

İnsanlığın sadece 20.yüzyılda tanık olduğu bilimsel patlama tarihin eski devirlerinden bu yana geliştirilebilen bilgileri kat kat gerilerde bırakmıştır;ve bilimin bu altın çağının en büyük dehalarından birisi şüphesiz Albert Einstein'dır.

## EINSTEIN'IN RELATİVİTE TEORİSİ VE BİLİMSEL GELİŐMEYE KATKISI

Y. Prof. Dr. Süleyman DEMOKAN

**A**lman asıllı bilgin Einstein 1905 yılında, yani daha henüz 26 yaşındayken bilim dünyasında büyük yankılar uyandıran üç önemli kuram geliştiriyor:

1) Işığın foton adı verilen parçacıklardan oluştuğunu öne süren teori ve fotoelektrik olayı,

2) Maddenin moleküllerden oluştuğunu ve bu moleküllerin hareket edebildiğini kanıtlayan "Brownian hareketini" açıklayan teori ve

3) Özel Relativite Teorisi.

Üniversite'den mezun olduktan kısa bir süre sonra bu teorileri ortaya atan Einstein'ın kötü bir öğrenci olduğu gerçeği çok ilginçtir. Üniversitedeki eğitim sistemini beğenmeyen Einstein, bu konudaki görüşünü şöyle açıklamıştır: "Üniversitede öğrenciye o kadar çok şey öğretmek istiyorlar ki insanın keyfi ve şevki kaçıyor ve düşünce zaman bulamıyor. İnsan bilimden adeta bıķıyor."

Einstein çocukluğunda da, gençliğinde de hiç bir deha parıltısı göstermemişti. Yukarıda söz edilen çalışmalarını makale halinde yayımlanıp, adı bilim dünyasında dikkat çekmeye başlayınca, Zürih Üniversitesinden profesörlük önerisi aldı. Bunu çalıştığı dairedeki şefine söylediği zaman, aldığı yanıt şöyle oluyor: "Benimle alay mı ediyorsun Einstein? Seni kim profesör yapar?"

1916 yılında, en büyük bilimsel katkısı olarak kabul edilen Genel Relativite teorisi ve Gravitasyon teorisi hakkındaki makalesi yayımlanıyor. 1905 yılındaki çalışmalarından olan Fotoelektrik olayı nedeniyle Einstein'e 1921 yılında Nobel Fizik Ödülü veriliyor. Nobel Komitesinin, o zamanlar hala tartışılan Özel ve Genel Relativite teorileri için Einstein'e ödöl vermekten çekinmesi ilginçti.

Ömrünün geri kalan kısmında Einstein, "Birleşik Alan Teorisi" üzerinde çalışmalar yaptı. Bu çalışmaların amacı, şeklen birbirine benzeyen yer çekimi kuvveti, elektriksel ve manyetik kuvvetler ve nükleer kuvvetlerin tümünü dört boyutlu uzay-zaman kavramının geometriksel özelliklerine dayanarak ifade etmektir. "Birleşik Alan Teorisi'ni ortaya koyabilmek için Relativite'ye verdiğim zamanın ve gayretin yüz mislini harcadım" demesine rağmen, bu konuyu tam olarak çözüme kavuşturamadan ölmüştür. Bu sorun hala da halledilmiş değildir.

şimdi Relativite Teorisini ayrıntıları ile anlatmaya çalışalım. Bu teorisinin öne sürdüğu sonuçları anlamak kolaydır ancak bunlara inanmak zordur. Çünkü teori yerleşmiş uzay ve zaman kavramlarını alt-üst eden savları içerir. Aradan 76 yıl geçmiş olmasına rağmen Relativite Teorisinin ortaya koyduğu savlar çeşitli deneylerle tam olarak kanıtlanmıştır ve şimdiye kadar hiç bir deney, teorisinin öngördüğu sonuca ters düşen bir sonuç

vermemiştir. Bu da Relativite Teorisinin büyüklüğünün en iyi göstergesidir.

19. yüzyılın sonlarında bilim adamlarını en fazla meşgul eden konulardan biri "esir" (ether) olarak adlandırılan ortamın varlığının kanıtlanmamasıydı. Ses dalgalarının, ancak içinde hareket ettikleri ortamın titreşmesiyle iletilebileceği biliniyordu.

