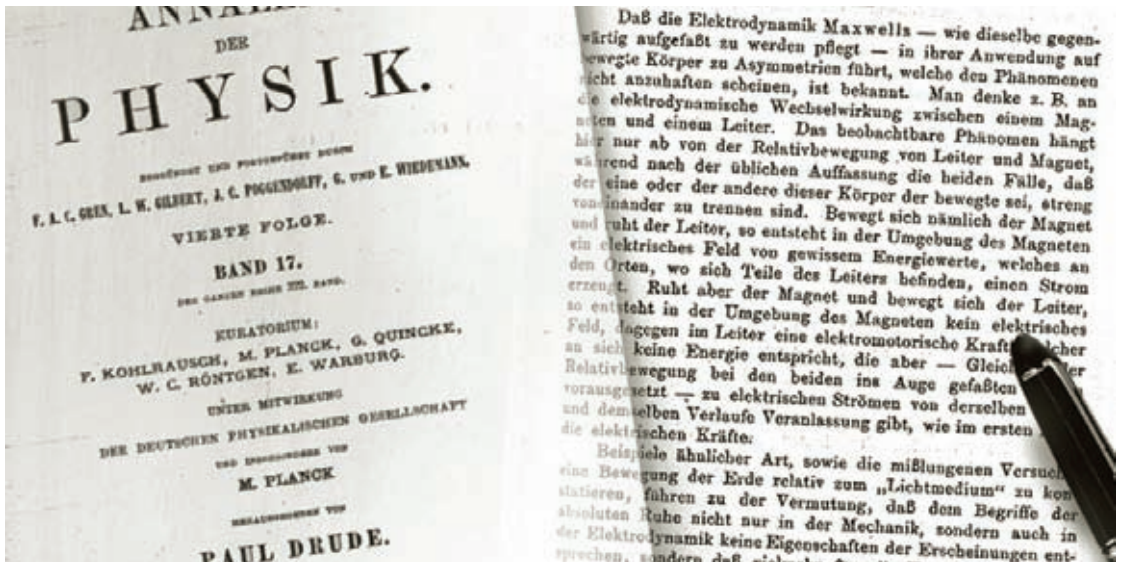


Einstein'dan Farklı Düşünenler

Özel Görelilik Kavram Yanılgıları mı İçeriyor?

Modern fiziğin konularından biri olan özel görelilik kuramı, 19. yüzyılın sonunda birçok bilim insanının katkısıyla şekillenmiş, ancak Albert Einstein'ın 1905 yılında yayımladığı "Hareketli cisimlerin elektrodinamiği üzerine" adlı makalesiyle ilk defa olarak derli toplu ve anlaşılır bir şekilde sunulmuştu. Özel görelilik, postulatları yani önkabulleri ve sonuçlarıyla anlaşılması ilk etapta zor ama deneysel kanıtları bulunan ve matematiksel olarak karmaşık olmayan bir kuramdı. Zaman dördüncü boyut olarak sunuluyor, ışık hızının sabitliği önkabulü yapılıyor, elektromanyetik dalgaların yayılması için bir ortama gerek duyulmuyordu. Üstelik önkabullerin geçerli olması için uzay-zaman garip davranışlar gösteriyordu. Einstein makalesini yayımladıktan sonra olumlu tepkilerin yanında başta akademik çevreden sonra halktan olumsuz tepkiler almaya başladı. Einstein karşı çıkışları siyasi bulduğunu söyledi. Ancak akademik dergilere taşınan özel görelilik tartışmaları hiçbir zaman son bulmadı, hatta günümüze kadar devam etti. Halen akademisyenler, bilimsel kurumlar ve akademik dergiler özel görelilik kuramını çürüttüğünü ya da kuramın önkabullerinin problemliliğini iddia eden mektuplar, e-posta mesajları, makaleler alıyor. Milena Wazeck gibi bazı bilim tarihçileri bu tepkilerin nedenlerine iniyor, Mitchell Feigenbaum, David Mermin gibi bazı fizikçiler ise özel göreliliğin Einstein'ın 1905 yılında yayımlanan makalesindeki gibi sunulmasını reddediyor.

