

# Değişken Sabitler!

Elektronun elektrik yükü, **Plank sabiti**, **kütle çekim sabiti**, **ışık hızı**.

Evrenin işleyişini betimleyen denklemlerde sürekli karşılıklarına çıktığı için fizikçilerin kanıksadığı, birçoklarımızın ise bir şekilde bir yerlerden duyduğu fizik sabitleri.

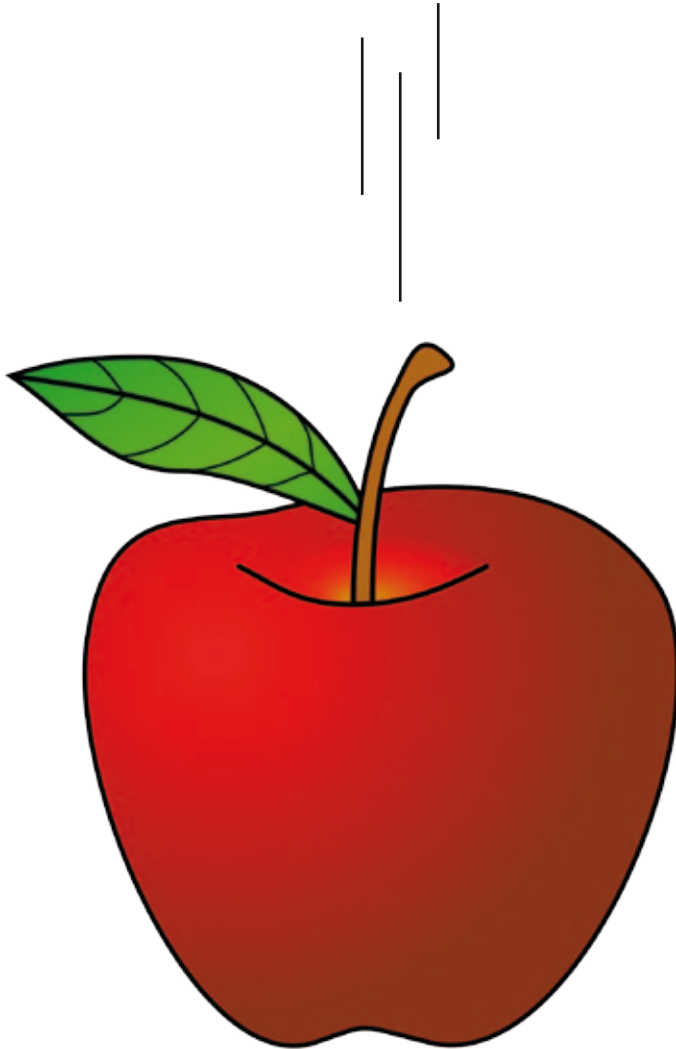
Evrenin ve hayatın temelinde yer alan sabitler tabii ki bu dördüyle sınırlı değil.

Listeyi uzatabiliriz: **Boltzman sabiti**, **Bohr magneton**, **protonun kütlesi**, eşleşme sabitleri...

Bu sabitlere evrensel sabitler de deniliyor, bunun sebebi evrenin neresinde ve hangi zamanında olursak olalım değişmedikleri varsayımı. Gerçi bu varsayım

özellikle bazı sabitler için çoktan terk edilmiş durumda. **İnce yapı sabitinin değiştiğini**

iddia eden bilim insanlarının son çalışmaları ise hangi temel sabitler gerçekten temel sabit, temel sabitler gerçekten sabit mi gibi tartışmaları tekrar alevlendirdi.



$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

Otto Stern 1930'larda elektron spini üzerine çalıştığı yıllarda, laboratuvarına yakın arkadaşı Wolfgang Pauli'nin girmesine izin vermez. Gereksesi Pauli'nin beraberinde getirdiği kötü şans ve aksiliklerdir. Zira Pauli o dönemler sadece kuantum mekaniğine yaptığı büyük katkılarla değil her girdiği ortamda bir şeyler döküp saçmasıyla, girdiği laboratuvarlarda bozulan alet vakalarıyla da ün yapmıştır. Pauli sonraki yıllarda psikoloğu Carl Gustav Jung'un ortaya attığı eşzamanlılık (senkronizm) terimiyle yakından ilgilenir. Birbirinden bağımsız ya da aynı anda gerçekleşme olasılığı düşük olan iki olayın eşzamanlı gerçekleşmesinin tesadüfi olmadığını ve bir anlamı olduğunu anlatan senkronizmi Pauli de benimser. Ama benimsemesine sebep bahsettiğimiz talihsiz olaylar değil, rüyalarında gördüğü bazı sembollerin hemen sonra meslektaşlarından aldığı mektuplarda karşısına çıkmasıdır. Pauli'nin 1958 yılında vefat ettiği hastane odasının numarası 137'dir. Bu seçim ne tesadüf ne de senkronizm örneğidir. Pauli son zamanlarda ince yapı sabitinin neden 1/137 değerini aldığı üzerine çokça kafa yormuş ve bu oda numarasını kasıtlı olarak seçmiştir.

