bilim insanlarının gündemine taşıdı. Modern dönemde esir hakkında ilk esaslı kurguyu yapanlardan biri, "esnek katı esir" düşüncesini ileri süren Augustin-Jean Fresnel (1788-1827) oldu. Uzun süre boyunca ışığın dalga modelini geliştirmekle uğraştı ve dikkatini kırınımın matematiksel olarak ifade edilmesi konusunda yoğunlaştırdı. Bunun için kırınıma ilişkin yeni deneyler düzenledi. Sonuçta Thomas Young'ın girişim açıklaması ile Christiaan Huygens'in ikincil dalga fikrini birleştiren

bir çıkarımda bulundu. Ona göre, bir dalga yüzeyi bir engelle karşılaştığında, engellenen kısımların ikincil dalgalara dönüşmesi ve girişime uğraması kırınımın nedeniydi. Kırınım ve girişim olgularını bu şekilde bir araya getirmeyi başaran Fresnel, polarizasyon konusuyla da ilgilendi ve polarizasyon hakkında salt matematiğe dayalı bir açıklama geliştirdi. Bu açıklamanın esası yeni bir esir kavramı ve enine dalga düşüncesi idi. Ona göre esir basit bir akışkan madde değil, aksine ışığın engellerin kenarlarından bükülmesine de imkân verecek nitelikte, çok sayıda küçük moleküllerden oluşmuş, katı ama esnek özellikte olmalıydı. Esir bütün uzayı kaplamalı ve mekanik hareket yasalarına uymalıydı. Bu düşünceye göre, enine dalga özelliği taşıyan ışık dalgası, yayılım düzlemine dik açılarda kutuplaşınca polarizasyon ortaya çıkıyordu.



James Clerk Maxwell (1831-1879)

Fresnel'in polarizasyonla ilgili matematiksel açıklaması ve esnek katı esir hakkındaki düşünceleri dalga kuramının gelişim tarihinde önemli yer edinse de öngörülerinde ciddi eksiklikler bulunuyordu. Öncelikle

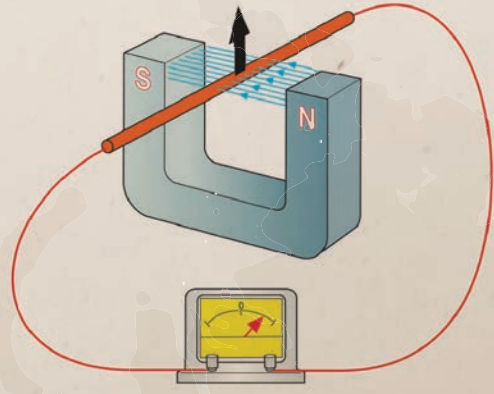
açıklamasında esire büyük yer ayırmış olsa da esirin varlığına ilişkin olgusal bir kanıt sunmamış, ayrıca esirin olağanüstü bir hızla yayılan ışığın hızını nasıl aktardığı konusunda da sessiz kalmıştı. Tam da bu sırada yine esir düşüncesine dayalı ancak elektrik ve manyetizma konularını esas alan yeni bir açıklama ileri sürüldü: elektromanyetizma kuramı. Kuramın mimarı "elektromanyetik esir" fikrini geliştiren James Clerk Maxwell (1831-1879) idi.

Maxwell ve Elektromanyetik Kuram

Elektrik, elektriklenme ve mıknatıs konusunda epeyce eskilere giden bilgiler mevcut olsa da on dokuzuncu yüzyılın başlarında Michael Faraday'ın (1791-1867) elektrik akımı ve mıknatıslanma arasındaki etkileşmeyi belirlemesi önemli gelişmelere kapı araladı. Elektrik akımının mıknatısı, mıknatısın da elektrik akımını etkilediğini deneysel olarak kanıtlayan Faraday, böylece elektrik ile manyetizma arasındaki karşılıklı etkileşimin temellerini attı. Sonrasında, manyetik alan değişiminin elektrik akımına yol açtığını gözlemlemesi bilim tarihinde yeni bir alanın doğmasına önayak oldu. Özellikle de kuramsal olarak geliştirdiği kuvvet çizgileri fikri, kelimenin tam anlamıyla ufuk açıcı bir yenilikti. Nitekim Faraday'ın bu fikrinden yola çıkan Maxwell, geliştirdiği elektromanyetik kuram sayesinde onun kuvvet çizgileri düşüncesinin nicel anlatımını yapmayı başardı. Dahası, bundan kısa bir süre sonra elektrik ve mıknatıslanma arasındakine benzer bir etkileşimin ışık ve elektrik arasında da bulunduğu fark edildi. Böylece ışık, elektrik, manyetizma ve ısı konularına ilişkin olguların birlikte açıklanması mümkün hâle geldi. Elektromanyetik kuramın anahtar kavramları etkileme ve etkilenmedir. Maxwell etkinin de etkilenmenin de bütünüyle fiziksel olarak meydana geldiğini, dolayısıyla da bu eylemler gerçekleştiği sırada mekanik bir durumun söz konusu olduğunu ileri sürüyordu. Fiziksel etkiye inanan Maxwell; uzaktan etki düşüncesini, yani fiziki temasın olmadığı durumlarda itme, çekme vb. hareketlerin gerçekleşme ihtimallerini bütünüyle reddediyordu. Bu düşüncesini temellendirebilmek için kendi imgelem yetisine dayanarak yeni bir esir türü geliştirdi. Söz konusu esir, sözü edilen bütün fenomenlerin meydana gelmesine ve iletilmesine imkân

