

# DR. EINSTEIN YILI

**FİKİRLERİYLE EVRENI YENİDEN ŞEKİLLENDİREN İNSANIN  
YÜZÜNCÜ DOĞUM YILDÖNÜMÜ HEYECANLA KUTLANIYOR**

Uzay ve zamana yeni boyutlar kazandıran, insanoglununun evren, hattâ kendi kişiliği konularındaki anlayışını kökünden değiştiren, göreviği kuran ve ünlü formülü  $E=mc^2$  ile atom çağının temelini atan, kazandığı büyük üne karşın hiçbir zaman basit kişiliğini ve alçakgönüllülüğünü yitirmeyen ve her zaman sosyal adaletsizliğin karşısında yiğitçe yer almış olan Albert Einstein, yaşamaının son yıllarında her yanı sarkan pasaklı giysileriyle ve çoban köpeğini andıran dağınık ak saçlarıyla gençlere geometri ödevlerinde yardım eder, yelken gezintilerine çıkar, kemaniyla Mozart'tan parçalar çalar ve sayfalarca kâğıdı abuk sabuk şiir müsveddeleriyle doldurmaktan geri kalmazdı. Ölümünden çeyrek yüzyıl kadar bir zaman geçmiş olmasına karşın onun adını bil-meyenimiz ya da yüzünü tanımayanımız her hal-de yoktur.

Yüzyılımızda, içlerinde en seçkini olan Einstein'a karşı bilim adamlarının kişisel olarak gösterdikleri saygı ise apayrı bir anlam taşır. Bazılarının gözünde "bütün zamanların en büyük bilim adamı" olan Einstein için Nobel Ödülü kazanan I. I. Rabi "Günümüz fiziğinde Einstein'ın çalışmalarından kaynaklanmayan düşünce yok gibidir." derken MIT'ten Irwin Shapiro şöyle ekliyor: "O kendime 'fizikçi' diyebilmemi ve bundan kıvanç duymamı sağlayan kişidir."

Bu yıl, Mart ayının ondördü Einstein'ın doğumunun yüzüncü yıldönümüydü. Almanya'nın Ulm kentinde doğan ve çekirdek enerjisinden laser demetlerine değin koskoca bir çağı tek başına başlatmış olan Albert Einstein'ın doğumunun yüzüncü yılı kutlamaları Birleşik Amerika'dan Asya'ya, Avrupa'dan Latin Amerika'ya, hattâ düşünce ve kuramlarının uzun süre "saçma" görüldüğü Sovyetler Birliğine değin yeryüzünün hemen her köşesinde yapıldı. Akademik çevreler ona karşı saygı gösterisinde bulunmakta birbiriyle adeta yarış ettiler, hâlâ da ediyorlar. Önemli fizik dergilerinin tümü onun yapıtlarına manşetler atarak yer verdiler.

Kutlama gösterilerinin en büyüğü geçtiğimiz Mart ayının üçüncü haftasında Einstein'ın, yaşamaının son 22 yılını verdiği Princeton'daki İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde yapıldı. İçlerinde öndokuzunun Nobel ödülü sahibi olduğu çok sayıda bilginin katıldığı bu büyük toplantıdan hemen sonra aynı haftanın sonunda biri üstadın en verimli yıllarında basit bir patent araştırmacı olarak çalıştığı Bern'de, diğeri ise kuruluşunda büyük katkısı bulunan Kudüs'teki Hebrew Üniversitesinde olmak üzere iki önemli sempozyum daha yapıldı. Einstein'ın eski çalışma arkadaşlarından biri olan Syracuse Üniversitesi'nden Peter G. Bergmann herkesin onun bu ününden kendine bir pay çıkarmağa çalıştığını söylerken Cambridge Üniversitesi'nden Martin Rees "Einstein, bilim adamları arasında kutsal bir sima haline gelen tek kişidir," diyor.

ABD, Batı Almanya ve diğer ülkeler yüzüncü yıl coşkunluğunu akademik çevrelerin dışına taşıarak Einstein için özel pullar bastırdılar. Bilginin yapıtları Pekin'de iki cilt halinde yayınlandı ve yeryüzünün her yerinde basıldı. Washington'daki Smithsonian Enstitüsü ve Paris'teki Pompidou Merkezi, özel Einstein köşeleri hazırladılar. New York'taki Amerikan Fizik Enstitüsü onun adına düzenlediği gezileri sürdürüyor. Doğu Alman'lar, onun Berlin yakınlarında bulunan Caputh'taki yazlık kulübesine yeniden bir çeki düzen verdiler. Japon Einstein'cuları ise onun Avrupa'da sık sık gitmiş olduğu yerlere geziler düzenlediler. Televizyon da çeşitli özel programlarla bu saygı gösterilerine kendi çapında katkıda bulundu. Hazırlanan belli başlı programlar arasında BBC ile WGBH'nin ortak yapımı olan ve Peter Ustinov'un ileri görüşlü bir görecelik öğrencisini canlandırdığı "Einstein'ın Evreni" adlı dizi ile BBC'nin "Nova" adını taşıyan belgeseli en önemlileriydi. Geçtiğimiz yılın Kasım ayında da yıldızların ve yüksek enerjili X-ışını yayan diğer gök cisimlerinin gözlenmesi için uzaya bir "Einstein Gözlemevi" gönderilmişti.



Berks'in yontusu

Robert Berks'in yaptığı 4 metre yüksekliğindeki bronz bir yontunun açılış töreni Nisan ayında Washington Constitution Caddesi'ndeki Ulusal Bilim Akademisi'nde yapıldı. Güney Illinois Üniversitesi'nde bir "Yüzüncü Yıl Sempozyumu" düzenleyen düşünür Paul Schilpp'in de belirttiği gibi Einstein bu türden saygı gösterilerine öylesine karşıydı ki öldüğü zaman yakılarak küllerinin bilinmeyen bir yere atılmasını istemişti. Einstein'a karşı olan saygı gösterilerinin belki de en anlamlı olanı, onun bilimsel çalışmalarına karşı uyanacak olan ilgi ve bilimsel mirasının gerektiğince değerlendirilmesidir ki bu henüz tam anlamıyla gerçekleştirilmiş değildir.

En büyük yapıtı olan "Genel Görecelik", Texas Üniversitesi'nden John Wheeler'in de açıkça söylediği gibi, bir süre "uygulanması korkunç derecede güç" olduğundan fizikçiler bu "cehennem"den kurtulmak istercesine daha kolay gerçekleştirilebilecek ve daha fazla uygulama alanı olan kavram ve kuramlara yönelmişlerdir.

