

Işık Uygarlığında

2015 Uluslararası Işık Yılı

Tam 1050 yıl önce, Basra'da Hasan adı verilen bir çocuk doğdu. Dönemin bilim ve araştırma merkezi olan bu coğrafya, sıra dışı bir zekâya sahip çocuğun kendini keşfetmesi için çok uygun bir ortamdı. Hasan, eğitimine masallar diyarı Bağdat'ta devam etti. Astronomiden yerbilimlerine kadar her alanda devrin en iyi bilginleri bu şehri merkez olarak seçmişti. Hasan ibn-i Heysem, bu kurtlar sofrasında kısa sürede üne kavuştu. Daha sonraları ise Mısır'a taşındı ve kendini dış dünyaya kapayarak araştırmalarına yoğunlaştı.

Özellikle optik bilimi onun için bir tutku halini almıştı. Kendi devrine kadar ışıkla ilgili yazılmış eserlerin hiçbirini tatmin edemedi. Tarihini görmediği bir yenilikçilikle deneyler tasarlıyor, deneylerin sonuçlarına göre kuramlarını şekillendiriyordu. Gözlemleri ile üstün matematiğini ustalıkla birleştiriyordu. Bilim tarihçilerinin, onu modern anlamda "ilk bilim insanı" olarak nitelendirmesinin nedeni, geliştirdiği kontrollü deneylere ve gözlemlere dayalı bilimsel yöntemiydi.



Ibn-i Heysem sayesinde insanlık ilk defa ışığın doğası hakkında somut verilere ulaşmıştı. Fotoğraf makinesinin temeli olan karanlık odadan kırılma ve yansıma konularına kadar, ışıkla ilgili her konuda araştırma yaptı. Öyle ki, o güne kadar sonsuz bir hızla ilerlediği düşünülen ışığın sınırlı bir hızı olduğunu öngörüyor; hatta az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçişte gözlenen kırılma olgusunu, ışığın yoğun ortamda daha yavaş ilerlemesine bağlıyordu. Çalışmaları kendinden iki yüzyıl sonra yaşamış olan Bacon'ın çağdaş bilimsel yöntemi geliştirmesinde en büyük ilham kaynağı oldu. Kendisinden altı yüzyıl sonra yaşamış olan Descartes bile ışığın yoğun ortamda daha hızlı ilerlediğini iddia ederek İbn-i Heysem'in gerisinde kalıyordu. Bu uzak görüşlü adam Descartes'tan Huygens'e, Da Vinci'den Kepler'e kadar onlarcasını etkilemeyi başarmıştı.

Tam bin yıl önce İbn-i Heysem'in tutuşturduğu kıvılcım, bugün içinde yaşadığımız ışık uygarlığının işaret fişegi oldu. Onun ilkeleriyle ışığın davranışını çözen insanlık zaman içinde gözlük, teleskop, mikroskop, prizma gibi icatlarla gelişimine devam etti. Sekiz yüzyıl sonra sıra ışığın kendisinin ne olduğunu anlamaya gelmişti. 1815 yılında Fresnel ışığın bir dalga olduğunu ortaya çıkardı. Sonraki yıllarda Faraday, manyetik alandan geçen ışığın polarizasyon yönünün değiştiğini fark ederek ışıkla elektromanyetizma arasındaki ilişkiyi ilk kez keşfetti. Maxwell 1865'te ışıkla ilgili asırlık birikimleri zirveye taşıdı ve elektromanyetik dalga kuramını oluşturarak ışığı uzay boşluğunda ilerleyen bir elektromanyetik alan olarak modelledi. Maxwell'in modeline ait matematiksel denklemler ile o güne kadarki gözlemler mükemmel bir uyum içindeydi.

Işığın sadece gözümüzle algılayabildiğimiz bir varlık olmadığını, aslında görüldüğünden çok daha geniş bir kavram olduğunu 1800 yılında Herschel'in kızılötesi ışığı keşfiyle anladık. William Herschel prizmayla Güneş'in ışığını renklerine ayırıştırarak termometre ile her rengin sıcaklığını ölçerken, kırmızı ışığın ötesindeki bölgenin de termometreyi etkilediğini fark etti. Böylece, gözümüzle algılayamadığımız ışık renklerinin olduğu ortaya çıktı. Aynı yıllarda morötesi ışınların da keşfiyle evren algımız birden katlanıverdi. Artık duvarların ötesini görebiliyor, milyonlarca ışık yılı uzaktaki yıldızlardan gelen ışığı inceleyebiliyorduk.