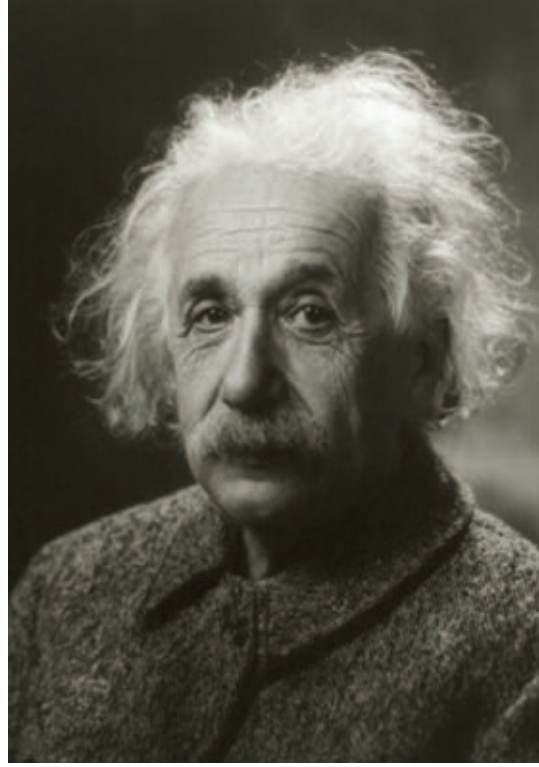


Görelilik ve İlk Karşı Çıkmışlar

New York Üniversitesi'nden araştırmacı Milena Wazeck, aynı zamanda *Einstein's Opponents* (Einstein Karşıtları) adlı kitabın yazarı. Wazeck araştırmaları sırasında Ernst Gehrcke'nin 1900'lü yıllara ait arşivini inceleme imkânı yakalıyor. Einstein'ın o yıllardaki en büyük eleştirilenlerinden olan Gehrcke, yüzlerce gazete kupürü, broşür ve mektup biriktirmiş. Daha çok Avrupa ve ABD'deki Einstein muhalifleri tarafından yazılan bu mektupları ve Einstein'a karşı planlı bir şekilde yürütülen antipropagandaya ait bir sürü yazılı belgeyi inceleyen Wazeck, göreliliğe karşı çıkma ve Einstein'ın sevilmemesi sebeplerinin çok çeşitli olduğunu vurguluyor.

O dönemlerdeki tepkilerin biraz da alışkanlıklar ve inanç sistemleri ile ilgili olduğunu görüyoruz. Uzay ve zamanın mutlak olması gerektiğinden, değişken bir uzay-zamanın sebep sonuç ilişkisini bozacağından hareketle kuramı reddedenler olmuş. Geleneksel bir çizgi izleyen bilim insanları özel görelilikte esire (etere) gerek duyulmamasını eleştirmiş ve kuramı kabullenememişler. Elektrik ve manyetik kuvvetlerin yayılması için esir olmalı, bu kuram esiri yok sayıyorsa yanlışır diyerek baştan reddetmişler. Milena Wazeck'ın kitabında Einstein karşıtlarının bir kısmı bilimin geleceği konusunda kaygı duyan insanlar olarak betimleniyor. Özel ve genel göreliliğe karşı çıkanlar sanki biraz da fiziğin temelleri kökten değiştiği için endişelenmişler. Bir grup, bu modern kuramlarla fizik metafiziğe kayıyor ve bilimsellikten uzaklaşıyor diye endişe duyarken bir grup da bu kuramların getirdiği fiziksel açıklamalar metafizik inançlarıyla uyuşmadığı için karşı çıkmışlar. Bazıları fiziğin içerisine fazlaca matematik girince fiziğin gerçeklikten uzaklaştığını, bilimin anlaşılabilirliğinin azaldığını savunmuş. Doğa bilimlerinin gerçeğin bilimi olduğunu, matematiğin doğa bilimlerine müdahalesini gerçeklikten uzaklaşma olarak nitelendirmişler.

Milena Wazeck, Gehrcke'nin biriktirdiği belgeler arasında "Academy of Nations" (Milletlerin Akademisi) adında esrarengiz bir organizasyona ait belgelere de rastlamış. Einstein karşıtlarının uluslararası ağı olan bu organizasyonda birçok akademisyen bulunuyor. Kurucusu Arvid Reuter-dahl organizasyon faaliyetlerine Einstein'ın 1915 yılında yayımladığı genel görelilik makalesindeki öngörülerin 1919'da gökbilimci Arthur Eddington ve ekibi tarafından deneysel olarak doğrulanması üzerine hız veriyor. Zira genel göreliliğe gelen bu



destek Einstein'ı akademik bir yıldız haline dönüştürüyor. Reuter-dahl'ın Einstein'a tepkisi esas olarak kendi çalışmasına atıf yapılmadan alıntılar yapıldığına inanmasından kaynaklanıyor. Arvid Reuter-dahl esire gerek duyulmadığını Einstein'dan önce kendisinin bir makalede ele aldığını iddia ediyor. Ayrıca birkaç yıl sonra uzay-zaman ile ilgili yazdığı bir makalesini incelemesi için İsveç'te bir profesöre yolladığını ve o makalenin Almanya'da bir akademisyenin eline geçtiğini, olaydan bir yıl sonra da Einstein'ın genel görelilik makalesini yayımladığını söylüyor. Milletlerin Akademisi'ne, modern fiziğin yeni kavramlarını kabullenmek istemeyip bilimin elden gittiği endişesiyle üye olanlar da var. Milena Wazeck, bu organizasyonun ABD'deki üyelerinin ileriki yıllarda akademideki Yahudi egemenliği sebebiyle makalelerini yayımlayamadıklarını belirttiklerini ve organizasyon faaliyetlerinin 1930'lara kadar devam ettiğini söylüyor.