Batı Alman fizikçisi Karl Friedrich von Weizsaecker "Einstein'ın gerçek büyüklüğü, ölümünden sonra ortaya çıkan büyük değişmelere karşın güncelliğini günümüze değin sürdürmesindedir."

diyor. Gerçekten, onun yeniden canlanmasında bu değişikliklerin payı çok büyüktür.

1960'ların başlarından bu yana gökbilimciler, Einstein'ın zamanında ancak düşlerde görülen teknolojinin yardımıyla yeni bir evren açarak uzayda o zamana değin bilinmeyen enerji kaynaklarının algılanması için dev radyo antenleri kurmuşlar, uzaya havakürenin çok yükseklerini taramak yörünge uyduları fırlatmışlar ve ay üzerine saniyenin milyarda biri denli hata yapan atomik saatler yerleştirmişlerdir.

Açılan bu yeni evrende, örneğin kuasar denen gizemli cisimler vardır. Evrende belki de en uzak nesnelere olan, ancak yaydıkları korkunç enerji sayesinde yeryüzünden kolaylıkla gözlemlenen bu kuasarlardan başka ortaya bir de varlıkları, yayınladıkları genellikle düzenli radyo işaretleriyle algılanan pulsarlar (ya da nötron yıldızları) ile çekim alanları ışığı bile kaçırmayacak denli güçlü olan ve "kozmetik lâğım" içinde yitmiş bulunan kara delikler (Bk. Bilim ve Teknik, sayı: 135) çıkmıştır. Hattâ uzaydan öyle işaretler gelmiştir ki gökbilimciler bunların yaradılıştan kalan izler olması gerektiği görüşünde birleşmek zorunda kalmışlardır. 15-20 milyar yıl önce evrenin doğuşu anındaki tektonik patlamaların bitmek



tükenmek bilmeyen çınlamalarını andıran bu işaretle bir anlamda da hiçbir yerden gelmemektedir.

Einstein, bu gökbilimsel devrimi kendi zamanında olsaydı az da olsa belirli bir kuşkuyla karşılayabilirdi. Ancak bugün bilim adamları bu tür kozmik olayların anlaşılmasında yine de onun genel görecelik anlayışını temel almışlardır ve almaktadırlar. 1916 yılında şaşkın ve anlamayan gözlerle bakan bir topluluğa sunulan genel görecelik kuramı doğanın her yöne yayılan, fakat en zayıf kuvvetli olan çekim kuvvetine Einstein'ın getirdiği karmaşık, bir o denli de ince ve şık bir matematiksel açıklamayı içeriyordu. Genel görecelik üzerine yazılmış olan makalelerin ve yayınlanan periyodiklerin sayısı birkaç yıl içinde büyük bir artış göstererek yılda 600-700'e ulaştı. Einstein'a göre nasıl ki ışık ya da radyo dalgaları elektromanyetik kuvvetin taşıyıcısı iseler çekim kuvvetinin ileticisiydi. İşte bu dalgaları bulanın ya da yakalayanın ilk kez kendileri olmasını isteyen bilim adamlarının birbirleriyle girmiş oldukları yarış, bu canlanma döneminin bir diğer görüntüsüdür.

Einstein'ın kuramıyla ilgili olarak gün geçtikçe daha duyarlı deneyler yürütmeğe başlayan bilim adamları arasında ön saflarda yer alan MIT'ten Shapiro ve arkadaşları güneşin ötesine gönderdikleri radyo işaretlerinin diğer gezegenlerden yansyarak yeryüzüne geri dönmeleri için geçen süreyi saniyenin milyonda birinden daha duyarlı bir doğrulukla ölçtüler. Bu deneyin asıl amacı, güneş çekiminin dalgaların hızını Einstein'ın öne sürdüğü gibi azaltmakta olup olmadığının bir araştırmasıydı. Şimdiye değin elde edilen sonuçlara bakılacak olursa genel görecelik; bu ve buna

benzer sınavları başarıyla vermiş görünüyör. Einstein'ın kuramları, Yale Üniversitesi Fizik Profesörlerinden Feza Gürsey'in deyişle "zamanla daha bir güç kazanıyor."

Einstein, yaşamının ilk yıllarında herhangi bir üstün zekâ belirtisi göstermiş değildi. Üç yaşında daha konuşmağa bile başlamıştı. Dokuz yaşına geldiğinde hâlâ konuşmakta güçlük çekiyordu. İlk öğrenimini katolik bir okulda gördü. Daha sonra gittiği Münih'teki Luitpold lisesinde kendini ezberciliğe dayanan katı sistemin kısıcında bulmuştu. Birer talim çavuşuna benzettiği öğretmenlerini başkaldırıcı davranışlarıyla sürekli kızdırırdı. Hattâ içlerinden biri ona "İşe yaramaz biri olup çıkacaksın," demekten kendini alamamıştı.

Ne var ki hepten boş sayılmazdı. Beş yaşında ilk kez bir pusula gördüğünde iğneye etkileyen gizemli kuvvet onu son derece büyülemişti. Ergenlik çağında dinsel koşullandırmaların da etkisiyle, elektrokimya malzemeleri üreticisi olan açık fikirli babasını Yahudi ortodoksluğundan sapması nedeniyle sık sık azarlar almıştı. Gelgelelim fen bilimleri, matematik ve felsefeye merak sarıp ta bunları kendi başına öğrenmeğe başlamasıyla dinsel bunalım evresi geride kaldı. Özellikle geometri kitapçıklarından birini çok seviyor, hiç elinden eksik etmiyordu. 16 yaşındayken ilk kez kafasında soyut bir deney tasarladı. Laboratuarda değil de yalnızca zihinde oluşan bu türden deneyler ileride kuracağı yetkin kuramlar için sağlam birer temel olacaktı. Sözleştiği üzerinde göz-

Işık, kendisinininkine yakın hızla yol alan uzay gemisinden gönderilse bile hızı saniyede 300000 kilometreyi hiçbir zaman aşmaz.

HIZ  
LİMİTİ  
saniyede  
300000  
kilometre

Daha alt bir yörüngede makte olan saat üst yörüngede dönmekte olan kalır, çünkü yeryüzüne laştıkça çekim artar ve yeryüzüne yakın yörünge de hız daha büyüktür.

İkizlerden biri bir saat ve demir blokla birlikte yüksek hızla devinen uzay gemisinin içindedir ve hiçbir değişikliğin farkında değildir; buna karşılık yeryüzünde kalan önemli şeyler gözlenmektedir: uzay gemisi ve içindeki herşey kütlece büyümüş ve boyutları ise devinin doğrultusunda kısalmıştır. Gemideki saat yeryüzündekine göre daha ağır çalışmakta ve bu nedenle gemideki adam da daha ağır yaşlanmaktadır.

