

MR. TOMPKINS'IN SERÜVENLERİ

George GAMOV

PROFESÖRÜN, BAY TOMPKINS'İN RÜYA
GÖRMESİNE SEBEP OLAN, RELATİVİTE
HAKKINDAKİ DERSİNİN İKİNCİ KISMI

Konuşmamın birinci kısmını dikkatle izlediyseniz göreceksiniz ki, **uzay-zaman ölçme yöntemi** kullanır kullanmaz, **mutlak aynı-anda olma kavramı** kaybolmaktadır. Bir referans sisteminde aynı anda olmuş gibi düşünülen farklı yerlerdeki iki olay, bir diğer referans sistemindeki görüşe göre belli bir zaman aralığı ile birbirinden ayrılmaktadır.

Başlangıçta bu teklif çok olağanüstü görünebilir; ancak eğer trende yemekte olduğunuzu, yemekli vagona çorbanızı ve tatlinizi aynı noktada fakat tren yolunun birbirinden epey uzak iki ayrı noktasında yediğinizi söylesem, acaba yine de size olağanüstü görünür mü? Bununla beraber, trendeki yemeğiniz hakkında bu ifade "bir referans sisteminin aynı noktasında farklı zamanlarda meydana gelen iki olay bir başka sistemin görüşüne göre belirli bir uzay aralığı ile ayrılmış olacaktır" diyerek formüle edilebilir.

Eğer bu "açık" teklifi, önceki "çelişkili" olanı ile karşılaştırırsanız, bunların mutlak olarak simetrik olduklarını ve "zaman" ve "uzay" kelimelerinin yerlerini değiştirerek, birinden diğere kolayca geçilebileceğini göreceksiniz.

İşte burada Einstein'ın görüşünün esas noktası bulunmaktadır: Klasik fizikte zaman, uzaydan ve hareketten oldukça bağımsız "dış hiçbir şeyle ilgisi olmaksızın eşit olarak akan" bir şey olarak düşünülmüşken (Newton), yeni fizikte uzay ve zaman çok yakından ilişkilidir ve içinde tüm gözlenebilir olayların geçtiği homojen bir "uzay-zaman kontinuum"unun farklı iki kesitini temsil etmektedirler. Bu dört boyutlu kontinuumun üç-boyutlu uzay ve bir-boyutlu zamana ayrılması tamamen keyfidir ve gözlemlerin yapıldığı sisteme bağlıdır.

Bu sistemde gözlemlendiği zaman uzayda bir

Geçen Bölümlerin Özeti : Bilimsel konulara ilgi duyan Bay Tompkins, gittiği konferansa uyur. Rüyasında, birbirine göre hareket eden varlıkların incelendiğini, hareket eden yolcuların geç yaşlandıklarını fark eder. Uyanır, evine gider. Gittiği konferansın birinci kısmında Profesör, eski ve günlük hayatta kullanılan uzay-zaman kavramları ile modern fiziğin getirdiği kavramların birbirlerinden farklı olduğunu anlatır. Aynı-anda meydana geldiği ileri sürülen iki olayın, başka gözlemcilere göre bir zaman aralığı ile gözlenebileceğini açıklar.

İ uzaklığı ile ve zaman içinde de t kadar bir aralıkla ayrılmış iki olay, diğer bir sistemden görüldüğünde bir başka l' uzaklığı ve bir başka t' zaman aralığı ile ayrılmış olacaktır. Öyle ki, bir bakıma uzayın zamana dönüşümünden, ya da bunun tersinden bahsedilebilir. Aynı şekilde, trendeki yemek örneğinde olduğu gibi, zamanın uzaya dönüşümünün bizim için neden kolay bir kavram olduğunu anlamak zor değildir. Oysa aynı-andalığın relativitesinden sonuçlanan uzayın zamana dönüşümü çok olağanüstü görünür. Önemli nokta şudur - Uzaklıkları örneğin "santimetre" ile ölçüyorsak, buna karşı gelen zaman birimi alışlagelmış "saniye" olmalı; fakat bir ışık işaretinin bir santimetrelilik bir uzaklığı kapsamaları için lazım olan zaman aralığı ile temsil edilen "uygun bir zaman birimi" olmalıdır. Bu ise 0.000.000.000.03 saniyedir.

Bu sebepten, günlük deneylerimizin küresinde uzay aralıklarının zaman aralıklarına dönüşmesi pratikte gözlenemeyen sonuçlar doğurur. Bu da, zamanın tamamen bağımsız ve değiştirilemez olduğunu söyleyen klasik görüşü destekliyormuş izlenimini uyandırır.

