

## Bilim ve Teknolojideki Gelişmeler III

Veysel Sönmez\*<sup>1</sup>

### G. F. Bernhard Riemann

Eukleides (Öklit- İ.Ö.3.yy) 13 ciltlik eseri “Stoikheia” (Elemanlar) ile Matematik tarihinde geometrinin gelişimini çağlar boyunca etkileyen kurucu ve ekol bir isimdir.

Öklit geometrisine göre;

1. Verilen iki noktayı bir aralık birleştirir (İki noktadan bir doğru geçer).
2. Bir aralık her iki ucundan sonsuza dek uzatılabilir.
3. Merkezi ve bir noktası verilen bir çember çizilebilir.
4. Tüm dik açılar eşittir.
5. Verilen bir noktadan verilen bir doğruya yalnız ve yalnız bir paralel doğru çizilebilir.

Öklit bu aksiyomları ile geometriyi kendi içinde çelişkisiz ve tutarlı bir bilim durumuna getirmiştir. Bilimdeki gelişmeler ve dünyanın düz olduğu görüşünün çok gerilerde kalması öklit geometrisinin sınırlarının zorlanmasına yol açtı. Fizikçiler artık küresel bir dünyadan bahsediyordu ve matematiğin buna uyum sağlaması gerekiyordu. Bu ihtiyaç öklit dışı geometrilerin ortaya çıkmasına yol açtı.

Newyork ile Madrid arasındaki en kısa mesafeyi nasıl gösterirsiniz? Öklitçi düşünce tarzına göre harita üzerinde Madrid ve Newyork arasında düz bir çizgi çizersiniz. Bir uçakla bu çizgi üzerinde yol alırsanız 3707 mil yol gidersiniz. Ancak büyük çember boyunca uçarsanız yani kuzeydoğuya yönelip, sonra yavaş yavaş güneydoğuya yönelirseniz kat ettiğiniz mesafe 3605 mil olacaktır. Bu yolun yerküreyi düz gösteren harita üzerindeki görüntüsü aldatıcıdır. Dünya gibi cisimler külteçekimi denilen kuvvet yüzünden çok eğrilmiş uzayda, jeodezik denilen, doğru çizgiye en yakın yolu izlediklerinden eğik yörüngeler üzerinde hareket ederler (Hawking, 2006).

En ünlü jeodezi Gauss’undur. Gauss’tan önce Euler, Lagrange ve Monge bazı eğrisel yüzeyleri incelemişlerdi. Fakat, Gauss daha genel olarak incelemiş ve diferansiyel geometrinin birinci büyük devresi böylece doğmuştu. İkinci devre 1854 yılında Riemann geometrisi ile olmuştur.

1854’te G.F.Bernhard Riemann, Öklit’in 5. aksiyomunun tersini kabul ederek: “Bir noktadan dışındaki bir doğruya hiçbir paralel doğru çizilemez” şeklinde ve “bir doğru parçası doğrusal bir çizgi üzerinde sürekli uzatılabilir” aksiyomunu da “bir doğru sınırsızdır ama sonsuz değildir” (yani doğrunun başlangıç ve bitiş noktaları yoktur ama uzunluğu sonsuzdur) şeklinde değiştirdi. Böylece küresel ya da Eliptik Geometri’yi kurdu. B.Riemann’ın aksiyomları tüm doğruların büyük çemberler olduğu kürenin yüzeyindeki geometride gerçekleşebilir (Büyük çember: merkezi kürenin merkezi olan kürenin yüzeyindeki bir çemberdir. Küresel geometrideki doğrular iki noktada kesişen büyük çemberlerdir. Bu yüzden hiçbir doğru paralel değildir). B.Riemann’ın kurduğu bu eliptik geometri geliştirdiği n-boyutlu eğri uzun kavramı ve bulunduğu “iki nokta

arasındaki uzaklığı tanımlamanın bir geometri kurmak için yeterli olduğu” gerçeği yeni bir dönüm noktası olmuştur.