Göreliliğin Birinci Postulatu

Sadece eylemsiz gözlem çerçevesine özgü olduğu için özel önekini alan görelilik kanununun iki postulatu var. Birinci postulata göre fizik kanunları eylemsiz (ivmesiz - hızı değişmeyen) gözlem çerçevelerinin hepsinde aynıdır. Gürültüsünü duymadığımız, içinde sarsılmadığımız ve dışarıya bakmadığımız bir arabanın içinde olduğumuzu düşü-

nelim. Araba ivmeleniyorsa yani hızlanıyor ya da yavaşlıyorsa üzerimize etki eden kuvvetleri hissederiz ve hareket halinde olduğumuzu anlarız. Ancak araba sabit hızda gidiyorsa hareket edip etmediğimizi anlayamayız. Duran bir araba ile sabit hızla ilerleyen arabaların her ikisi de eylemsiz sistemlerdir ve her iki gözlem çerçevesinde de fizik kanunları aynıdır. Özel göreliliğin birinci postulatı olan bu önerme, Galileo'dan beri bilinir. Hatta Galileo "Dünya'nın döndüğünü hissetmediğimize göre Dünya hareket etmiyor, hareket eden Güneş" diyenlere eylemsiz gözlem çerçevelerini açıklayarak cevap vermeye çalışmış. Dahası Galileo duran bir sistemdeki bir olayın hareket halindeki başka bir sistemden nasıl algılanacağını, gözlem sonuçlarının birbirine göre sabit hızla hareket eden iki sistem arasında nasıl değişeceğini formüllerini geliştirmiş.

Galileo dönüşümleri denen ve yüzyıllardır kullanılan bu formüller, her seferinde çok güzel işlemiş. Ta ki 1860'larda James Clerk Maxwell tarafından geliştirilen elektrik ve manyetik alanlar arasındaki ilişkiyi özetleyen denklemlere kadar. Çünkü Maxwell'in denklemleri Galileo dönüşümleri sonucu aynı kalmıyor. Öyle ise fizik kanunlarının hangi eylemsiz koordinat sistemi kullanılırsa kullanılsın aynı olması gerekliliği sadece mekanik formülleri için geçerli; elektromanyetik ve optik formülleri için geçerli değil. Ancak bilim insanlarına göre doğa kanunları arasında çifte standart olamaz Bu durumda bilim insanları anlaşılması kolay olan ve yüzyıllardır kullanılan Galileo dönüşüm formülleri yanlış olamaz, olsa olsa Maxwell denklemleri yanlıştır düşüncesinden hareketle elektromanyetizmayı sorgulamış. İşin garibi Maxwell denklemleri o zamana kadar kuramsal olarak açıklama getirilemeyen gözlemleri, elektrik ve manyetizma olgularını başarılı bir şekilde anlatıyor. Bu başarısından dolayı Maxwell denklemlerinden kolayca vazgeçilemiyor. Hendrik Lorentz 1890'larda bu denklemleri Galileo dönüşümleri altında değişmeyecek bir formata sokmaya çalışıyor ve kendi ismiyle anılan Lorentz dönüşüm formüllerini buluyor. Ancak Lorentz, bulduğu formüllerin elektromanyetizmaya özgü olmadığını fark etmediği gibi evrenimizde neye karşılık geldiği üzerine de açıklamada bulunmuyor. "Tüm fizik kanunları Lorentz dönüşümleri altında değişmezdir" açıklamasında bulunan Henri Poincaré ve ardından Albert Einstein oluyor. Albert Einstein, uzay-zamanı doğrudan Lorentz formülleriyle anlatıyor ve yine "Hareketli cisimlerin elektrodinamiği üzerine" adlı makalesinde belirttiği iki postulatın Lorentz formüllerine ulaşıyor.