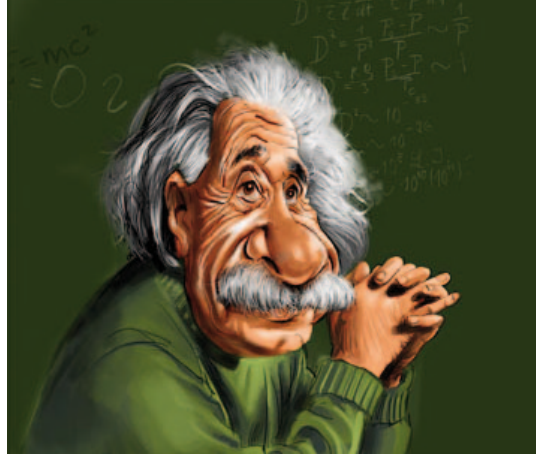
Pauli gibi daha birçok bilim insanının doğanın sabitlerine olan takıntıları ve ilgileri sebepsiz değil. Doğa sabitlerinin farklı değerler alması tüm yaşam koşullarını değiştiriyor. Bu sabitlerdeki ufak bir değişiklik maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini yeni baştan biçimlendiriyor. **Hesaplar ince yapı sabitinin 1/137 değil de daha düşük bir değerde olması durumunda Periyodik Tablo'daki elementlerin kararlılıkların değişeceğini, moleküler bağların çok daha düşük sıcaklıkta kopacağını gösteriyor. Daha büyük olması durumunda ise hidrojen, helyum gibi basit elementler tamamen ortadan kalkıyor, ki bu yıldızların enerji depolarının sıfıra inmesi demek oluyor. İnce yapı sabiti 0,00729 değil de 0,1 gibi bir değerde olsaydı karbon atomu hiç oluşamayacaktı.**

## Hangi Sabitler Daha Temel ve Sabitler Değişebilir mi Tartışmaları

Temel sabitlerin ölçümünün zor olması bir yana sabit olmadıklarının gözlenmesi durumunda sonucun nasıl yorumlanması gerektiği de tartışmalıdır. Problem öncelikle birimi olan fiziksel büyüklüklerde, örneğin ışık hızı, proton kütlesi gibi büyüklüklerde ortaya çıkıyor. Hız, birim zamandaki yer değişimi olduğundan birimi metre bölü saniye (m/s). Kütle aynı birim sisteminde kilogram (kg) cinsinden ifade ediliyor. **Şimdi protonun kütlesi evrenin başka yerlerinde değişim gösteriyor mu sorusundan hareketle bir deney tasarladığımızı düşünelim. Ancak deneyi yaptığımız yerdeki protonların kütlesi bilinen  $1,67 \times 10^{-27}$  kg değerinde değil de bunun iki katı olsun. Proton kütlesinin iki katına çıktığını ölçebilir miyiz? Genel kanaat ölçemeyeceğimiz yönünde. Nedeni basit. Deney yaptığımız aletler atomlardan meydana geldiğinden ve dolayısıyla yapısında protonlar olduğundan kütle artışından bizzat etkileniyorlar. Bir diğer deyişle aletlerimiz değişimden eşit oranda etkilendiği için farkı yakalayamıyoruz. İşte evrenin dokusunda bulunan temel sabitleri ölçmeye kalktığımızda denizin yapısını denizin dışına çıkararak ölçmek zorunda olan bir balığın çaresizliğine düşüyoruz.**