20. yy’ın başında A.Einstein’in geliştirdiği genel görelilik kuramı ile Riemann geometrisi arasındaki uyum, başlangıçta yararsız bulunan Öklit dışı geometrilerin üstünlüğünün ilk adımını oluşturdu. Analiz ve diferansiyel geometri dalında bilime çok önemli katkıları olan Alman matematikçi Riemann’ın bilime bu katkıları daha sonra geliştirilen rölativite teorisinin geliştirilmesinde de önemli rol oynamıştır. Riemann’ın Öklit dışı geometrinin üzerine yaptığı çalışmalar için Einstein 60 yıl sonra şöyle diyecekti: “Bu yoruma çok önem veriyorum, bundan haberm olmasaydı görelilik kuramını hiçbir zaman geliştiremeyecektim.” Düz ayna anlayışı üzerine kurulmuş Öklit geometrisi Einstein’a kadar fizikçilerin kullandığı matematiğin temelini oluşturmuştur. Einstein ile Riemann’ın eliptik geometrisinin ön plana çıktığı görülmektedir (Hawking, 2006).

### 20. Yüzyıl

1893’te Henry Ford (1863-1947) ilk otomobilini üretmiş ve çok kısa zamanda kurduğu şirketleriyle dünyanın en büyük sanayicisi olmuştur. Otomobil ve otomobil sanayisi dünyanın çehresini değiştirmiştir. Montaj sanayisindeki gelişmeyle arabaların maliyetini 850 dolardan 290 dolara, yılda 10.607 adet arabadan 300.000 arabaya çıkarmıştır. Önceleri her 93 dakikada bir araba üretilirken, 1927’de 24 saniyede bir araba üretilmiştir. Ford, üretimi sağlamak için kok kömürü tesisi, dökümhane, çelik fabrikası, çimento fabrikalarından oluşan dev bir endüstri sitesi kurmuştur.

Otomobil teknolojisi diğer yandan petrol endüstrisini etkilemiş ve geliştirmiştir. Benzinle çalışan otomobiller, benzin üretmede kullanılan “kraking” tekniklerini iyileştirmiştir. Bunun sonucu dev petrol rafineleri, benzin istasyonları, araba bakım ve onarım atölyeleri, satış yerleri açılmış; pek çok kişiye iş imkanı doğmuştur. Petrol çok önemli stratejik bir madde haline gelmiş, savaşların nedenlerinden biri olmuştur.

Dünya kentleşme %15’den 2000 yılında %50’ye ulaşmıştır. Dünya üretim hacmi 1900 yılında 1 trilyon dolar, 2000 yılında 50 trilyon dolara yükselmiştir. Dünya nüfusu 6 milyarı geçmiştir (McCllellan III ve Dorn 2006).

### Albert Eistein (1879-1955)

Görecelik kuramını ve kuantum fiziğinin kurucusudur. Newtoncu görüş mutlak bir uzay ve zaman, bölünmez bir atom anlayışını, elektromanyetik alanla ışık ve ısı radyasyonunun yayılımı için temel sağlayan bir eter ortamını savunmuştur. Madde ve eterin karşılıklı etkileştiği ve ortamının, termodinamiğinin katı matematiksel yasalarına uyduğu ilkeleri, o zamana dek tüm bilim adamlarınca benimsenmiştir. Bu görüş, 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılda bilim adamlarınca elde edilen beş olguyla çürütülmüştür:

\* Bu yazı Prof. Dr. Veysel Sönmez’in 2008 yılında Anı Yayıncılık tarafından basımı yapılan Bilim Felsefesi kitabından yazarın izni ile alınmıştır.

## Karşı Çıktılar

**Amerikalı fizikçi Albert A. Michelson (1852-1931) ve Morley**, yaptıkları bir dizi deneyde, dünyanın herhangi bir etere görelî bir hareketini algılayamamışlardır. Newtoncu kurama göre, sabit bir etere görelî olarak hareket eden dünyadan ölçülen ışın hızında, çok küçük bir değişme öngörüyordu. Yani güneş yörüngesindeki dünyanın altışar aylık dönemlerde ters yönde hareket etmesi nedeniyle sabit bir eterin varlığına dayalı bakış açısından, bu dönem içinde aynı ışının, önce dünyayla birlikte sonra da dünyanın hareketinin ters yönde hareket etmesi ve iki hareket arasındaki farkın algılanabilmesi gerekiyordu. Oysa böyle bir olguyu elde edememişlerdir. Bu sonuca dayanarak Michelson ve Morley Newtoncu ilkeleri terk etmek yerine, kuramı kurtarmaya çalışmışlardır. Michelson-Morley deneyinin sonucunu esirde devinirken kısalan cisimler ve yavaşlayan saatlerle açıklamaya çalışan Hollandalı ünlü fizikçi Hendrik Lorentz'in kuramı kurtarmak için yaptığı çabalar Einstein'ın makalesi ile son buldu.