Göreliliğin İkinci Postulatı

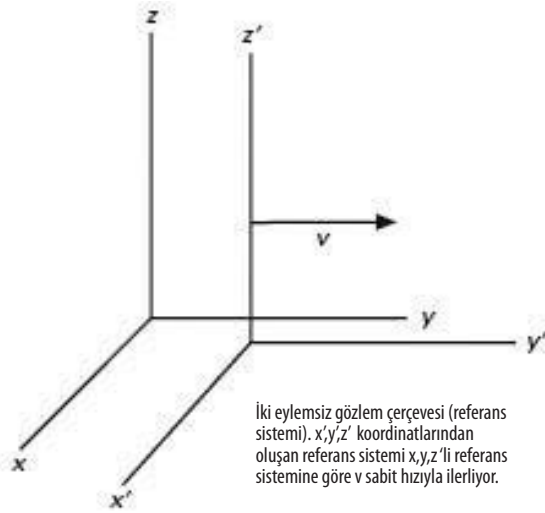
Peki nedir Einstein'ın sunduğu ikinci postulat? İkinci postulat ışığın boşluktaki yayılma hızının bütün gözlem çerçevelerinde aynı olduğunu, ışık kaynağının ve gözlemcinin hareketinden bağımsız olduğunu söyler. Einstein bu önkabulü öyle düşündüğü için değil, o dönemki kuramsal ve deneysel sonuçlardan yola çıkarak yapıyor.

Her şeyden önce ışığın elektromanyetik dalga olduğunu gösteren Maxwell denklemlerine göre ışığın boşluktaki hızı, her zaman saniyede 300.000 km. Peki kime göre, neye göre 300.000 km/s? Cevap: herkese göre. Tabii bu şaşırtıcı sonuca bir de ışığın esire göre hızı ölçülebilir mi sorusu ekleniyor. Vakumu doldurduğu ve elektromanyetik dalgaların içerisinde yayıldığı ortam olduğuna inanılan esirin (eterin) varlığını kanıtlamak için 19. yüzyılda birçok girişimde bulunulmuş. Bu deneylerden en meşhuru A. Michelson'ın hazırladığı, sonra E. W. Morley ile ölçüm hassasiyetini artırarak yinelediği masa üstü deneyi. Deney Dünya'nın esir içerisindeki hareketinden dolayı maruz kaldığı esir rüzgârının ışığın hızına olan etkisini tespit etmeyi hedefliyor. Esir var ise Dünya'nın dönüş yönüyle aynı yönde ilerleyen bir ışık demetinin hızının, zıt yönde ilerleyen ışık demetine göre daha fazla olacağı öngörülüyor. Ancak Michelson ve Morley (M-M), deney yılın hangi mevsiminde, günün hangi saatinde tekrarlırsa tekrarlasın, düzeneğin yönelimini nasıl değiştirirse değiştirsin ışığın hızında bir fark tespit edemiyor. Bu deney, gözlemcinin hızı ne olursa olsun ışığın hızını aynı ölçeceğine bir delil olduğu kadar esirin yokluğuna da delil olarak gösteriliyor.

M-M deneyinin olumsuz sonucuna başarılı ilk kuramsal açıklama Lorentz'den geliyor. Düşünce oldukça basit. Hız, birim zamanda katedilen mesafe olduğuna ve ışık hızı hep sabit olduğuna göre mesafe ve zaman sabit olmamalı. Daha doğru bir ifadeyle birbirine göre sabit hızla hareket eden gözlemciler, ışığın hızında hemfikir olduklarına göre ışığın hangi anda ve hangi noktadan çıktığı konusunda hemfikir olmamalıdır.



Galileo	Lorentz
$t' = t$	$t' = \frac{t - vx}{(1 - v^2)^{1/2}}$
$x' = x - vt$	$x' = \frac{x - vt}{(1 - v^2)^{1/2}}$
$y' = y$	$y' = y$
$z' = z$	$z' = z$



Hareket halindeki cismin duran gözlemciye göre hareket doğrultusundaki boyunun kısalması Lorentz'den bağımsız olarak G. F. Fitzgerald tarafından 1889'da öne sürülmüş. Fitzgerald 1889'da maddenin hareket etmesi durumunda moleküller arası elektromanyetik kuvvetler sebebiyle büzüşeceğini belirtmiş. Tabii formüllerin uyumluluğu için mesafe kısalıyorsa zamanın eşzamanlı olarak yavaşlaması -geçen zamanın daha kısa algılanması- gerekiyor. Durağan bir gözlemciye göre çok yüksek hızda seyahat eden kişinin, hareketleri yanında düşünme hızı, vücut fonksiyonları hep yavaşlıyor. Lorentz'in sonuçları M-M deneyini açıklamak için formüllerle oynayarak elde edildiği için suni bulunsa da artık uzay-zamanın göreliliği konusunda şüphe yok. En geçerli kanıtlardan biri kozmik ışınlar içinde yeryüzüne taşınan muonlar. Laboratuvar da üretilebilen bu atomaltı parçacıkların ömrü iki saniyenin milyarda biri kadar. Ömrünü tüketip başka atomaltı parçacıklara bozunmadan önce en fazla 600 metre yol kateden muonların kilometrelerce atmosfer tabakasını geçerek yeryüzüne ulaştığını görüyoruz. Öyle ise muonların yüksek hızdaki kozmik ışınlar içindeki seyahati muona göre iki mikrosaniye sürse de bize göre çok daha uzun sürüyor.