Bununla beraber, belli bir zaman aralığında katedilen uzaklıkların, uygun birimlerle ifade edilen zamanla aynı büyüklük mertebesinde olduğu yerlerde, böyle çok yüksek hızlı hareketleri incelerken, örneğin radyoaktif cisimlerden çıkan elektronların hareketi veya atom içindeki elektronların hareketi gibi, yukarıda bahsedilen etkilerin her ikisi ile de mutlaka karşılaşılır ve relativitenin önemi çok artar. Hatta nisbeten küçük olan hız bölgesinde bile, örneğin güneş sistemimizdeki gezegenlerin hareketi gibi, astronomik ölçmelerin aşırı inceliği sayesinde, rela-

tivistik etkiler gözlenebilir. Yine de bu relativistik etkilerin gözlenmesi gezegenlerin hareketinde her sene ancak açısız saniyenin kesrine varan değişmelerin ölçülmesini gerektirir.

Size anlatmaya çalıştığım gibi uzay ve zaman kavramlarının eleştirisi, uzay aralıklarının kısır:en zaman aralıklarına dönüşümü, ya da bunun tersi olan dönüşüm sonucunu verir. Demek ki, verilen bir uzaklığın ya da zaman süresinin sayıca değeri, farklı hareketli sistemlerde ölçüldüğü zaman farklı olacaktır.

Bu problemin nisbeten kolay bir matematiksel analizi, ki bu derslerde bu analize girmek istemiyorum, bu değerlerin değişimi için belli bir formül verir. Uzunluğu l olan ve gözlemciye göre bir v hızı ile hareket eden herhangi bir cismin boyunun hızı bağımlı olarak bir miktar kısalacağı ve ölçülen uzunluğun

$$l' = l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (2)$$

olacağı ortaya çıkmıştır.

Buna benzer olarak, t zamanı boyunca devam eden herhangi bir işlem, relatif olarak hareket eden bir sistemden daha uzun bir t' zamanı boyunca devam ediyormuş gibi gözlenir. Bu durum;

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (3)$$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

formülü ile verilir. İşte relativite kuramındaki ünlü "uzayın kısalması" ve "zamanın genişlemesi" budur.

Çoğunlukla, v hızı c 'den çok ez olduğu zaman etkiler çok küçüktür. Fakat yeteri kadar büyük hızlar için, hareketli bir sistemden gözlenen uzunluklar istenildiği kadar küçük ve zaman aralıkları da istenildiği kadar uzun yapılabilir.

Her iki etkinin de tamamen simetrik sistemler olduğunu unutmanızı istemiyorum. Hızlı

hareket eden trendeki yolcular, duran trendeki yolcuların neden o kadar ince olduklarına ve yavaş hareket ettiklerine hayret ederken, duran trendeki yolcular da hareket edendekiler için aynı şeyleri düşüneceklerdir.

Mümkün olan en büyük bir hızın varlığının önemli bir sonucu da, hareketli cisimlerin **kütlesi** ile ilgilidir. Mekanikğin genel temellerine göre bir cismin kütlesi, onu harekete geçirmek ya da zaten hareketli ise hızlandırmak için karşılaşılan güçlüğü tayin eder; kütle büyüdükçe hızı belirli bir miktar artırabilmek giderek zorlaşır.

Hiçbir cismin, şartlar ne olursa olsun ışık hızını aşamaması gerçeği, bizi bu cismin daha hızlanmak için gösterdiği direncin, bir başka deyişle kütlesinin, hız ışık hızına yaklaştıkça, sınırsız olarak artması gerektiği sonucuna ulaştırır. Matematik analiz, bu bağımlılık için (2) ve (3) formüllerine benzer bir formül verir. Çok küçük hızlarda kütle m_0 ise, v hızındaki m kütlesi

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (4)$$

ile belirlenir. v , c 'ye yaklaştıkça daha fazla hızlanmaya karşı direnme sonsuz olur.

Kütledeki bu relativistik değişme, deneysel olarak çok hızlı hareket eden parçacıklarda kolaylıkla gözlemlenir. Örneğin radyoaktif cisimlerden yayılan elektronların (hızları ışık hızının % 99'u kadardır) kütlesi, hareketsiz elektronun kütlesinden birkaç misli büyüktür. Kozmik ışınlar diye isimlendirilen ışınları meydana getiren, çoğunlukla ışık hızının % 99.98'i hızla hareket eden elektronların kütleleri, hareketsiz elektronun kütlesinin 1.000 katıdır. Böyle hızlar için klasik mekanik kesinlikle uygulanamaz ve artık katıksız relativite kuramı bölgesine gireriz.

Çev.: Yard. Doç. Dr. Tuncay İNCESU

OLGUNLUK KRİTERİ ;

Gerçeği kabul etmek, ondan yapıcı biçimde yararlanabilmek,

Değişikliği kabul etmek, ona uyabilmek,

Gerilim, üzüntü ve korkuların oluşturduğu belirtilere karşı görelî bir serbestliğe sahip olmak,

Vermekte, almaktan daha fazla tatmin bulmak,

Başka insanlarla süreklî olarak karşılıklı yardıma dayanan bir ilişki kurmak,

İçindeki içgüdüsel düşmanca enerjiyi yaratıcı ve yapıcı amaçlarda kullanmak,

Ve sevmek yeteneğidir.

Dr. W. C. MENNIGER
İNSAN MÜHENDİSLİĞİ'nden