**Alman Wilhelm Röntgen (1845-1923)** x ışınlarını bulmuştur. Klasik fiziğin sınırları dışında olmamakla birlikte, elektromanyetik radyasyonu standart sınırların çok ötesine taşımıştır. Bu veriler de Newton fiziğini sarsmıştır.

**İngiliz Fizikçi J.J. Thompson (1856-1940)**, katot ışınlarının parçacıklı olduğunu kanıtlamıştır. Yani en küçük atom olan hidrojenin 2000 kat küçük farklı parçacıklardan katot ışınlarının oluştuğunu bulmuştur. Bu sonuç, atomun parçalanamaz ve en küçük parçacık olduğu görüşünü yıkmıştır.

**Fransız Fizikçi Antonie-Henri Becquerel (1852-1908)**, bir rastlantı sonucu uranyum cevherinin pozlandırılmamış fotoğraf plakalarını lekeliğini görmüştür. Leh bilimci Marie Curie (1867-1934), bunun için radyoaktivite terimini kullanmış ve uranyumun radyoaktif yayımlarla kurşuna dönüştüğünü saptamıştır. Böylece atomların dönüşmezliği ilkesi yanlışlanmıştır. Ayrıca belirli ağır elementlerin; elektronlar, gamma ışınları ve alfa parçacıkları olarak adlandırılan atom altı parçacıklar da dahil çeşitli ve farklı türden ışınları kendiliğinden yaydıkları açık hale gelmiştir.

Becquerel, Curie ve Rutherford'un deneyleri atomun yapısı üzerine birçok açıklama getirdi. Rutherford kendi adıyla anılan modelinde, atom pozitif elektrik yüklü olup atomun hemen bütün kütlelerini kapsayan bir çekirdek ile bu çekirdek çevresinde tıpkı gezegenlerin güneş çevresinde yaptıkları gibi dolanım hareketi yapan elektronlardan oluşuyordu. Fakat Newton mekaniğinin yasalarına uyan gezegen sistemlerinden hiçbiri, yine kendisi gibi bir sistemle çarpışacak olsa yeniden başlangıçtaki durumuna dönemezdi. Oysa bir karbon atomu başka bir atomla çarpışacak olsa ya da kimyasal bir bağ içinde başka atomlarla karşılıklı etkiye girecek olsa yine de karbon atomu olarak kalır. Benzerine o güne kadar rastlanmayan böyle bir kararlılık Niels Bohr tarafından, Planck'ın kuantum varsayımı ve Rutherford'un atom modeli örnek alınarak açıklığa kavuşturuldu (Öner, 2000).

**Heinrich Hertz**'in 1887'de bulduğu fotoelektrik etki, belirli maddeler üzerine düşen ve yalnızca belirli bir dalga boyunun üzerinde olan ışığın, bir elektrik akımına yol açacağı paradoksuyla ilgiliydi. Gereken ışığın altında olan yoğun miktardaki ışık bile bir akım tetikleyemiyordu. Siyah cisim problemi, ideal bir sistemin aldığından daha fazla enerji yayabileceğine işaret eden araştırmalarla ilgiliydi. Yani elektromanyetik spektrum gerçekten sürekliyse, o zaman bir başlangıç ışık dalgası, ya da ısı yayılımı