SAAT  
BLOK

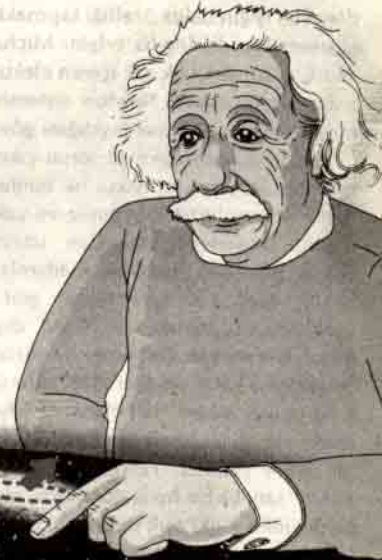
lemci taşıyan bir ışık dalgasının nasıl bir görünüm taşıyacağı, işte böyle bir deneydi.

Babasının işleri kötüye gidince her şeye sıfırdan başlamak üzere ailece Kuzey İtalya'ya göç ettiler. Bu arada Einstein hem okulu bıraktı, hem de Alman vatandaşlığından çıktı. Münih'teki okulun kendisinde bıraktığı acı anıları unutmak için bir yıl süreyle Apenin'lerde dolaştı durdu, dost ziyaretlerinde bulundu ve birçok müze gezdi. Daha sonra Bern'deki İsviçre Federal Politeknik Enstitüsü'ne girmeye karar verdi. Bitkibilim, hayvanbilim ve yabancı dil dallarındaki zayıflığı nedeniyle giriş sınavında başarılı olamadıysa da İsviçre liselerinden birinde bir yıl süreli bir öğrenim gördükten sonra Enstitü'ye girebildi. Bu arada İsviçre vatandaşlığına geçmişti.

Einstein'ın başkaldırcılığı burada da sürdü. Derslere girmiyor, canı ne isterse onu okuyor, laboratuarlarda onu bunu kurcalıyor ve doğal olarak ta öğretmenlerinin öfkelerini üzerine çekiyordu. Sonradan Einstein'ın yeni fiziği üzerinde değerli çalışmalar yapacak olan matematikçilerden Hermann Minkowsky ona "tembel köpek" adını takmıştı. Sınıf arkadaşlarından Marcel Grossman'ın tutmuş olduğu temiz notlar sayesinde

de iki önemli sınavını vererek 1900 yılında matematik öğretmenliği diplomasıyla okulu bitirdi. Ne var ki profesörlerinin düşmanlığını kazanmıştı. Bu nedenle onu öğretim kadrosuna almadılar. Bunun üzerine o da yaşamını bir gökbilimcinin hesaplarını yaparak ve özel ders vererek kazanmağa başladı. Diplomasını aldıktan iki yıl sonra Bern'deki bir patent bürosunda ölçme ve deney elemanı olarak görev aldı. Yıllık kazancı önceleri 3500 frank iken daha sonra 675 dolar oldu.

Bu görev, kendisinin de ileride söylemekten kaçınmayacağı gibi bir ölçüde yaşamının dönüm



$98\text{ m/sn}^2$  lik bir ivme ile yeryüzünden uzağa doğru yol alan asansördeki adamın duyduğu çekme...

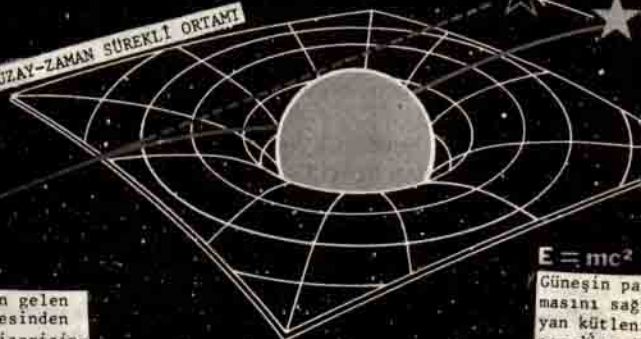
... aynı asansörün yeryüzünde dururken yerçekiminden ötürü duyduğu çekmeye eşittir

Uzak bir yıldızdan gelen ışık güneşin kütesinden ötürü uzay-zaman içerisinde eğrileceğinden yıldız yeryüzünden, başka bir konumda imiş gibi gözükür.

Galaksilerin yeryüzünden ve birbirlerinden uzaklaşmaları evrenin genişlemekte olduğunun bir kanıtıdır.

UZAY-ZAMAN SÜREKLİ ORTAMI

$E = mc^2$   
Güneşin parlamasını sağyan kütle enerjide dönüşümdür.





noktası olmuştu. 1903 yılında Mileva Maric adlı Sırbistan'lı bir fizik öğrencisiyle evlendi. Patent uygulamalarını gözden geçirerek hem sorunların temeline inebiliyor, hem de çözümleri konusunda çabuk karar vermediği öğreniyordu. Böylece de fizik konuları üzerine eğilmek için yeterli zamanı oluyordu.

Üzerinde düşünülmesi gerekli çok şey vardı. İkiyüz yıldan fazla bir süreden beri Isaac Newton'un devinim ve çekim yasaları geçerliydi ve bunlar uyu devinimlerini, gazların davranışlarını ve diğer fiziksel olayları fazlasıyla açıklayabiliyordu. Gelgelelim 19. Yüzyılın sonlarına doğru Newton'un öğretileri sağdan soldan çatlak vermeğe başladı. Newton ışığı, bir parçacıklar (corpuscule) akımı olarak ele alınmıştı. Oysa bazı deneyler ışığın dalga özelliği taşımakta olduğunu göstermekteydi. İngiliz bilgini Michael Faraday ve İskoç James Clerk ışık içeren elektromanyetizmanın, bünyesinde Newton sistemiyle bağdaşmayan bir dizi olayları taşıdığını gösterdiler.

Bu durumda ortaya şu sorun çıkıyordu: Eger ışık dalgalarından oluşmakta ise bunlar nasıl gönderilir ve yayılır? Bildiğimiz ve yakından tanıdığımız maddeler açısından uzayın oldukça yoksul olduğunu gören bilim adamları ışığın, örneğin yeryüzü ile güneş arası gibi çok büyük uzaklıklara taşınması için "eter" diye adlandırıkları çok ince ve görünmez bir tözün var olması gerektiğine karar verdiler. 1887 yılında Amerika'lı iki fizikçi Albert Michelson ve Edward Morley eterin var olup olmadığını belirlemek için ustaca bir deney yaptılar. Yeryüzü güneşin çevresinde 30 km/san.'lik bir hızla dönmekte olduğuna göre bu devinim, tıpkı açık ve durgun bir havada bisikletle giden birinin yüzüne çarpan bir rüzgâr gibi, ters yönde bir "eter rüzgârı" oluşturmalıydı. O halde bu rüzgârın yönünde devinen ışığın hızı, rüzgâra karşı devinirkenki hızından daha yüksek olmak zorundaydı. Bunu doğrulamak için ustalıkla bir buluşla ışık kaynaklı ve aynalı döner bir aygıt yapan Michelson ve Morley deneyin sonucunu büyük şaşkınlıkla karşıladılar. Işığı hangi yöne gönderilirse göndersinler, hızında en küçük bir değişim bile olmuyordu. Yoksa eter diye birşey yok muydu?