20. yüzyılın ilk yılları ışık uygarlığının altın çağı oldu. Bir yanda kızılötesi ışık olan radyo dalgaları üzerine yapılan çalışmalar haberleşme, savunma sanayileri ve uzay araştırmalarında çığır açarken, diğer yanda yüksek enerjili morötesi ışıklar olan X ve gama ışınları ile atom araştırmalarında, sağlık ve görüntüleme teknolojilerinde devrim niteliğinde buluşlara imza atıldı. İnsanoglu ışığın ne olduğunu çözdükçe ona hükmetmeyi başarıyor, hiç umulmadık faydalarını birbiri ardına keşfediyordu. 1895'te Wilhelm Röntgen, yüksek enerjili elektronları yavaşlatarak elde ettiği X-ışınlarını karısının elinden geçirerek

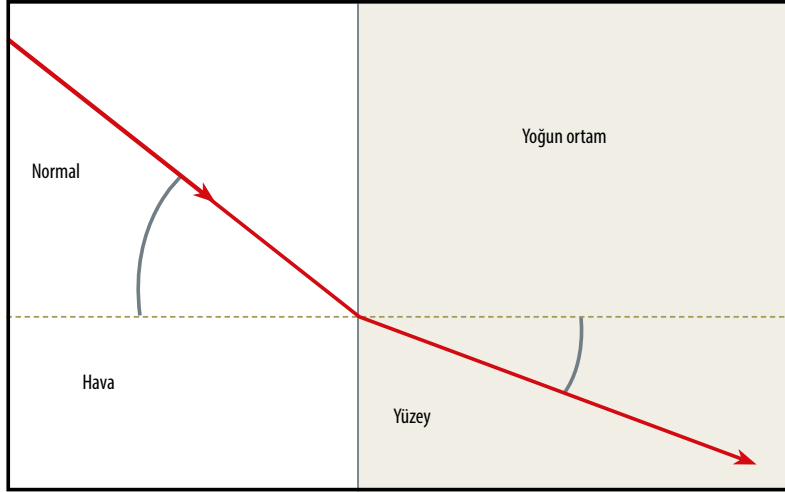
el kemiklerinin görüntüsünü elde ettiğinde, tıpta bir çığır açığının farkına varmış olmalı. Ancak bu ışınlar insan vücuduna uzun süre isabet ettiğinde telafisi imkânsız zararlara yol açıyor. Dünyamız çok yoğun bir şekilde uzaydan özellikle de Güneş'ten gelen X-ışınlarına maruz kalsa da bizler bundan etkilenmeyiz. Morötesi ışınlar atmosfer tarafından büyük oranda soğurulduğu için uzaydan gelen yüksek enerjili, zararlı ışınlar bize zarar vermez. Ancak atmosfer tarafından soğurulduğu için yıldızların yüksek frekanslı ışıınımlarını da yeryüzünden göremeyiz. Uzay araştırmaları için morötesi ışığı algılayan teleskoplar Dünya yörüngesine gönderilir ve bu sayede evrenin görünmeyen köşelerinde gizli pek çok sırrı çözeriz. NASA'nın gönderdiği Chandra X-Işın Gözlemcisi bunlardan biridir. Chandra X-ışını teleskobuyla normal teleskopların asla algılayamayacağı karadelikler hakkında geniş bir bilgi birikimimiz oldu. Karadelikler aşırı kütleçekimine sahip ölü yıldızlardır. Karadelğin olay ufkundan ışık bile kurtulamaz, bu yüzden görünmezler. Ancak çevrelerinde yıldız, gaz veya toz bulutu varsa karadeliklerin kütleçekimine kapılarak çok yüksek hızlarda karadeliğe düşer. Bu sırada çok ısınır ve morötesi ışırlar. Karadelikleri bu şekilde tespit etmek mümkündür.

Işık ile İlgili Araştırmalara Verilen Nobel Ödülleri

Bugüne kadar verilen 108 Nobel Fizik Ödülü'nden 25'i doğrudan ışığı ve ışık teknolojilerini ilgilendiren çalışmalara verildi.