sonsuz sayıda küçük dalgalar halinde yeniden dağılabilecek ve böylece sonsuz miktarda enerji üretecekti. Bu durum, deneylerle ve bilinen termodinamik yasalarıyla açıkça çelişen saçma bir durumdu. 1900 yılında Max Planck "siyah cisim" deneyini yaptı ve ısıtılan bir demir çubuktan yayılan radyasyonun devamlı olmadığını kesintili enerji paketleri halinde çıktığını gösterdi. Bu enerji paketleri atom parçacıklarıydı ve Planck bunlara kuantum ismini verdi. Bu olay kuantum teorisini başlatan deney oldu (İnan, 2003). Özellikle 1901'den sonra Alman Fizikçi Max Planck'ın (1858-1947) yaptığı yorumlar, ışığın (ya da genel olarak radyasyonunun) ayrı enerji paketlerinden veya kuantum birimlerinden oluştuğu, klasik fiziğin gerektirdiği sonsuz derecede küçük enerji değeri olarak var olmadığı yönündeydi (McClellan III ve Dorn 2006). Enerjinin ancak ayrı ayrı enerji parçaları, yani enerji kuantaları halinde yayınlanma ve yutulması düşüncesi öyle yeni idi ki, fiziğin o güne kadarki geleneksel çerçevesine sığdırılamıyordu. Planck kendi yorumuna kendisi bile inanmadı. Ancak 1900 sonbaharında yoğun çalışmalardan sonra ulaşılan bu sonuçtan kaçmak için artık hiçbir imkan olmadığı kanısına vardı. Planck koyduğu formülün doğayı yorumlarken dayandığımız temel kavramları kökünden sarstığı bilincine çoktan varmıştı. Ancak Planck yeni varsayımını ışın teorilerinin eski tasarımlarıyla uzlaştırmak için giriştiği denemelerde başarısızlığa uğradı (Öner, 2000). Planck'ın buluşunun gerçek değeri bulabilmesi için eski kavramları bir yana itmekten hiç çekinmeyen Albert Einstein'ın bilim dünyasına gelişini beklemek gerekiyordu.

Einstein 1905'te fiziğin yönünü değiştiren bir dizi makale yayımlamıştır. Özde hiçbir şeyin ışıktan daha hızlı hareket edemeyeceği tezini ileri sürdü. Newton mekaniğini yeniden formüle etti. Mutlak yer ve zamanın olmadığını savundu. Özel görelilik kuramına göre, evrende hiçbir ayrıcalıklı bakış açısı, hiçbir temel saat bulunmamaktadır. Bir olayın ne zaman olduğu, bir cetvelin ne kadar uzun olduğu ya da bir nesnenin ne kadar ağır olduğu gibi tüm gözlemler, gözlemcinin yerine ve hızına bağlı olarak değişir. Einstein yeni fiziğin bir özelliği olarak klasik fizikte dikkatli bir biçimde ayrı tutulan kütle (m) ve enerji (E)'yi, denklemde sabit olan ışık hızıyla (c) denkleme ünlü  $E=mc^2$  formülünü öne sürmüştür.

Einstein'e göre evren dört boyutluydu (en, boy, yükseklik ve zaman). Cisimler, uzayın şeklini bozar. Gezegenler, bir çekim kuvvetinin etkisiyle değil, eğilmiş uzay içinde en kısa yolu izlemeleri gerektiği için güneşin yörüngesinde hareket ediyor. 1919'da güneş tutulması sırasında yapılan gözlemler, güneşin kütlelerinin yıldızların ışığını eğdiğini kanıtlar nitelikteydi. Merkür'ün yörüngesiyle ilgili yapılan hesaplar da, genel görelilikle benzer bir uyum göstermektedir.

## Özel Görelilik

Einstein, yıldızların gizini gün ışığına çıkarır ve atomun derinliklerinde yatan inanılmaz miktardaki depolanmış enerjiyi gözler önüne serer. Işığın hızı, tüm atalet (inertia) çerçevesinde sabittir. Dolayısıyla uzay ve zaman Newton'un düşündüğü gibi sabit değildir. Einstein, bundan dolayı uzayın sıkıştığını ve saatlerin evrende farklı hızlarda çalıştığını savunur. Newton'a göre dünyada saat birse, evrenin her yerinde saat birdir. Einstein'e göre evrende saat, farklı hızlarda ilerler. Ne kadar hızlı yok alırsanız, o zaman o kadar yavaşlar (kütle çekimi de zamanın geçişini yavaşlatır).

Newton'a göre bir metrelik çubuk, evrenin her yerinde bir metredir. Eistein'e göre ise, bir metrelik çubuk ne kadar hızlı hareket ederse, o kadar kısalır. Mutlak uzay ve mesafe diye bir şey yoktur. Zaman görecelidir. İkizlerden birini ışık hızına yakın bir hızla uzayda yol alan bir uzay gemisine bindirin; diğerini de dünyada bırakın. Uzay gemisindeki ikiz dünyaya döndüğü zaman; dünyada kalan ikiz daha yaşlıdır. Motosiklet üzerindeki bir polisin hızla yol alan bir aracı yakalamaya çalıştığını varsayalım. Newton'a göre otomobilin sürücüsü, polisin bakış açısına göre sabit görünür. Eğer bu olayı kaldırımdan izliyorsak; hem motosiklet, hem de otomobil çok hızlı hareket ediyormuş gibi görünür.