Eterin varlığını kanıtlamak ve onu "kurtarmak" isteyen İrlanda'lı fizikçi George Fitzgerald ortaya attığı yeni kuramda eter içinde devinmekte olan bir cismin devinim yönünde büzülebileceğini, bu büzülmenin de ışık hızında eter rüzgârı tarafından yaratılacak değişmeyi ortadan kaldırdıcağını söylerken dolaylı olarak bu rüzgârın algılanması olanağının ortadan kalkacağı sonucunu çıkarıyordu. Kurama şık bir matematik

model vermek isteyen Hollanda'lı fizikçi Hendrik Lorentz ek olarak şu görüşe yer verdi: Işık hızının değişmez "görünebilmesi" için her maddenin içine girebilen eterin, kendi içinde devinmekte olan bir saati de geri bırakması gerekir.

Aralarında birçok ünlünün de bulunduğu fizikçiler henüz birer fantazi gibi gördükleri bu kuramların bataklığında eter sorununa bir çözüm arayadursunlar, onlara nasip olmayan sezgi dolu ışık fiziğinin abecesini öğrenmeğe çalışan 26 yaşındaki patent araştırmacısının beyininde çaktı. Genç deha bu parıltıyı 1905 yılında Alman bilim dergilerinden "Annalen der Physik"te yayınlanan dört yazıda dile getirdi. Bunlardan üçü, Einstein'la ilgili bir "Yüzüncü Yıl Antolojisi" yayınlayan C. P. Snow'un deyimiyile "fizik tarihinin gelmiş geçmiş en büyük yapıtları" idiler. "Devinen cisimlerin elektrodinamiği" biçimindeki başlık ilk yazının önemini yeterince vurgulamıyordu, ama sonradan bu yazı Einstein'ın "Özel Görecelik" diye anılacaktı.

"Eter" kavramını hiç gözönüne almama yürekliliğini gösteren Einstein, geliştirdiği iki belirtte (aksiyom) şunları söylüyordu: 1. Bir deney, yalnızca bir gözlemcinin diğerine göre olan bağıl devinimleri algılar, 2. Işık, kaynağının devinimi nasıl olursa olsun boşlukta değişmeyen hızla devinir. (Genel kanı, örneğin devinmekte olan bir uzay aracından -uçaktan fırlatılan bir mermi gibi- devinim yönünde gönderilen bir ışığın hızı, kendi hızı ile uzay aracının hızının toplamı olacağı doğrultusunda olduğundan bu ikinci belirt kuralları zorlayıcı bir görünümdeydi.) Soyut deneyler ve basit matematik kullanarak geliştirdiği bu önermelerden hareket eden Einstein Newton fiziğinin temel görüşlerini sarsıcı sonuçlara varmıştır.

Zamanın salt olduğu, evrensel olarak değişmediği ve geçmişten geleceğe doğru sürekli bir akış içinde olduğu yolundaki bu temel görüşleri yıkmak için Einstein'ın yararlandığı soyut deney şuydu: Bir tren istasyonundaki bir gözlemci doğuda ve batıda demiryoluna iki yıldırım düştüğünü görsün. Bu durumda şimşeklerin de aynı anda çaktığı sonucuna varır. Yıldırımların düştüğü anda istasyondan doğudan batıya doğru çok hızlı giden bir tren içinde ikinci bir gözlemci geçsin. Bu gözlemci için yıldırımlar aynı anda düşmüş gibi gözükmeyecektir, çünkü doğuya düşen yıldırımdan öteye doğru devinmekte olduğundan bu yıldırımın ışığı kendisine, istasyondaki gözlemciye geldiğinden daha geç gelecektir. Benzer biçimde batıya düşen yıldırıma doğru gitmekte olduğundan bunun ışığı ise kendisine istasyondaki gözlemciye geldiğinden daha erken gelecektir.



Demek ki istasyondaki gözlemcinin aynı anda gördüğünü trendeki gözlemci önce batıda, sonra da doğuda olmak üzere iki ayrı anda görmektedir. Öte yandan eğer yıldırımlar istasyondaki gözlemciye göre değişik zamanlarda düşmüş olsalardı, trendeki gözlemci bunları belki de aynı anda görecekti.

Bu görüşlerin hangisi yanlıştır? Einstein'a bakılırsa hiçbirisi yanlış değildir, çünkü zamanın ölçümü referans noktasının seçimine, örneğin tren ya da istasyona bağlıdır.

Einstein, yine buna çok yakın bir akıl yürütmeyle Newton'un "salt uzunluk" kavramını da çığırdaş ilan etmiştir. Einstein'ın bu yeni acununun da zaman ve uzaklık, aynı ölçüde değişime gösteren ve gözlemcinin konumuna bağlı olan yapılara sahiptirler. Değişmeyen tek büyüklük ise ışık hızıdır. Ne var ki bu kuramlar, ışığına yakın hızlara uygulandığında ortaya biçimsiz ve çelişik sonuçlar çıkmaktadır. Sözgelisi saatte 260000 Km.'lik hızla devinen uzay aracındaki saati görebildiği varsayılan yeryüzündeki bir gözlemci bu saatin kendi saatine oranla ayrı ayrı geri kaldığını gözleyecektir. Uzay aracı ve onunla birlikte olan herşeyin kütlesi aynı adamın gözünde yeryüzündeki kütlelerinin iki katına çıkmış gibi gözükcek, buna karşılık devinin doğrultusundaki tüm boyutlar yeryüzündeki ölçülerine oranla yarı yarıya küçülmüş gibi olacaktır. Uzay gemisindeki bir gözlemci ise gemisinde herhangi bir değişiklik görmez, ancak yeryüzünde zamanın yavaşladığını, kütle ve uzunlukların da değiştiklerini sanır.