Ses dalgalarının boşlukta iletilmesinin olanaksız olduğu da saptanmıştı. Dolayısıyla bu savdan hareket ederek ışık dalgalarının da iletilebilmesi için taşıyıcı bir ortamın olmasının zorunluluğuna inanılmıştı. Işık dalgalarını taşıyan bu ortama da "esir" adı verilmişti. Güneşten dünyaya ışık ulaştığına göre, tüm uzay esirden oluşmalıydı. Dolayısıyla, evrende sabit olan tek şey esir'di ve tüm gezegenler esir içinde hareket ediyorlardı. Öyleyse, dünyanın esir içindeki hareket hızının ölçülebilmesinin mümkün olması gerekiyordu. Ancak, yapılan tüm deneyler başarısızlıkla sonuçlandı ve esir'in varlığı kanıtlanamadı. Öyleyse, esir var mıydı, yok muydu? Varsa, varlığı niye ölçülemiyordu? Yoksa, ışık uzayda nasıl ilerliyordu?

Bilimde ki bu kargaşayı, Einstein çok basit bir çözüm önererek sona erdirdi. Bu da özel Relativite Teorisinin doğuşu oldu. Bu teori, esir sorununu halletmekle kalmadı, atom çağına da başlamasına neden oldu.

## ÖZEL RELATİVİTE TEORİSİ

Özel Relativite teorisi, sadece birbirlerine göre sabit hızla hareket eden (veya hiç hareket etmeyen) cisim veya sistemler için geçerlidir. Bu teinin öne sürdüğü iki sav vardır:

1) Esir'in varlığı veya yokluğu algılanmaz, çünkü tüm hareketler görecelidir, yani mutlak hareketten değil de, başka bir şeye göre yapılan hareketten söz edebiliriz. Evrende sabit bir referans noktası olarak kabul edilebilecek bir gezegen yoktur. Dolayısıyla, sadece tüm gezegenlerin ve galaksilerin birbirine göre hareket halinde olduklarını söyleyebiliriz. Tanımı gereği esirin hareketsiz olduğu kabul edildiği için ve sadece göreceli hareketi şaptayabildiğimize göre, esirin niye algılanmadığı açıklık kazanır.

Einstein esirin varlığını tümünden reddetmemiş sadece algılanamayacağını vurgulamıştır. Özel Relativite Teorisinde esir kavramının kullanılmasına gerek kalmaz.

2) Bir izleyiciye göre, izleyicinin hareketi ne olursa olsun, ışık hızı daima sabittir.

Örneğin, saatte 100 km hızla giden bir tren içindeki yolcu saatte 5 km hızla ve trenin gidiş yönünde yürürse, tren dışındaki hareketsiz bir izleyiciye göre, yolcu saatte 105 km'lik bir hızla ilerlemektedir. Halbuki, yürüyen yolcu yerine, tren içinde bir ışık sinyali varsa ışık hızının tren içinde ölçümü, tren dışındaki ölçümü ile aynı sonucu verir.

Bu, devrim, niteliğinde bir savdı ve mantığa aykırı görünüyordu. Ancak, tüm deneyler bu sonucu ima ettikleri için Einstein bunu bir evren yasası olarak kabul etti.

## İKİ SAVIN DOĞURDUĞU SONUÇLAR

a- Uzunluğun Kısılması:

Eğer A, B'ye göre v hızıyla hareket ediyorsa ve B, A'nın uzunluğunu ölçebilirse, A'nın uzunluğu B tarafından azalmış olarak gözlenir:

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

Burada L', B'nin ölçümüne göre A'nın hareket yönündeki uzunluğu, L ise A'nın özgün (orijinal) uzunluğudur. c ışık hızıdır. A ile B'nin birbirlerine yaklaşmakta veya uzaklaşmakta olmaları sonucu etkilemez. Aynı şekilde, A da B'nin uzunluğunu ölçebilirse, B'yi kısaltmış olarak algılar. Ancak, A da B de kendi uzunluklarında bir değişme farketmez.

(1) bağıntısındaki kısalma sadece sistemlerin birbirine göre hareket hızı V, ışık hızı C'ye yaklaştığı takdirde önemli boyutlara ulaşır. Örneğin, saatte 1000 km hızla giden 30 metre boyundaki bir uçağın uzunluğu, yerdeki bir gözlemciye bir atom çekirdeğinin çapı kadar kısaltmış görünür ki, bunu ölçmek olanaksızdır.

b- Kütlenin Artması:

Eğer A, B'ye göre V hızıyla hareket ediyorsa ve B, A'nın kütlesini ölçebilirse, A'nın kütlesi B tarafından artmış olarak gözlenir:

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

Burada  $m'$ , B'nin ölçümüne göre A'nın kütlesi,  $m$  ise A'nın özgün yani hareketsiz haldeki kütlesidir. Ancak A kendi kütlesini  $m$  olarak ölçer çünkü A kendisine göre hareket etmemektedir.