Uzay ve zaman bozulursa, metre ve saat ile ölçtüğümüz her şey bozulur. Buna her türlü kütle ve enerji de dahildir. Kütle ve enerjinin ne kadar bozulacağını hesaplamak için  $E=Mc^2$  formülü yeterlidir. Bu çok büyük bir sayı olduğu için (34.401.000.000 mi.2/saniye) küçük miktardaki bir kütle, devasa büyüklükte enerjiye dönüştürülebilir. Uranyum-235 atomu parçalandığı zaman, kütlelerini yüzde 0.1 oranında yitirir. Ancak bu küçük miktar bile bir atom bombasındaki korkunç enerjiyi üretmeye yeter.

Daha önce fizikçiler, eter denilen gizemli bir maddenin var olduğuna inanıyorlardı. Bu madde evreni kaplıyor ve tüm hareketler için mutlak bir referans çerçevesi oluşturuyordu. Ancak "eter rüzgarlarını" ölçmek için gerçekleştirilen deneylerden hiçbir sonuç alınmadı. Hatta dünya kısa bir süreliğine hareketsiz kalsa bile görülebilir bir eter olması gerekirdi. Newton fiziğini kurtarmak için umutsuzca uğraşan fizikçiler, bu deneylerde kullandıkları ölçüm aletlerinin ibrelerini, eter rüzgarlarının bozduğunu, dolayısıyla sonuç alınmadığını savundular. Einstein, eter kuramının gereksiz olduğunu ileri sürerek, ışık hızına yaklaştıkça, uzayın kendi kendine büzülmesini ve zamanın yavaşladığını gösterdi.

Özetle özel relativite kuramında, boyutların ve zamanın mutlak olmadığı, bir cismin boyutunun ve zamanının gözlemciye göre relatif olduğu ışığın daima aynı hızda ilerlediği, cismin kütlelerinin hızı arttıkça fazlalaşacağı, hız arttıkça cismin boyunun kısalacağı, ışık hızına ulaşıncaya cismin kütlelerinin sonsuz, boyunun sıfır olacağı, hız arttıkça zamanın yavaşlayacağı, bu yüzden hiçbir cismin ışık hızına ulaşamayacağı ve onu geçemeyeceği belirtilir. Ayrıca enerjinin kütleyle eşit olduğu ve bütün bunların ışık hızına yakın hızda ve sabit hızla hareket eden cisimler için geçerli olduğu belirtilir (İnan, 2003).

## Genel Görelilik Kuramı

Özel görelilik kuramı eksikti, çünkü ivme ya da kütle çekimi konularına değinmiyordu. Einstein yıldızlardan gelen ışığın Güneş'in yakınından geçerken kırıldığını varsayıyordu ve bu gözlemlerle kanıtlanıyordu. Bu birçok bilim insanı için şaşırtıcıydı; çünkü onlar ışığın yıldızlardan gözümüze direk geldiğine inanıyorlardı. Einstein'a göre ışık Öklit geometrisindeki gibi iki nokta arasındaki en kısa yol olan bir doğruyu izlemiyordu. Buna rağmen Einstein uzay zamanı içerisinde en kısa yolu izlediğini savunuyordu. Bu ifade o güne kadar bilimin üzerine kurulduğu Öklit geometrisinden Rieman geometrisine geçişi gösteriyordu. Öklit dışı geometri olarak bilinen Rieman geometrisinden haberi olmayan birçok kişi Einstein'ı anlayamadı; çünkü Einstein fiziğin temelindeki matematiği de değiştirmişti. Olası en kısa mesafede hareket etmesi gereken ışık eğimli bir yol izliyorsa, bu durumda uzayın kendisi de

eğimli olmalıdır. Bu düşünce fizikte bir devrim niteliğindedir.