Temeli bu olaya dayanan ünlü "İkizler çelişkisi" de ise ele alınan sorun şudur: Eğer ikizlerden biri bir uzay aracıyla uzaya gönderilirse yeryüzüne geri döndüğünde ikizlerden hangisi daha yaşlı olacaktır? Yeryüzünden kalkışı ve yeryüzüne geri dönüşle ilgili göreceli etkilerden ötürü çok yüksek bir hızla uzay yolculuğuna çıkan kardeşin, ikizinden daha genç olarak yeryüzüne dönmesini savunan Einstein'a göre sorunun kesin ve tek bir yanıtı olduğundan olayda herhangi bir çelişki söz konusu değildir.

Ne denli şaşırtıcı ve garip gözükürlerse gözüksünler bu türden olayların hepsi de kanıtlanmıştır. Örneğin, çekirdek ivmendiricilerinin tasarımında, bir anda ışığına yakın hızlara erişen atom altı parçacıkların kütlelerinin büyüyeceği gözden irak tutulmamalıdır. Bunun yanısıra "müon" adı verilen parçacıklar hareketsiz durumda birbirleriyle bütünleşmeden önce çok kısa bir süre yaşadıkları halde yüksek hızlara çıktıklarında ömürleri artmaktadır.

Annalen der Physik dergisinde yayınlanan diğer yazısında Einstein, bir metal yüzeyine gelen ışık demetinin bu yüzeyden elektron koparacağını tanıtlayarak fotoelektrik olayı açıklıyordu. Günümüz elektronığının temel taşlarından biri olan bu olay elektrik gözülü aygıtlardan televizyon resim tüplerine ve uzay araçlarının güneş panellerine değin çok büyük bir uygulama alanına sahiptir. Makalesini, Alman fizikçisi Max Planck'ın, sıcak cisimlerden yayılan ısı ve ışık enerjisinin "kuanta" adını verdiği paketçikler halinde bulunduğunu öne sürdüğü, ancak doğaya aykırı olduğu gerekçesiyle kendisi için bile doyurucu olmayan kuramından yararlanarak hazırlanmış olan Einstein, ışığın zaman zaman -ileride "foton" adı verilecek olan- parçacık niteliği de taşımakta olduğu yolunda son derece devrimci bir görüşü ileri sürmüştü. Metal yüzeyinden elektron koparan da işte bu parçacıklardı.

Aynı dergide yayınlanan üçüncü yazıda Einstein, mikroskobik parçacıkların sıvılar içindeki zigzag devinimlerini açıklıyordu (bunu ilk kez 1827'de İskoç bitkibilimcisi Robert Brown gözlediğinden bu devinime "Brown devinimi" denir.). Parçacıkların, sıvı içinde bulunan moleküller tarafından devindirilmekte olduğu yolundaki bu açıklama, maddenin atomik yapısı konusunda kuşkulu olanları en sonunda 20. Yüzyılın başlarında inandırmıştı.

Bu makalede Einstein, görecelik matematiğinden olduğu kadar fotoelektrik konusundaki yazısından da yararlanarak şu tarihsel sonucu varmıştır: Eğer bir cisim bir E ışık enerjisi yayarsa kütlesi, bu enerjinin ışık hızının karesine bölümü oranında azalır ( $m = E/c^2$ ). Buradan, kütlelenin ve enerjinin değil yalnızca özdeş oldukları, aynı zamanda da birbirlerine dönüşebilecekleri gibi son derece cüretli bir sonucu çıkarmak, basit bir cebir işlemiyle gerçekleşebilecek, ama o ölçüde büyük bir yürekliliği gerektiren bir işti. İki yıl sonra yayınlanan ve daha da ünlü bir formül olan  $E = m \cdot c$  ile dile getirilen bu gerçek, küçük kütlelerin dahi tonlarca TNT'lik patlayıcı gücü biriktirebileceklerini ortaya koyarken çekirdek çağının kapısını aralamaktaydı. Yine bu formül, güneşin hiçbir kayda değer büzülmeğe uğramadan nasıl milyarlarca yıldan beri ısı verebildiğini açıklıyordu.

1905'teki bu korkunç buluşun kendisi kadar uygulamaları da son derece şaşırtıcı oldu. Newton'un 23 yaşındayken veba illetinden kaçarak Lincolnshire'a sığınıp burada ışığın tayfını incele-



diği ve çekim ile devinme ilişkin evrensel kuramının temelini attığı 1966 yılından beri böylesine bir aşama gerçekten olmamıştı.

Einstein yedi yıl sonra patent bürosundan ayrılarak Prag ve Zürih'te akademik görevlerde bulundu. Sonunda 1. Dünya Savaşı'nın arifesinde, Alman emperyalizminden nefret etmesine karşın Berlin Üniversitesi'nde bir profesörlüğü ve Kaiser Wilhelm Enstitüsü'nde yeni kurulan Kuramsal Fizik bölümünün yöneticiliğini kabul etti.

Bu değişiklik acı sonuçlarını da birlikte getirecekti. Savaşın başlamasından hemen sonra Einstein üç Alman aydını ile birlikte bir sosyalist ve pasifist olarak savaşı lanetleyen bir bildiriye imza attı. Karısı ve iki oğlu İsviçre'ye dönmüşlerdi. Bu ayrılık iki yıl sonra (1919) boşanmayla sonuçlandı. Beklediği Nobel ödülünü nafaka olarak ailesine vermediği ve kabul eden Einstein kısa bir süre sonra dul kuzini Elsa ile yaşamını birleştirdi. Bu arada söz konusu Nobel ödülü 1922 yılında, foto-elektrik konusunda yapmış olduğu çalışmalardan ötürü kendisine verildi. Bilim adamları görecelik kuramlarını henüz sindirebilmiş değillerdi, bu nedenle ödül verilirken göreceliğe yalnızca şöyle bir değiniliyordu.

Einstein şimdi de özel göreceliğin tek biçim deviniminden ayrılarak daha karmaşık olan ivmeli devinimlere yönelmişti. Bunlar, tıpkı yeryüzünün çekim kuvveti bir cisim yere doğru çektiğinde cismin hızının her saniye 9,8 m/san.'lık bir artış göstermesi gibi, hızın zamanla değiştiği devinimlerdi. 17. Yüzyılın büyük ustası çekimin, kütleleri ne olursa olsun tüm cisimlere eşit biçimde etkiğini ileri sürmüştü ve bu görüşte herhangi bir aksaklık göze çarpmıyordu. Gerçi Galilei'nin, Pisa kulesinin tepesinden değişik ağırlıktaki cisimleri aşağı bırakarak bunların (hava direncinin oluşturduğu ayrımlar dışında) aynı süre içinde yere düştüklerini gözlediği söylenmekteydi, ama bunun ne denli gerçek olduğu bilinmiyordu. Einstein'ın konuya getirdiği açıklamaya göre çekimin oluşturduğu ivme, biçim olarak başka kuvvetlerce oluşturulan ivmelerden ayrımsızdı.