1901	Wilhelm Röntgen X-ışınlarını keşfiyle	1920	Albert Einstein fotoelektrik etkiyi açıklamasıyla	2002	Riccardo Giacconi kozmik X-ışınları kaynağı bulduğu için
1903	Antoine Henri Becquerel, Pierre ve Marie Curie radyasyon üzerine yaptıkları araştırmalarla	1921	Niels Bohr atom spektrum çizgilerini açıklamasıyla	2005	John Hall ve Theodor Hänsch lazer temelli spektroskopisi üzerine yaptıkları araştırmalarla
1905	Philipp Lenard katot ışınları çalışmalarıyla	1924	Karl Manne Georg Siegbahn X-ışın spektroskopisi çalışmalarıyla	2006	John Mather ve George Smoot kozmik fon ışıınımadaki anizotropi üzerine yaptıkları çalışmayla
1907	Albert Abraham Michelson spektroskopisi üzerine çalışmalarıyla	1927	Arthur Compton ışığın parçacık yapısının anlaşılmasına yaptığı katkıyla	2014	Isamu Akasaki, Hiroshi Amano ve Shuji Nakamura verimli mavi LED keşifleriyle Nobel Ödülü almaya hak kazandı.
1908	Gabriel Lippmann girişim desenleri kullanarak fotoğrafik olarak renkleri elde etmesiyle	1930	Chandrasekhara Raman ışık saçılma çalışmalarıyla		
1911	Wilhelm Wien ısı ışıınımları üzerine çalışmalarıyla	1936	Victor Franz Hess kozmik ışıınımları keşfiyle		
1914	Max von Laue X-ışını kırınımı ile kristal yapıları gözlemlemesiyle	1964	Charles Townes, Nicolay Basov ve Aleksandr Prokhorov lazerin keşfine katkılarıyla		
1915	Henry Bragg ve Lawrence Bragg kristal yapıları X-ışınları kullanarak analiz deneyleriyle	1966	Alfred Kastler atomik rezonanslar üzerine optik yöntemler geliştirmesiyle		
1917	Charles Glover Barkla elementlerin karakteristik X-ışınlarını elde etmesiyle	1978	Arno Penzias ve Robert Wilson kozmik fon ışıınımları keşifleriyle		
1918	Max Planck ışığın kesikli yapıda (kuanta) olduğu açıklamasıyla	1981	Nicolaas Bloembergen ve Arthur Schawlow lazer spektroskopisine yaptıkları katkıyla		
		1997	Steven Chu, Claude Cohen ve William Phillips lazer ışığı ile atom soğutma çalışmalarıyla		

Uzayın gizemleri sadece X-ışınlarıyla değil, kızılötesi ışınlarla da çözülüyor. Özellikle 1965'te Aron Penzias ve Robert Wilson adlı iki mühendis, uzayın her yönünden gelen belirli bir frekanstaki radyo dalgalarını keşfettiğinde bilim dünyasında büyük heyecan yaşanmıştı. Keşfettikleri ışıma, evrenin ilk var olduğu Büyük Patlama anından bir hatıraydı.



En kısa zaman ilkesi

"Fermat ilkesi" olarak da bilinen bu ilkeye göre, ışık iki nokta arasındaki yolu olabilecek en kısa sürede alır. Işık iki farklı ortamda bulunan iki nokta arasında ilerlerken doğrusal bir yol izlemez. Aksine yoğun ortamda daha kısa yol almayı tercih eder ve ortam değiştirdiği noktada ışığın doğrultusu değişir. Çünkü yoğun ortamda ışık daha yavaş ilerler. İbn-i Heysem ışığın hızının sınırlı olduğunu, hatta ortamın yoğunluğuna göre hızının azaldığını keşfetmesiyle ışık kırılmalarını açıklayamayı başarmıştı. Böylece Fermat ilkesinin ilk halini tarihe kaydetmişti.