İkinci Postulat Gerekli mi?

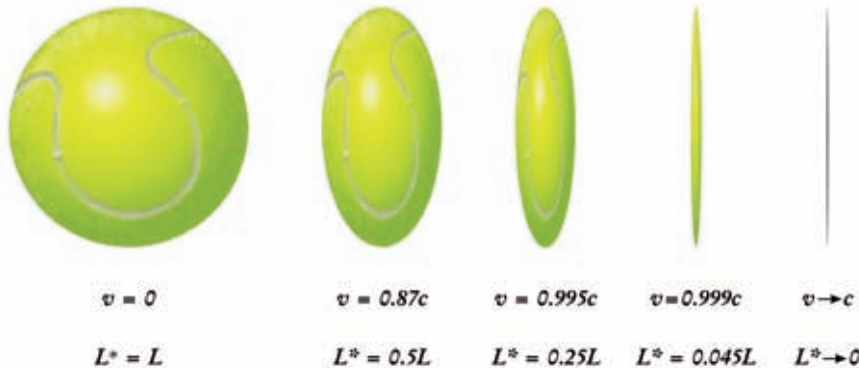
Özel göreliliğin birinci postulatı herkes tarafından kabul görürken ikinci postulate itirazlar daha o günlerde başlamıştı. Gerçekten ışık hızının sabitliği göreliliğin temellerinden biri miydi? Lorentz dönüşümlerine bu önkabul olmadan ulaşılabilir miydi? Işık hızının sabitliğine gerek olmadığını ilk söyleyen Herman Minkowski oldu. Minkowski, uzay ve zamanın ayrı iki olgu olmadığını, zamanın (t) sanal koordinat, üç uzay boyutunun (x, y, z) diğer koordinatlar olarak ele alındığı 4 boyutlu uzay-zaman tanımını yapan ve özel göreliliği geometrik bir formatta sunmasıyla bilinen bilim insanıydı. Sanal sayılara ve basit trigonometrik hesaplara aşina bir kişinin rahatlıkla anlayabileceği Minkowski'nin uzay-zamanı hemen kabul gördü. Ancak Newton mekaniğinin geçerliliğini koruması için yapısı homojen (her yerde aynı) ve izotropik (her yönde aynı) kabul edilen uzay-zamanın ne tür matematiksel dönüşümler geçirebileceğini inceleyen matematikçi ve fizikçiler grup teoriiyi kullanıyordu. Minkowski'nin 1907 yılındaki çalışmasını Ignatowski'nin 1910 yılındaki çalışması izledi. Çok bilinmeyen bu çalışmada Ignatowski yine ışık hızının sabitliğine gerek duymadan grup teoriiyi kullanarak Lorentz dönüşümleri formüllerine ulaşıyordu.

Literatüre baktığımızda bu konunun 1960'lar da V. Mitavsky, J.M. Levy-Leblond, A. R. Lee, T. M. Kalotas tarafından tekrar ele alındığını görüyoruz. Zamanımızda ise özel göreliliğin ikinci önkabulünün gereksiz olduğunun savunucuları arasında öne çıkan bilim insanlarından biri Rockefeller Üniversitesi'nden Mitchell Feigenbaum. Feigenbaum Minkowski'nin uzay-zamanından değil ta Galileo dönüşümlerinden başlıyor. Feigenbaum, 2008 tarihli "Galileo'nun çocuğu" adlı makalesinde Galileo eğer bugünün ileri matematiğini bilseydi çalışmasını nasıl ilerletirdi sorusuna cevap arıyor. Bu epistemolojik alıştırmayla ışık hızının sabitliği önkabulüne başvurmadan göreliliğin sonuçlarına ulaşabiliyor.

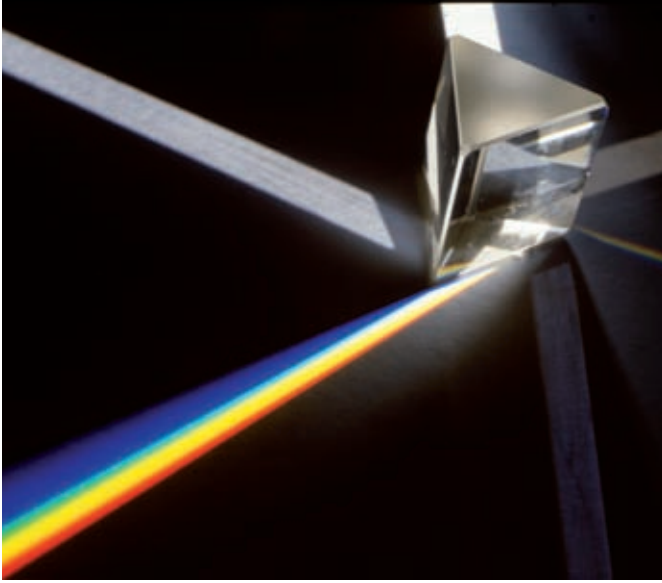


Edward Williams Morley (üstte),
Albert Michelson (altta)