Einstein, "eşdeğerlik ilkesi" diye bilinen bu örüşünü kanıtlamak üzere her zaman olduğu gibi yine bir soyut deney örneği verdi: Yeryüzünden çok uzakta bir asansör düşünelim. İçinde bir gözlemci taşıyan ya asansör ileri doğru 9,8 m/san.'lık bir ivmeyle devinmekte olsun. Vücudu bu hız değişimine karşı belirli bir direnç gösterecek olan gözlemcinin ayakları asansörün tabanına bir basınç uygular. Asansör yeryüzünde ve devinimsiz

iken asansörün tabanı ile gözlemcinin ayakları arasındaki basıncın büyüklüğü ne ise bu basınç da şiddet bakımından aynıdır. İşte bu nedenle uzaydaki gözlemci kendisini asansörün tabanına "çeken" şeyin çekim kuvveti mi, yoksa eylemsizlik etkisi mi olduğunu söyleyemez.

Peki, o halde Newton'un en büyük uzaklıklardan bile etkisini ani gösterdiğine inandığı bu gizemli kuvvet nedir? Einstein'a göre bu, aslında bir kuvvet değil, "uzay-zaman" adını verdiği şeyin bir özelliğidir. Böyle bir acunda uzaya, Einstein'ın gençliğindeki kutsal Öklid geometrisiyle açıklanamayan dördüncü bir boyut — zaman boyutu— daha eklenmektedir. Kendisinin ortaya attığı "uzay-zaman" kavramını açıklamak için yeni bir metrik sistem arayışı içine giren Einstein, günümüzün de değerli bir matematikçisi olan arkadaşları Grossmann'a danıştı. Grossmann da ona, 19. Yüzyılda Alman matematikçisi Bernhard Riemann tarafından geliştirilen "Euclidyen olmayan" geometrinin bu yeni dört boyutlu uzay ile uyum sağlayabileceğini söyledi.

Herşeyi on karmaşık "alan" denklemi şeklinde birleştiren Einstein 1916 yılında genel görecelik kuramını yayınladı. Bunun, özel görecelik kuramında olduğu gibi herhangi bir ön evresi yoktu. Bugün bile adamları, bu kuramı geliştirmek için Einstein'ın izlemiş olduğu düşünce silsilesini hayranlıkla karşılıyorlar. California Teknik Üniversitesi'nin Nobel ödüllü fizikçilerinden Richard Feynmann "Onun böyle bir düşünceye nasıl gelebildiğini henüz anlamış değilim." diyor.

Einstein'ın bu dört boyutlu eğrilmiş uzay-zaman "sürekli ortamı", gözönüne getirilmesi ne denli güç olursa olsun, bir yere asılı ve sıkıca gerilmiş, amayıldız, galaksi ya da başka maddeler gibi- ağır nesnelere konulduğunda biçimini değiştiren bir lastik düzleme benzetilegelmiştir. O halde Einstein'a göre güneş vb. gibi kütleli cisimler çevrelerindeki uzay-zamanı eğritecekler, bunun sonucu olarak ta gezegenler güneşin çekim kuvveti etkisiyle onun çevresinde eliptik yörüngelerde değil de uzay-zamanın eğri yörüngeleri üzerinde devineceklerdir. Büyük şaşkınlık yaratan kuramlarını tanıtlamak üzere Einstein önce Merkür'ün yörüngesindeki anormallığı açıklamak için alan denklemlerini kullandı. Yüzyıldan fazla bir süreden beri eliptik yörüngesi üzerindeki Merkür'ün güneşe en yakın noktası, Newton mekaniğinde öngörülenden bir asırda 43 saniyelik bir yay kadar ve bilim adamlarınca açıklanamayan bir fazlalıkla devinmekteydi. Oysa Einstein'ın denk-



lemleri Merkür'ün yörüngesine uygulandığında bulunan sonuçta 43 saniyelik bu yay fazlalığı tam tamına ortaya çıktı.

Einstein'ın soyut deneyinde uzaya göndermiş olduğu asansörün hızı korkunç bir oranda artarak neredeyse ışık hızına erişmekteydi. Asansör duvarlarından birinde ince bir delik olduğunu varsayan Einstein bu delikten içeri bir ışık demeti gönderdi. Asansördeki gözlemci ışığın, deliğin karşısındaki duvara eriştiği noktanın, delik hizasının biraz altında olduğunu görecekti. Bunun nedeni ise basitti, çünkü ışık bir duvardan diğerine giderken asansör de onunkinde yakın bir hızla "yukarı" doğru devinmekteydi. Ayaklarının asansörün tabanına yaptığı basıncın "çekim kuvvetinden ötürü" olduğunu sanan gözlemci ışığı bükenin de yine aynı çekim kuvveti olduğunu düşünecekti. Bu düşünce "görece" doğrudu ve Einstein, ışığın çekim kuvveti tarafından bükülebileceğini bu soyut deneyiyle ileri sürerken denklemleriyle de kanıtlamıştır.

Bu deney daha genel boyutlara erişirilip te eğilme etkisi kesin olarak doğrulanınca bilim dünyasının tüm ilgisi bir anda Einstein'a çevrilmişti. Genel görecelik uyarınca çok uzak bir yıldızın yeryüzüne gelmekte olan ışığı eğer güneşin yakınından geçerse güneşin çekimi etkisiyle saptırılır. Bunun sonucu olarak yıldız yeryüzünden asıl yerinde değil de bir miktar kaymış olarak görünür. Einstein'ın hesaplarına göre bu kayma 1,75 saniyelik bir yay kadardır. Bu kayma ne denli küçük olursa olsun gözden irak tutulacak türden değildi. Şimdi geriye, güneşle hemen hemen aynı doğru üzerinde ve onun arkasında olan bir yıldızın fotoğrafını çekerek bunu deneysel olarak kanıtlamak kalıyordu. 29 Mayıs 1919'da İngiliz gökbilimcilerinden Arthur Eddington başkanlığındaki bir ekip Batı Afrika kıyısı açıklarındaki Principe adasında, Brezilya'da ve Sobral'da tam bir güneş tutulması sırasında çektiği resimlerle Einstein'ın öngördüğüne çok yakın konum kaymaları saptadı. Sonraları kendine "Eğer herhangi bir kayma gözlenmeseydi, o zaman ne diyecektiniz?" biçiminde bir soru yöneltilen Einstein, "o zaman sayın Lord hesabına üzülecektim, çünkü kuram kesinlikle doğru." karşılığını vermişti.