tanıyan bir yapıya sahipti. Başka bir deyişle, esir katı olmalıydı! Mekanik kuralların işlemesine uygun olmalı ve esneklik gösterebilmeliydi. Böylece dalgaların hareketi için uygun bir ortam sağlayabilirdi. Bu bağlamda elektrik ve manyetik özelliğe sahip nesnelerin çevrelerinde manyetik alan oluşturduğunu ileri süren Maxwell, geliştirdiği kurama “elektromanyetik alan kuramı” adını verdi. Dalga nitelikli olduğunu kabul ettiği ışık, ısı, elektrik ve manyetizma hareketlerinin esirden oluştuğunu ve esirin bütün uzayı doldurduğunu varsaydı. Esirin sürekli bir enerji titreşimi içerdiğini ve elektromanyetik alanın dalga hareketi yapmasına yol açtığını ileri sürdü. Kuramını temellendirmek için önce elektrik alanı, elektrik akımı, statik elektrik, elektrik akımının manyetik etkisi, elektromotive kuvvet, elektriksel polarizasyon, yer değişimi ve benzer konu ve kavramların tanımlarını yaptı. Manyetizma konusunda da emsal bir çalışma gerçekleştiren Maxwell; manyetik kuvvet, manyetik şiddet, manyetik parçacığın özellikleri, mıknatısın kutupları arasındaki ilişki, polarizasyon, manyetik indüksiyon vb. kavramları detaylıca açıkladı.

Maxwell araştırmalarının ilk sonuçlarını “A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field” (“Dinamik Elektromanyetik Alan Kuramı”, 1865) başlıklı makalesiyle duyurdu. İleri düzey deney ve kuramsal değerlendirmelerine ilişkin bulgularını ise *A Treatise on Electricity and Magnetism* (“Elektrik ve



Manyetizma Üzerine Bir İnceleme”, 1873) başlıklı kitabında yayımladı. Bu çalışmasında bilimsel araştırmancının gözlem, deney ve matematiksel ifade olmak üzere üç evresi olduğunu açıkladı. Elektromanyetik alan araştırmalarında niteliklerin doğru şekilde ölçülebilmesi için uzunluk, zaman ve kütle olmak üzere üç birime ilişkin temel verilerin gerektiğini dile getirdi ve ünlü “Maxwell denklemleri”ni geliştirdi. Denklemlerde elektrik alanı ($\vec{E}$), manyetik alan ($\vec{B}$), elektrik akımı ($\vec{J}$), elektrik yükü yoğunluğu (ρ) ve ışık hızı (c) arasındaki matematiksel bağıntıları ele aldı. Maxwell böylece elektromanyetik yayılımı matematiksel anlamda açıklamayı başardı. Ulaştığı sonuçlar daha sonra Heinrich Hertz (1857-1894) tarafından deneylerle de doğrulandı.

Gelecek sayıda esirin varlığına ilişkin başka araştırmaları ele alacağız. ■

Kaynaklar

Bernstein, J., *Einstein*, Çeviren: Nazan Hekim & Reşit Canbeyli, İstanbul: Yazko, 1982.

Buchwald, J. Z., “Fresnel and Diffraction Theory”, *Archives Internationales D'Histoire des Sciences*, Cilt: 33, Sayı: 110, Rome 1983,

Shaffner, K. F., *Nineteenth Century Aether Theories*, Pergamon Press, Oxford: Pergamon Press Ltd., 1972.

Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.