Lorentz-Fitzgerald büzülmesi. Değişik hızlarda hareket eden tenis topunda hareket doğrultusunda meydana gelen daralmayı gösteren çizim. En solda uzunluğu L olan ve duran bir topu ($v=0$), en sağda ışık hızıyla giden topu görüyoruz ($v=c$).



Feigenbaum, alıştırmasında üç gözlemcinin (A, B, C) birbirine göre hareketini ele alıyor. A'nın referans sisteminin B'ninkiyle hizalandığı, yani A ve B gözlemcilerinin doğu, batı, kuzey güney konusunda hemfikir olduğu durumu ele alıyor. B gözlemcisinin referans sisteminin C'ninkiyle hizalandığı durumda C'nin referans sisteminin A'nınki ile otomatik olarak hizalanmış olacağını düşünebilirsiniz. Ancak Feigenbaum, matematiğin illa ki bunu gerektirmediğini ve işlemlere bu gereklilik olmadan devam ettiğinde ışık hızının sabitliğini kullanmadan da özel görelilikteki uzay-zaman denklemlerine ulaşıldığını söylüyor. A ve C'nin referans sistemlerinin birbirine paralel olduğunu kabul ettiğinde ise Galileo dönüşümlerini elde ediyor. "Işıksız görelilik" makalesiyle tanınan Cornell Üniversitesi öğretim üyelerinden David Mermin, Feigenbaum'un çalışmasını ilginç bulduğunu ve göreliliğin bir şekilde ışıkla ilişkilendirilmesini yaygın bir yanlış anlama olarak nitelendirdiğini belirtiyor.