Artık Einstein büyük bir üne kavuşmuştu. Gazete ve dergiler onunla röportaj yarışına girdiler. Kendisine, konferanslar vermesi için çağrılar yağıyor, devlet başkanları ve kralar tarafından kabul ediliyor, Tokyo'dan Manhattan'a değin büyük kitlelerce görkemle karşılanıyor ve kucak-

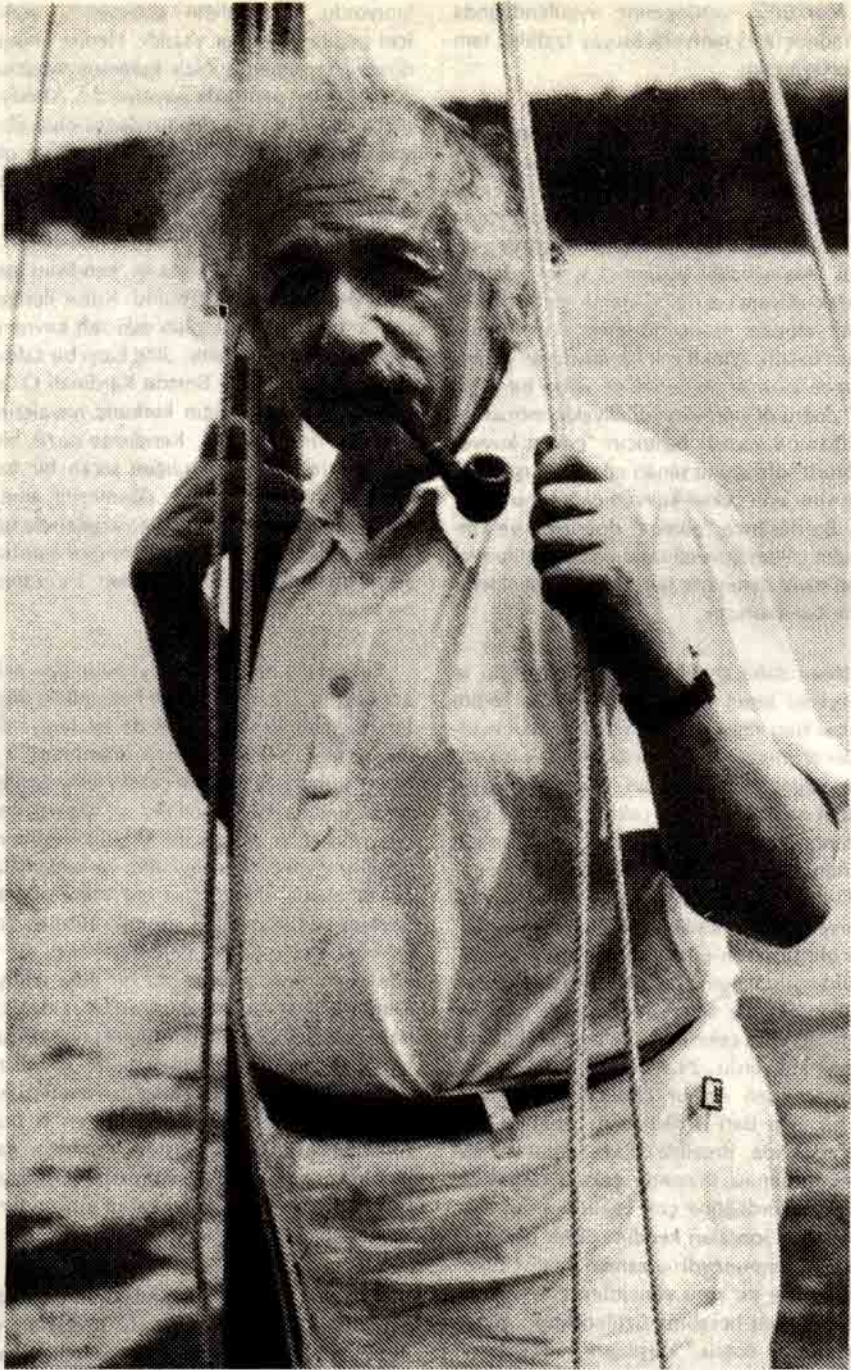
lanıyordu. Göreceliğin gizemlerini açıklamak için popüler kitaplar yazıldı. Henüz anlaşılır bir düzeye erişememiş olan kuramın matematiğini çözebilenler parmakla sayılıyordu. Konuyu yalnızca üç kişinin anladığının doğru olup olmadığı sorusunu Eddington "üçüncüsünün kim olduğunu çok merak ediyorum." biçiminde yanıtlamıştı.

Kısa bir süre sonra Einstein, kendisini ateşli bir tartışma ortamı içinde buldu. Kilise ilerigelenlerinden bazıları Newton'un eski salt kavramlarına dayanmayan bu kuramı, dine karşı bir saldırı olarak değerlendirirken Boston Kardinali O'Connell göreceliği "Tanrısızlığın korkunç hayaletine bürünmüş" diye niteledi. Kendisine nazik bir dille Tanrı'ya inanıp inanmadığını soran bir hahama Einstein ünlü bir Yahudi dönmesini anımsattı: "Ben, insanların eylemleri ve yazgılarıyla uğraşan Tanrı'ya değil, Spinoza'nın, kendini varolan her şeyin düzenli uyumuna adanmış Tanrı'sına inanıyorum."

Einstein'ın neden öfke uyandırdığını anlamak zor değildi. Uzay ve zaman hakkındaki düşünceleri başkaldırıcı yapısından da etkileniyordu. Bu düşünceler eski önyargılarla doğrudan bir çatışma ve günlük deneylerle çelişki içindeydiler. Buna ek olarak antinasyonalist ve dinsel inançlardan yoksun bir Yahudi idi. Özellikle Almanya'da kendisine yöneltilen eleştiriler ve suçlamalar, diğer ülkelerde olduğundan çok daha şiddetli idi. Savaşın yitirilmesinden sorumlu tutulan Yahudiler birer şamar oğlanı haline gelmişti. Bu arada Einstein'ın pasifizmi de acı bir dille anılıyordu. Kendisi ve getirdiği "Yahudi fiziği" giderek artan bayağı suçlamalara hedef olmaktaydı. Planck ve birkaçı dışında tüm Alman bilim adamları ona sırt çevirdiler. 1933'te Hitler'in yönetimi ele geçirmesinden kısa süre sonra, zaten o sıralarda Amerika'da bulunan Einstein Princeton'da yeni kurulmuş olan İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde kendisine önerilen görevi kabul etti ve bir daha da Almanya'ya dönmedi.