Newton uzayın dümdüz olduğuna inanıyordu. Kütlelerin birbirini çektiğini söylüyordu. Gezegenlerin güneş etrafındaki hareketini de bu kütle çekimi ile açıklamıştı. Einstein'a kadar büyük bir otorite olan Newton'u hiç kimse bu şekilde sorgulamamıştı. Bu sorgulama Rieman'ın Öklit'in geometrisinin temel aksiyomlarını sorgulaması ile eşdeğeri. Şimdi fizikte Newton'un koyduğu kuralların temellerini sorgulama zamanıydı. Einstein daha sonra diğer kilit gözlemlerini gerçekleştirdi. Kütle çekimi altında hareketi ve ivme kazanmış bir çerçevede hareketi birbirinden ayırt etmek mümkün değildi. Bilim adamına göre hızla yol alan bir rokette ışık hızına ulaşması da bükülmeliydi. Bunun için ışığın geminin en tepesinden en alta ulaşmasının bir saniye sürdüğü çok uzun bir roket düşünün. Uzayda geminin tavanında bulunan bir gözlemcinin tabanındaki gözlemciye birer saniye aralıklarla bir sinyal gönderdiğini düşünün. Bu durumda her sinyalin yolculuğu bir saniye sürecek ve zemindeki gözlemci tarafından alınacaktır. Tavandaki gözlemci bir saniye aralıklarla iki sinyal gönderdiğine göre, zemindeki gözlemci de bir saniye aralıklarla iki sinyal alacaktır. Bu, kütle çekimi etkisinin olmadığı uzayda, bu şekildedir. Şimdi de roketin hızlanarak hareket ettiğini düşünelim. Bu durumda ilk sinyali aldığı mesafe diğerine göre daha kısa olacaktır. Zemindeki gözlemciye ikinci sinyal ilk sinyalden daha kısa sürede gelecektir. Roket sabit süratle hareket ederse sinyaller arasındaki süre değişmezken diğer ivmeli hareket ederse sinyaller arasındaki mesafe kısalacaktır. İvmeli hareket eden roketteki durum kütle çekimi etkisi altındaki rokette de geçerlidir. Bu devasa uzunluktaki roket yer yüzündeki fırlatma rampasında dururken tavandaki gözlemci bir saniye aralıklarla sinyal gönderirken tabandaki gözlemci sinyalleri daha kısa aralıklarla alacaktır. İki gözlemci yan yana durduğunda saatleri aynıdır ve saniyenin uzunluğu konusunda hemfikirlerdir. Genel görelilik kuramı özel görelilik kuramının görelilikteki gözlemciler için zamanın farklı aktığını söylemesi gibi farklı yükseklikteki gözlemciler için zamanın farklı aktığını söyler. Yeryüzüne yakın olduğunda zaman daha yavaş akacağından zemindeki gözlemci sinyaller arasındaki zamanı ölçtüğünde bu bir saniyeden daha kısa olacaktır. Bu durumda ikizlerden biri dağın tepesinde diğeri deniz seviyesinde yaşıyorsa, dağın tepesinde yaşayan daha hızlı yaşlanacaktır (Hawking, 2003). Bunu göstermek için Einstein, "bükülmüş-kıvrılmış" uzay adını verdiği bir kavramı tanıttı. Böyle bir yorumda gezegenlerin güneşin çevresinde dönmesinin nedeni, kütle çekimi değildir. Bunun nedeni, güneşin, çevresindeki uzayı bükmesidir ve bükülmüş uzay da gezegenleri iter. Yani, tıpkı yıldızlardan gelen eğimli ışınlar gibi güneşin etrafından dönen dünyada, eğimli uzayda mümkün olan en düz yolu izlemektedir. Yerçekimi sizi sandalyeye doğru çekmez; uzay sizin üzerinize doğru çekilir ve bir ağırlık hissi doğurur. Uzay-zaman genişleyen ve kıvrılabilen bir kumaş gibidir. Genel görelilik, masif bir ölü yıldızın (karadelik) kütle çekimine bağlı olarak uzayın aşırı bükülmesini tanımlar. Genel göreliliği, bir bütün olarak evrene uyguladığımız zaman, çözümlerden biri doğal olarak, korkunç bir big bang sonucu oluşmuş genişleyen bir evreni tanımlar.

Eğer güneş birden bire yok olsaydı ne olurdu? Newton'a göre tüm evren güneşin kütle çekiminin eksikliğini hissederdi. Einstein'e göre ise, hiçbir şey ışıktan daha hızlı gidemez. Kütle çekimi de ışıktan hızlı gidemez. Güneş işi-

ğı dünyaya sekiz dakikada vardığı için, ona göre dünyanın güneşe tepkisi sekiz dakika sonra olurdu.