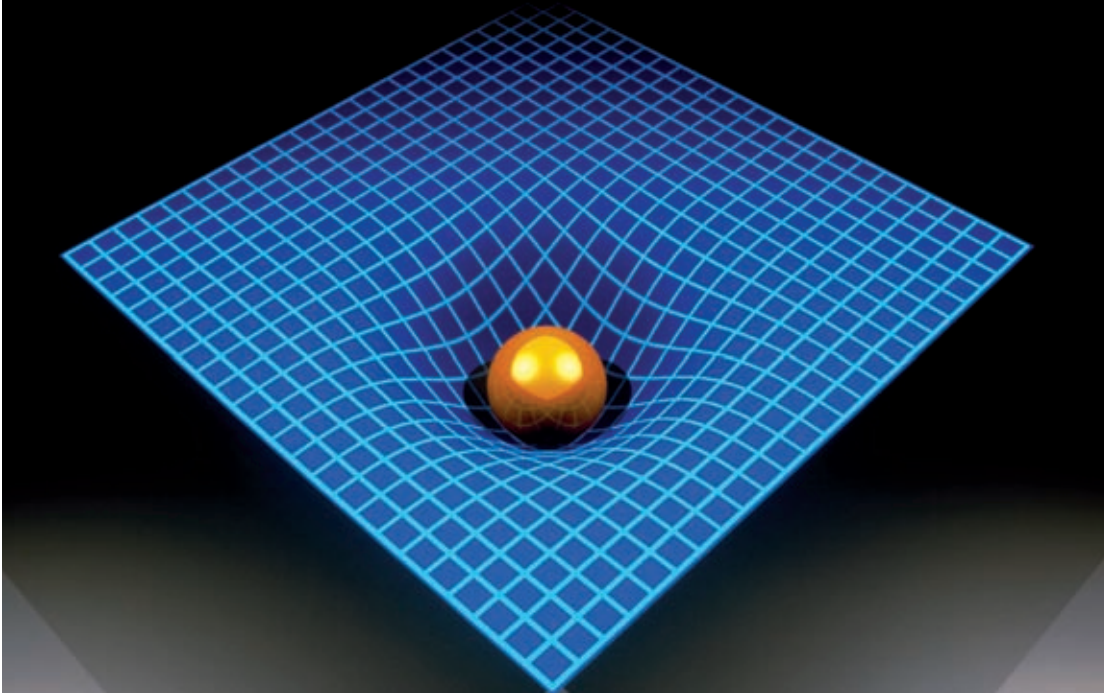
Esirli (Eterli) Kuramlar

Yine ikinci önkabul ile ilintili olan esir kavramı ve esirin olup olmadığı konusundaki tartışmalar 1900'lerden günümüze devam etmiş. Einstein, özel göreliliği ele aldığı makalesiyle aynı yılın Mart ayında yayımladığı bir başka makalede ışığın enerji paketçiklerinden oluştuğunu belirtiyor. Ve ışığın bu tanecikli yapısından yola çıkarak bir metalden nasıl elektron kopardığını anlatıyor. Bir süredir ışığın dalga yapısını sorgulayan ve doğrulayan deneylerin yapıldığı, ama bir yandan da kuantum kuramının geliştirildiği o dönemlerde Einstein'ın tekrar ışığın tanecikli olduğunu savunması çok da garip değil. Ancak bizim bu noktada belirtmek istediğimiz ışığın minik taneciklerden oluştuğunu söyleyen birinin, cisimler arasındaki etkileşimin gerçekleşmesi için esir gibi bir ortama gerek duymamasının gayet normal olması.

Uzun yıllar bilim insanlarının esirin varlığı konusundaki ısrarları esiri mutlak referans sistemi olarak görmelerinden kaynaklanıyordu. Esir, içerisinde bulunan cismin hareketinden etkilenmemeli dolayısıyla ölçüm yapılırken referans olarak kullanılabilirdi. Ancak 1818'de esir fikrini benimseyen bilim insanlarından Augustin Jean Fresnel, boşluktan başka bir ortama nüfuz eden esirin dışarıdaki evrensel esire göre farklı davranacağını ve ortam hareket ediyorsa ortamla birlikte sürükleneceğini öne sürdü. Fresnel bu fikri ışığın kırılma indisine ilişkilendiriyordu. Işık farklı bir ortama girince ilerleme doğrultusunu değiştirir. Işık bu kırılması geldiği ve girdiği ortamlardaki hızlarının oranı olarak verilen kırılma indisine bağlıdır. Örneğin havadan suya geçişteki ışık kırılmasını hepimiz su dolu bir bardaktaki çay kaşığında tecrübe etmişizdir. Ancak Fresnel ışığın kırılma miktarının su hareket ediyorsa değişeceğini öne sürüyor ve kırılma indisindeki farklılaşmayı esirin farklı ortamlarda değişik miktarda sürüklenmesine bağlıyordu. Fresnel'in bu hipotezi H. Fizeau'nun yaptığı deneyle doğrulandı. M-M deneyine benzeyen düzenekte yine ışık demeti yarı saydam bir ayna ile ikiye ayrılıyor, eşit mesafeleri kat ettikten ve aynalardan yansıdıktan sonra bir noktada birleşiyor, ışık dalgaları üst üste biniyor ve girişim deseni oluşuyordu. Işık hızları arasında esir içerisindeki hareketten dolayı faz farkı oluşur ise girişim deseninde farklılaşma olacaktı. Bu faz farkı gerçekten Fizeau'nun deneyinde gözlemlendi. Bu deneyde M-M deneyinden farklı olarak ışık demetleri yolları üzerinde farklı yönlere akan su dolu tüpler içerisine giriyordu.

George Stokes gibi esirin tamamen sürüklendiği ve bu yüzden yakalanamayacağını öne süren bilim insanları da vardı. Hatta Stokes Fizeau deneyinin aksine esirin olmadığını gösteren M-M deneyini hipotezine kanıt olarak gösteriyordu. Stokes'a göre M-M deneyi esirin olmadığını değil, içerisindeki hareketli cisimle birlikte tamamen sürüklendiğinin kanıtıydı. Farklı hipotezlerin farklı deneylerle desteklenmesinden doğan çelişkinin çözümü olarak Lorentz'in M-M deneyine verdiği açıklama gösterilir. Çünkü her iki deneyin sonucu da uzay-zamanın göreliliği ile açıklanabiliyordu. Henri Poincaré Bilim ve Hipotez kitabında doğanın bizimle bir çeşit oyun oynadığını ve esrarengiz bir probleme (esire) çözüm ararken başka esrarengiz bir problem (uzay-zamanın göreliliği) ile karşılaştığımızı belirtir. Hatta bu düşünce üzerine Poincaré "maddenin görelî hareketini saptamak imkânsızdır" diye tanımlanan görelilik prensibini öne sürer.

Esir o zamanlar optik kavramlarla ilişkilendirilirken artık akışkanlar mekaniğinin ve katı hal fiziğinin kavramlarıyla ilişkilendiriliyor. Dolayısıyla 1900'lerdeki optik deneylerinin yerini günümüzde bu alanlardaki deneyler alıyor. Maddeye atomik boyutlardan değil de uzaktan bakınca, kuantum mekaniğiyle açıklanan mikroskobik yapının uzay-zaman gibi süreklilik gösterdiğini biliyoruz. Bazı bilim insanları bu benzerlikten yola çıkarak esir kavramını içeren uzay-zaman modelleri sunuyor.