Einstein, sosyal yaşamındaki bu canlılığa karşın bilimsel çalışmalarını da savsaklamıyordu. 1917 yılında yayınladığı çok önemli makale, 40 yıl sonra ilk aygıtı geliştirilecek olan laser'in temel ilkelerini ortaya koymakla kalmıyor, aynı zamanda en genel anlamda kuantum kuramında da önemli aşamalar sergiliyordu. Bunun yanı sıra Einstein, gökbilimin yeniden doğuşuna, başlangıcın incelenmesine ve evrenin tarihi ile gelişmesine de önemli katkılarda bulundu. Önce Hollan-





da'lı gökbilimci Willem de Sitter, daha sonra da Sovyet bilim adamı Alexander Friedmann Einstein'ın denklemlerinin genişlemekte olan bir evrene işaret ettikleri sonucuna vardılar. Bu sonuç, yani evrenin devingen (dinamik) bir niteliğe sahip olması, göğün popüler görüntüsünü çizmiş

olan gökbilimcileri son derece rahatsız etti. Einstein'ın kendisi bile evrenin kararlı ve değişmeyen bir yapıya sahip olmasını yeğ tutuyordu. Bunun üzerine matematiksel bir el çabukluğuyla denklemlerine evrenin kararlı ve değişmez olduğu "olasılığını" içeren bir "Kozmolojik sabit" ge-



tirdi. Ne var ki on yıl kadar sonra California'daki Hale Gözlemevi'nden gökbilimci Edwin Hubble tüm galaksilerin gerçekten birbirlerinden uzaklaşmakta, yani bir başka deyişle evrenin genişlemekte olduğunu gösterince Einstein'ın kuramının, kozmolojik sabiti koymadan önceki biçimiyle doğru olduğu kendiliğinden tanıtlanmış oluyordu. Bunun üzerine Einstein "kozmojik sabit"i geri aldı ve bunun, bilimsel kariyerinin en büyük hatası olduğunu kabul etmek zorunda kaldı.

Einstein, başka bilimsel konularda da inatçı bir kişiliğe sahipti. Sonraları kendisi de "Arkadaşlarının gözünde inatçı ve dik kafalı biri olarak çıkmıştım. Princeton'da bana 'yaşlı kaçık' demeye başlamışlardı." demiştir. Bu tür sıfatları kazanmasındaki etkenlerden biri de atom yapısının incelenmesi için kavramsal olarak ortaya atılan herşeye karşı çıkmasıydı. Örneğin, atoma bakışın istatistik bir yöntemi olan ve geliştirilmesinde bizzat yardımcı olduğu kuantum mekaniğine bile karşı çıkıyordu. Bunun da nedeni, kuantum mekaniğinin bünyesinde olasılık işlevlerinin yer almasıydı. Ona göre evrenin işleyişinde şans da yer bırakılmazdı. Bir elektronun atom çevresindeki tam konumunun ve momentumunun kesin olarak değil de ancak belli bir olasılıkla belirlenebileceğine inanıyor "Tanrı evrenle kumar oynamaz." diyerek doğadaki tüm yasaların bilimsel açıklamaları olacağını savunuyordu. En sonunda sabrı tükenen Danimarka'lı fizikçi Niels Bohr "tanrı, ne yapması gerektiğini bilir." demekten kendini alamadı.

Ne var ki Einstein kendi yolunda yürümeğe kararlıydı. Yaşamının bundan sonraki bölümünü bilim adamlarının "birleşik alan kuramı" dedikleri kuramı geliştirmek için araştırma ve çalışma yapmakla geçirdi. Bu çalışmayla güdülen amaç çekim kuvveti ile elektromanyetizmayı tek bir denklem takımı altında birleştirecek bütüncü bir matematik model kurmaktı. Ancak işler pek o denli kolay değildi. Doğanın temel kuvvetleri arasında zayıf ve güçlü olmak üzere iki çekirdek kuvveti daha katılmıştır. Birçok bilim adamı onun tek başına yaptığı araştırmaların bir sonuç veremeyeceği kanısındaydı ve gerçekten de Einstein bu konuda başarılı olamadı. Ama doğanın temelinde böyle bir uyumun olması gerektiği konusunda kuşkusu yoktu.

Her şeye karşı Einstein yine de bilimi halk düzeyine indiren kişi olarak saygı görüyordu. Ondan esinlenen birçok genç bilimsel kariyer yapmağa karar vermişti. Onun kişiliği ve sözleri giderek efsaneleşiyordu. Onunla birlikte Amerika'ya gelmiş olan Leo Szilard ve Eugene Wigner, Alman bilim adamlarının 1939 yılında atomu parçaladıklarını öğrenince Einstein'dan yardım istediler. Einstein'ın çekirdek fiziği konusunda belki de pek fazla bilgisi yoktu, ama Szilard ve Wigner ile yaptıkları bir toplantı sonunda Roosevelt'e bir mektup yazıp onu, Nazi'lerin bir atom bombası yapma girişiminde olabilecekleri konusunda uyardı. Bu mektup ilk atom silahlarını geliştiren Manhattan Proje Grubu'na gerekli direktif verecek olan Başkan'a büyük ölçüde etkili olmuş olsa gerekir.

Daha sonra Hiroşima'ya ve Nagazaki'ye atom bombaları atılınca Einstein büyük üzüntü duymuştur. Savaşın sona Japonya fizikçisi Hideki Yukawa'ya bizzat giderek gözlerinden yaşlar aka aka özür dilemiştir. Yine her fırsatta "Eğer Almanların atom bombasını yapamayacaklarını bilseydim, bomba için ben de hiçbir şey yapmazdım." diyerek suçluluk duygularını dile getirmekten kaçınmamıştır.

Einstein son yıllarında amansız bir McCarty düşmanı kesilmişti. Almanya'nın Weimar Cumhuriyeti'nin yıkılışının öncelerine rastlayan bunalmış döneminin psikolojik güdüsüyle aydınları "kongrenin engizisyonlarına" karşı birleşip tutuklama pahasına bile olsa cephe almağa çağırırdı. Bu arada kendisine karşı geniş bir suçlama kampanyası başlatılmış, bizzat Senatör McCarthy tarafından "Amerika'nın düşmanı" ilân edilmişti. Daha sonra Einstein, Bertrand Russel ve diğer bazı bilimlerin savaşın kınayan ve lanetleyen ağır dilli bildirisine imza atmıştır.

Göreceliğin babası olan 20. Yüzyılın bu Newton'u fiziğe bir başka canlılık kazandırmış ve öylesine zengin bir bilimsel miras bırakmıştır ki bu aydın mirasın derinliği, yeni ve zevkli buluşların kaynağı olma niteliğini sürdürmektedir.

*TIME'dan*  
*Derleyenler: Aysun KUBILAY*  
*Sacit TAMEROĞLU*