### **Bükülmüş uzay-zaman:**

Einstein'in düşünüş şeklini anlamak için bir anahtar da dönmekte olan bir disk incelemektir. Diskin kenarı, ortasından daha hızlı döndüğü için, görelilik kuramına göre kenar, ortasına göre daha fazla basınç altındadır. Eğer böyleyse, disk bozulur. Diskin yüzeyi artık eğilmiştir (Yani diskin çevresi  $\pi$  çarpı çapı değildir). Uzay da böyle eğilir. O, bu yolla, kıvrılmış uzayın kütle çekimini açıklayabildiğini gösterdi.

Bir bowling topunu bir yatak çarşafı üzerine koyun ve yanından geçip gitmesi için bir bilye atın. Bilye eğik bir hat üzerinde ilerler. Newtoncu fizikçiler, bowling topunun bir kuvvet uygulayarak bilyeyi çektiğini ve eğilmiş bir hat üzerinde hareket ettiğini ileri sürerler. Oysa Einstein'cular, topun çarşafı çöktüğünü ve bu çökmenin sonucunda çarşafın bilyeye ters bir çekim uyguladığını söyler. Bowling topu yerine güneşi, bilyenin yerine de dünyayı koyun. Kütle çekimi dünyayı güneşin çevresinde çekmez. Tam tersi güneş, çevresindeki uzayı bükerek ve bükülmüş uzay dünyayı iter. Böylece dünya, güneşin çevresinde hareket eder. Bowling topunu yani güneşi kaldırırsanız, çarşaf eski haline döner ve dışarı doğru yayılan bir dalga yaratır. Bu etki yıldız ışığını da bükerek. 1919 yılında bir güneş tutulması sırasında, güneşin yanından geçerken yıldız ışığının eğildiği saptandı.

Bir yıldız ışığı güneşin yanından geçerken, güneşin uzayı bozmasının sonucunda eğilir. Sonuçta yıldızlar hareket ediyormuş gibi görünür. Bir yıldız çökme ya da madde birikimi sonucunda aşırı yoğunlaşırsa, kütle çekimi uzay-zamanda girdap yaratır. Bu durumda ışık bile bu girdaptan kaçamaz. Neticede bu görüşün doğruluğunu saptayan yüzlerce karadelik ve kurt delikler (karadelik diğer noktasını bağlayan bir köprü kavramı ortaya attı. Einstein bir kişinin bu köprüyü geçebileceğine inanıyor; çünkü kütle çekimsel kuvvetler ölümcül olabilir) saptandı.

Tüm evren bükülmüş uzay ve zamanın bir yan ürünü olarak değerlendirilebilir. Eğimli uzay-zaman bir balonun yüzeyine benzetilebilir. Üzeri beneklerle kaplı bir balonu üfleterek şişirsek, her beneğin diğer beneklerden gittikçe uzaklaştığını görürsünüz. Bizler de gittikçe genişleyen dört boyutlu bir evrende yaşıyoruz. Teleskoplar, galaksilerin bizden her yöne doğru uzaklaştığını gösteriyor.

### **Einstein'in Katkısı**

1. Işığın ikili bir yapısı olduğunu gösterdi. Yani ışık hem dalgaya, hem de parçacığa benzer özellikler içerir. Onun ışığın kuantum kuramı, modern elektronun temel ilkelerini oluşturdu. Bu ilkeler sayesinde televizyon, güneş hücresi, lazer ve fiber optikler üretilebildi.

2. Atomun varlığını somut bir biçimde kanıtladı. Atomların gelişigüzel çarpışmalarının, minik toz zerreciklerinin hareketini nasıl bozduğunu inceleyerek, atomların boyutlarını hesap etmenin pratik yolunu gösterdi.

3. Evrenin dört boyutlu (en, boy, yükseklik ve zaman) olduğunu gösterdi.

4. Tanrı zar atmaz demekle kuantum mekaniğine karşı çıkmakla suçlanır. Oysa o, kuramın mekaniğinin tartışma götürmez başarısını hiçbir zaman ret etmedi. Tam tersi, hedefi kuantum mekaniğini, birleşik alan kuramıyla harmanlamaktı.

### **Fotoelektrik etki:**

Onun kuramı kuantum fiziğinin doğmasına neden oldu. Bu etki, ışık televizyon kamerasına girip, metal bir plaka üze-

rine odaklandığı zaman ortaya çıkar. Işık metal plakaya çarptığı zaman, elektron çıkartır. Bu şekilde ışık elektrige dönüşür. Daha sonra elektrikten yararlanarak kameranın önünde görüntü oluşturulur.