Düğüün akmayan sıvıları ve bir sıvıda oluşan girdapları inceleyerek kütlelin uzay-zamanı nasıl büktüğünü anlamaya çalışan bilim insanları uzay-zamanı akışkan bir sıvı gibi düşünüyor. Bu ise geçmişten 1900'lere kadar uzanan esir kavramını hatırlatıyor.

Deneyisel fizikçiler kristal yapı gösteren katılarda ve çok düşük sıcaklıklarda sıvı özelliğini gösteren maddeleri incelediklerinde ses dalgalarının ışık kuantası (foton) gibi davrandıklarını gözlediler. Isıl titreşimler ses dalgalarının foton gibi davranmasını engelliyor, ancak sıcaklık mutlak sıfıra yaklaştıkça ses foton gibi davranıyordu.

British Columbia Üniversitesi'nden William Unruh, 1981'de akışı düğüün olmayan bir sıvıda sesin ilerlemesi ile ışığın kütle etkisiyle eğilmiş uzay-zamandaki ilerleyişi arasında benzerlik kurdu. Durgun ya da düğüün akan bir sıvı içerisindeki kuantum parçacıkları olan fononların davranışı kütlelden uzak düz uzay-zamanda fotonların davranışına benziyordu; fononlar değişmeyen bir dalgaboyu, frekans ve hızda ilerliyordu. Ancak düğüün hareket etmeyen bir sıvıdaki fononun hızı değişiyor ve sünerek fononun dalgaboyu artıyordu. Karadeliklerdeki Hawking ışınmasındaki fotonun dalgaboyunun artması gibi. Bazı fizikçiler sıvıda oluşan bir girdapta ses dalgasının bükülmesi deneyleri ile bir yıldızın, bir karadelğin kütleçekimiyle ışığı nasıl büktüğünü anlama yoluna gittiler. Ancak bir sıvının moleküler yapısının fononları nasıl etkilediği tam olarak bilinmiyor. Maryland Üniversitesi'nden Theodore Jacobson, fononun dalgaboyu ile moleküller arası uzaklığını karşılaştırarak hangi fononun nasıl davranacağını anlamaya ve bu bilgiyi uzay-zamana uygulamaya çalışan bilim insanlarından sadece biri. Paris-Sud Üniversitesi öğretim görevlilerinden Renaud Parentani,

genel göreliliğin konusu olan karadeliklerdeki kuantum etkilerini araştırıyor ve fononların düğüün akmayan bir sıvı içerisindeki hareketinin karadeliklerde oluşan bazı olgulara açıklama getireceğini düşünüyor. Ama sonuçta tüm bu çalışmalar uzay-zamanın mikroskobik bir yapısı olduğunu öngördüğü için esirin varlığına inanmayı gerektiriyor.

Wazeck'in "Einstein'ın sevilmeşiinin sebepleri çok çeşitli ve bir iki sebebe indirgemek zor" tespiti doğru, ancak bu tepkilerin politik ve inanç boyutu daha çok 1900'lere has gözüküyor. Özel göreliliğe karşı tepkilere gelince Lorentz dönüşümleri ve uzay-zamanın göreliliği olduğu herkesçe kabul görüyor. Ancak ışık hızının sabitliği önkabulü göreliliğe ulaşmak için gerekli değil diyen bilim insanları var. Ancak bu tür iddiaların arkasındaki kuramların matematiği daha karmaşık olduğu için acaba bu kuramlar Ockham'ın usturasına mı takılıyor? Aynı argüman esirli kuramlar için de geçerli. En basit açıklama doğruya en yakın olandır diyen ve bilimsel metodolojide sıkça uygulanan Ockham'ın usturası, en basit kuramın en doğru olduğunun garantisini vermese de mevcut kuramlar arasında üstünlük kriteri olarak kullanılıyor. Bu kuramlar, Einstein'ın sunduğu şekildeki göreliliğe büyük bir fark atmadıkça ve de deneylerle desteklenmedikçe hep tıraşlanacaklar gibi gözüküyor.

Kaynaklar

Wazeck, M., "The relativity deniers", *New Scientist*, Cilt 208, Sayı 2786, s. 48, Kasım 2010.
arXiv:0806.1234v1, Feigenbaum, M., "Galileo's child"

Buchanan, M., "Lights out on Einstein's relativity", *New Scientist*, Cilt 199, Sayı 2680, s. 28-31, Kasım 2008.
Jacobson, T. A., Parentani, R., "An echo of Black Holes", *Scientific American*, s. 48, Aralık 2005.