Işık, hangi dalga boyunda olursa olsun, belli bir kaynaktan çıktıktan sonra uzay boşluğunda her yönde dağılarak ilerler. Fakat 1960'larda bilim adamları aynı dalga boyunda, eş fazlı hareket eden bir ışın demeti oluşturmayı başardı. Bu, çok uzun mesafeler boyunca dağılmadan ilerleyebilen, yoğunlaştırılmış tek renkli bir ışık elde etmek demekti. Lazer adı verilen bu ışık teknolojisi önceleri "problemi olmayan bir çözüm" olarak adlandırılırsa da, kısa sürede sayısız uygulama alanı buldu. İlk olarak 1974'te barkod tarama olarak kullanıldı. 1978'de optik disk sürücülerde kullanılarak veri depolama cihazlarında kullanıldı. Lazer teknolojisi sayesinde uzay gemileriyle optik haberleşme mümkün oldu. Tıpta yüksek enerjili lazer kullanılmaya başlandı ve kansız ameliyatlar, böbrek taşı kırma, göz ameliyatları, tümörlü bölge yakma gibi birtakım operasyonlar gerçekleştirildi. Hedef belirleme, uzaklık ve hız ölçme gibi uygulamalarla savunma endüstrisinde sıklıkla kullanılır oldu. Lazer teknolojisi fotokopi cihazlarına inanılmaz bir hız kazandırdı. Endüstride, bilim ve araştırma alanlarında ısıtma, işaretleme, kesme gibi sayısız işlemlerde kullanılmaya başlandı. Örneğin Apollo 11 ve Apollo 14 astronotları Ay ziyaretlerinde yüzeye ayna bırakmıştı. Teksas'taki MacDonald Gözlemevi'nden gönderilen lazer ışını bu aynalardan yansıyarak tekrar Dünya'ya ulaşıyor. Lazer ışığının gidip gelme süresi ölçülerek Dünya ile Ay arasındaki mesafeyi tam olarak belirlemek mümkün oluyor.

Lazer teknolojileri son 50 yıldır hayallerin ötesinde ilerleme kaydetti. Artık son derece yoğun ve güçlü lazer ışınları üretmek mümkün. Bu yoğun lazer uygulamalarından biri parçacık hızlandırıcılarda devrim niteliğinde yeniliklere kapı aralamış durumda. "Laser WakeField Acceleration" (LWFA) adı verilen yeni teknolojide, kısa aralıklarla plazma halindeki maddeye gönderilen aşırı yoğun lazer atımları, plazma içinde sadece birkaç santimetre aralıkta milyonlarca volt elektrik potansiyelin oluşmasına neden oluyor. Plazmaya dışarıdan elektron gönderilince bu elektronlar plazma içinde oluşan potansiyel nedeniyle son derece yüksek hızlara ulaşabiliyor. Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarı'nda 9 cm gibi bir aralıkta 4,2 milyar eV enerjiye sahip elektronlar üretilbildi. CERN, FermiLab gibi büyük hızlandırıcılarda bu değerlere ulaşmak için birkaç kilometre uzunluğunda dev tüneller kullanıldığı düşünülürse, lazer teknolojisinin geleceğimizi nasıl değiştireceği hakkında ipuçları yakalamak mümkün.

20. yüzyıl başlarında ışık ile madde arasında sanılandan çok daha kuvvetli bir etkileşim olduğu ortaya çıkmıştı. Atomun yapısı keşfedildikçe, elektronların atom etrafında rastgele dönmediği, belirli yörüngelere hapsedildiği anlaşıldı. Bu elektronlar dışarıdan (ısıtarak veya elektrik alan uygulama yoluyla) enerji verilerek uyarıldığında geçici bir süre üst mertebeli yörüngelere çıkıyor, ancak tekrar eski konumlarına döndüklerinde ışık yayarak enerji kaybediyorlardı. Bu hayli ilginç bir sonuç doğurdu. Her elementin ve bileşiğin kendine has enerji değerlerine sahip yörüngeleri vardı ve uyarılan her elementten ve bileşikten ancak belirli dalga boylarında ışık çıkıyordu. Bu, tam olarak bir elementin parmak izini yakalamak demekti. Böylece her bir element, hatta her bir bileşik, uyarıldığında yaydığı ışık ile kendisini belli eder. Dolayısıyla, laboratuvarımda oturduğumuz yerden milyonlarca ışık yılı uzaktaki bir yıldızdan gelen ışığı inceleyerek bile, yıldızın kimyasal bileşimine dair fikir elde etmemiz mümkün oldu. Uzaydan gelen ışınları bu yöntemle ilk inceleyenler 1860'lı yıllarda Margaret ve William Huggins'ti. Yıldızlardan gelen ışığı analiz ettiklerinde, yıldızlarda da Dünya'daki hidrojen, demir, karbon gibi elementler bulunduğunu gördüler. Bu hayret edilecek bir sonuçtu, çünkü o güne dek fizik ötesi anlamlar yüklenen gök cisimlerinin de aslında bildiğimiz maddeden oluştuğu ilk defa belirlenmişti.

Spektroskopi denilen bu yöntem çok kısa bir sürede sayısız farklı alanda uygulanmaya başlandı. Belli bir miktar örneğin içinde hangi elementin veya hangi bileşiğin ne oranda bulunduğunu tam olarak belirlemek spektroskopi yöntemiyle mümkün oldu.