### **Bileşik alan kuramı:**

Tüm doğa yasalarını, tek bir kuramla açıklamaktır. O, bunun için 30 yılını harcadı. Modern fiziğin iki önemli dayanağı olan görelilik ve kuantum kuramı, zaman içinde tek bir birleşik alan kuramında birleştirilebilir. Bu birleşik kuram, bilinen tüm fiziği özetleyebilecekti. Bu gerçekleştiği takdirde insan, Tanrı'nın kafasından geçenleri okuyabilecekti. Bugün bu birleştirici aday, sicim kuramıdır.

### **Einstein'in kuantum kuramını eleştirisi:**

O, fiziğin kapsamına olasılığı almaktan rahatsızlık duydu. Böyle olmakla birlikte kuramın temellerini sağlamlaştırmak ve eksiklerini gidermek istedi. Fizikçi Erwin Schrödinger, bir düşünce deneyi gerçekleştirdi. Bu deneyde, olası bir olay (atomun bozunması), her tarafı sıkıca kaplı bir kutunun içindeki kedinin yaşamasını ya da ölmesini belirleyecekti. Kuantum kuramı, kutuyu açmadan kedinin ne durumda olduğunu bilemeyeceğimizi söyler. Kutuyu açmadan önce, kedi aynı anda hem canlı, hem de ölü olarak tanımlanır. Bu tanım Einstein'e saçma gelir.

### **Ondan Bize Kalan Miras**

Onun kuramları, günlük yaşamımız etkilemektedir.

#### **1. Öncelikle teknoloji iflas eder.**

Dünya üzerindeki konumumuzu 15 metrelik bir menzilde belirler. Olmazsa, küresel konumumuzu belirleyemeyiz; çünkü dünyadaki saat ile uydudaki saat aynı hızla çalışmaz. Dahası görelilik elektrigin ve manyetizmin özelliklerine yön verdiği için, aralarındaki jeneratörler, bilgisayarlar, radyolar ve televizyonların da olduğu tüm modern elektronik cihazlar durma noktasına gelir.

#### **2. Dünya yaşanamaz hale gelir.**

Güneşi ve yıldızları çalıştıran nükleer fırın, görelilik olmazsa söner. Eğer  $E=mc^2$  olmazsa, evren aniden kararır ve soğur. Dolayısıyla yaşam olanaksızlaşır.

#### **3. Vücudumuzdaki atomlar çöker.**

Vücudumuzdaki moleküller birbirinden koparak çöker. Görelilik tüm parçacıkların dönmesini gerektirir. Bu dönme, çok sayıda elektronun atomun içinde aynı enerji durumunda bulunmasını önler. Dönme olmazsa, çekirdeğin çevresinde dönen elektronlar en düşük enerji durumuna düşer. Bu da atomların bir daha molekül oluşturamayacağı anlamına gelir. Ayrıca bildiğimiz şekliyle fiziksel gerçeklik çözüldür.

#### **4. Göreliliğin etkileri yok edilmezse, GPS (iletişim) yanlış sinyal verir. Dolayısıyla işe yaramaz.**

Einstein, 1905 yılında yayımladığı makalesinde ışığın sürekli dalgalar şeklinde değil, ama ayrı paketler halinde geldiği düşüncesini ileri sürmüştür. Bu düşüncüyü destekleyen fotoelektrik konusundaki makalesiyle de önemli katkı sağlar.

Doğayı bilmenin belirsizliği ve parçacık davranışlarındaki olasılık sınırlamaları ön plana çıkar. Bu durumda Einstein "Tanrı evren konusunda zar atmaz" diyerek bu görüşü ret eder.

Newton'a ve klasik fiziğe göre, yer ve zaman mutlaklı. Tüm hareketlerin ölçülmesinde temel alınacak bir "Arşimetçi nokta" oralarda bir yerde bulunur, standart bir sarı kağıt saat bir yerlerde evrensel zamanı duyurur, kütle ve

enerji birbirlerine çevrilemez ve nesnelere ışıktan daha hızlı hareket edebilir. Evren Oklid uzayının bir gereği olarak üç boyutluydu. Einstein, bunların tam tersini söylemiştir. Böylece klasik fizik mutlaklarıyla ve eteriyle 1920'lerde eskimişti (Oksay 2004).