#### c- Hızların Toplanması:

A ve B hareket halinde iki cisimse, ve sabit bir noktaya göre hızlarını  $V_A$  ve  $V_B$  ise ( $V_A, V_B \ll c$ )

$$V_{AB} = V_A + V_B$$

Burada  $V_{AB}$ , A veya B'nin diğerine göre hızıdır

$$\begin{array}{c} \text{Gözlemci} \\ A \longrightarrow V_A \quad V_B \longleftarrow B \\ V_{AB} = V_A + V_B \quad V_A, V_B \ll c \end{array}$$

Şayet  $V_A, V_B \ll c$ , bu durumda özel Relative Teorisi A ve B'nin birbirlerine göre hızlarını şu şekilde verir:

$$V_{AB} = \frac{V_A + V_B}{1 + \frac{V_A V_B}{c^2}}$$

$V_A, V_B \ll c$  olduğu durumlarda (4) bağıntısı (3) bağıntısına indirgenir.

#### d- Mümkün Olan En Yüksek Hız:

Belkide Özel Relative Teorisinden çıkan en şaşırtıcı sonuç, hiçbir şeyin ışık hızından daha hızlı gidemeyeceği idi.  $v=c$  olduğu zaman (1) bağıntısına göre  $L'=0$  olur. Yani cisim kaybolur. (2) bağıntısına göre ise ışık hızında giden bir cismin kütlesi sonsuza ulaşır. (4) bağıntısı, ışık hızında giden iki cismin birbirlerine göre hızlarını yine sadece  $c$  olarak verir. Yani göreceli hız bile ışık hızını aşamaz.  $v > c$  olduğu takdirde (1) ve (2) bağıntıları hayali sonuç verirler.

#### e- Kütle ile Enerjinin Eşdeğerliliği:

Özel Relativite Teorisinden, uygulama açısından çıkan en önemli sonuç, çok az miktardaki bir kütle için çok yüksek miktardaki enerji ile eşdeğerli olmasıdır. Matematiksel olarak ifade edersek

$$E = mc^2$$

Eğer herhangi bir maddenin tüm kütlesi enerjiye dönüştürülebilirse, elde edilen enerji (5) bağıntısı ile bulunur. Yani, bir kilo kömürün eşdeğer enerjisi Türkiye'de 17

ayda üretilen enerjinin tümünden fazladır.

1 kilo kömürü normal bir şekilde yaktığımızda enerji elde etmiyor muyuz? Ediyoruz tabii, fakat bu tır yanma durumu basit bir kimyasal işlem den ibarettir ve maddenin çok büyük bir kısmı enerjiye dönüşmez, yani du-man, is, kül, gaz gibi maddeler oluşur.

#### f- Zamanın Kısalması:

Yine A ve B birbirlerine göre  $v$  hızı ile hareket eden iki cisimse, A'daki gözlemci B'deki saatin daha yavaş çalıştığını zanneder:

Burada  $T'$ , A'nın B'deki saatten okuduğu zamandır,  $t$  ise A'nın kendi saatinde okuduğu zamandır. A'nın ve B'nin saatlerinin öbürüne daha yavaş görünmesinin nedeni ışık dalgalarının evvelce bahsettiğimiz tuhaf özellikleri kadar, ışık dalgasının birinden öbürüne gitmesi esnasında geçen zamandır.

Zamanın herkes için her yerde aynı olduğu ve aynı hızla geçtiği sanılırdı. Özel Teori bunun doğru olmadığını öne sürdü. Birbirlerine göre hareket halinde olan iki kişi için zaman değişik hızda aktığı gibi, hareket etmeyen fakat değişik yerlerde olan iki kişi için de zaman aynı değildir. Örnek olarak dünyamızı ve iki yıldız söz konusu edelim. A yıldızı dünyadan 300 ışık yılı, B yıldızından ise 250 ışık yılı uzakta olsun.

6 Mayıs 1981'de A gezegeninin infilak ettiğini varsayalım. Bu patlamayı biz dünyada 6 Mayıs 2281'de göreceken, B yıldızındaki 6 Mayıs 2231 yılında olayı algılayacaklardır. A yıldızında olan tek olay, başka yerlerde başka zamanlarda yaşanmaktadır.

Yukarıda örnekten anlaşılacağı üzere, zaman kavramı da mesafeye bağlı olduğu için zamanı dördüncü boyut olarak kabul edebiliriz.

Hareket halindeki bir sistemde zamanın daha yavaş geçiyor görünmesine ilaveten, zamana bağlı tüm işlemlerin de yavaşladığını belirtmeliyiz. Örneğin, insanın yaşlanması bile yavaşlar, çünkü biyolojik olgular bile hareketsiz durumdaki hızlarını kaybetmişlerdir.