Bugün ışık spektroskopisi ile pek çok hastalığa kolayca tanı konabiliyor, endüstride gerekli yerlerde kimyasal analizler kolayca yapılabiliyor, astronomide en uzak bulutsuların içerikleri kolaylıkla saptanabiliyor. Farklı ışık spektroskopisi yöntemleri hayatın her alanında yüzlerce uygulama alanı buluyor ve hayatımızı kolaylaştırıyor.

Günümüz teknolojisinde yarı iletken malzemelerin çok önemli bir yeri var. Elektronik devrelerin olmazsa olmazı, silisyum temelli yarı iletken diyotlar ve transistörlerdir. Bazı yarı iletken devre elemanlarının elektrik alan uygulandığında ışık yaydığı 1927'den beri biliniyordu. Ancak uygulamalarının ortaya çıkması için yaklaşık 40 yıl beklemek gerekti. İlke aynı: Elektrik alan uygulanan malzemenin içindeki elektronlar, üst mertebeli enerji seviyelerine uyarılır. Elektronlar tekrar alt mertebeli enerji seviyelerine dönerken belirli dalga boylarında ışık yayar. Yarı iletken malzemenin türüne ve bileşimine göre bu ışığın rengini ve şiddetini kontrol etmek mümkündür. "Işık yayan diyot" (LED) olarak adlandırılan bu malzemeler özellikle 80'li yıllardan sonra hayatımızın her alanında yoğun bir şekilde kullanılıyor. LED aydınlatmalar çok uzun ömürlü olmaları, elektrik enerjisinin neredeyse tamamını ışık enerjisine dönüştürmeleri, TV ekranından sokak lambalarına kadar sayısız alanda kullanılabilmeleri ve ucuz, çevreci hammadde kullanmaları gibi avantajlarından dolayı ışık medeniyetimizin en önemli aktörlerinden biridir. Özellikle son yıllarda organik malzemelerden üretilen LED cihazlar (OLED) taşınabilir elektronik aletlerde esneklik, düşük enerji tüketimi ve geri dönüşüm sağladığı için günlük hayatımızda yer almaya başladı.

Işığın ve ışığa bağlı tüm bu teknolojilerin yaşamımızdaki önemine vurgu yapmak amacıyla, UNESCO 2015 yılını "Uluslararası Işık Yılı" olarak ilan etti ve bu karar Birleşmiş Milletler çatısı altında Uluslararası Bilim Konseyi ve başka birtakım ulusal ve uluslararası organizasyonlar tarafından da kabul edildi. 2015 Işık Yılı Yönlendirme Komitesi Başkanı John Dudley Uluslararası Işık Yılı'nın, ışık teknolojilerinin problem çözme yetisinin yöneticilere gösterilmesi açısından müthiş bir fırsat olduğunu belirtiyor. Uluslararası Işık Yılı olarak bu yılın tercih edilmesinin nedeni 2015'in İbn-i Heysem'in optik çalışmalarını topladığı Kitab-ül Menazir adlı eserinin bininci yılı, Einstein'ın ışığın davranışını betimlediği görecelik kuramının yüzüncü yılı ve Fresnel'in ışığın dalga yapısını göstermesinin iki yüzüncü yılı olmasıdır. UNESCO'ya üye devletler ışık teknolojileri hakkında farkındalık oluşturmak amacıyla etkinlikler düzenlemeye de teşvik ediliyor. Konuyla ilgili ayrıntılı bilgi için light2015.org internet adresine başvurulabilir.



Kaynaklar

- "Uluslararası Işık Yılı" aktivite listesi: <http://light2015blog.org/www.ibnhalhaytham.com/>
- Smith, A. M., "What is the History of Medieval Optics Really About?", amphilosoc.org/sites/default/files/proceedings/480202.pdf
- Smith, A. M., "Alhacen's Theory of Visual Perception", *Transactions of the American Philosophical Society*, Sayı 91, Bölüm 4&5, 2001.
- Pukhov, A. ve Meyer-ter-Vehn, J., "Laser Wake Field Acceleration (LWFA)", *Applied Physics*, Cilt 74, s. 355, 2002.
- Fu, Q., "Solar Radiation", *Encyclopedia of Atmospheric Sciences*, Academic Press, s. 1859, 2002.
- Townes, C. H., "How the Laser Happened: Adventures of a Scientist", Oxford University Press, s. 69, 1999.