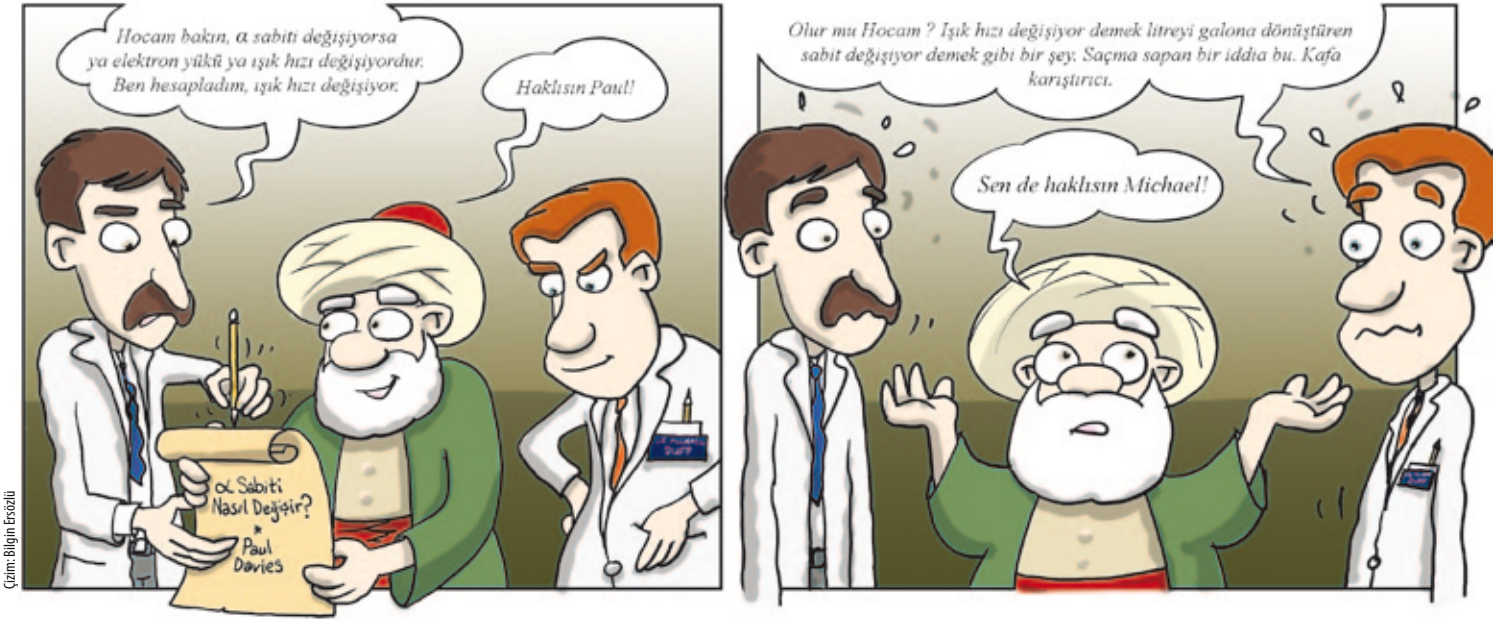
Benzer bir durum ışık hızının ölçümünde de geçerli. Cambridge Üniversitesi'nden Carlos Martins'e göre ışık hızının değişiminden söz etmek bile anlamsız: "Işık hızını bir saat ve metre ile ölçtüğümüzü varsayalım. Eğer ertesi gün tekrarlanan deney farklı bir sonuç verirse kimse metrenin uzunluğunun mu yoksa zaman aralıklarının mı değiştiğini söyleyemez." Kısacası, sorun biri-

mi olan büyüklüklerin değişimini, birimlerin değişiminden ayırt edemeyişimizde yatıyor. Araştırmacılar deney yaparken ölçüm aletlerinin standart olduğunu ve değişmediğini varsayıyorlar. Anlaşılan bu varsayım fizik sabitlerini ölçerken yapılmıca deney baştan yanlış kurgulanmış oluyor. **Neyse ki fizik kanunlarının sabit olup olmadığını sınamanın bir yolu daha var. O da birimi olmayan yani birimsiz fizik sabitlerinin değişip değişmediğine bakmak.**



Bunların başında elektronun atom çekirdeğine hangi güçle tutunduğunun bir ölçüsü olan ince yapı sabiti geliyor. Alfa sabiti ( $\alpha$ ) olarak bilinen bu sabit, kuantumun Plank sabitini ( $h$ ), elektromanyetizmanın elektron yükünü ( $e$ ) ve dielektrik sabitini ( $\epsilon_0$ ), göreliliğin ışık hızını ( $c$ ) bir arada barındırması yönüyle ilginç bir sabit. Elektronun elektrik yükünün karesinin  $2 \times h \times c \times \epsilon_0$  bölümü olarak ifade edilen ince yapı sabiti, kuantum elektrodinamiğinden kuasarların ışık spektrumuna kadar her yerde kendini gösteriyor. Bu tür birimsiz sabitler yukarıda bahsettiğimiz pürüzlere takılmadıkları için diğer temel sabitlerden daha temel kabul ediliyorlar.

Dünyamızdan milyarlarca ışık yılı uzaklıktaki kuasarların spektrumdan  $\alpha$ 'nın değerini hesaplamının yeni bir yönteminin açıklandığı bir makale, 1999 yılında Physical Review Letters dergisinde yayımlanıyor. Astrofizikçi John Webb ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada  $\alpha$ 'nın Dünya'da ölçülen değeri, 12 milyar yıl ötedeki kuasarlardan gelen ışıktan hesaplanan  $\alpha$  ile karşılaştırılıyor. Çalışmanın detaylarından bahsetmeden önce makalenin sonucuna ve bunun üzerine başlayan tartışmalara değinelim. İnce yapı sabitinin Dünya'da ölçülen değeri yaklaşık 1/137. Webb ve arkadaşlarının ölçtüğü değer ise  $\alpha$ 'nın 12 milyar yıl önceki değerine karşılık geliyor ve Dünya'daki değeriyle uyumuyor: İnce yapı sabiti virgülden sonra beşinci basa-



makta farklılık gösteriyor. Ekip öncelikle bilim camiasını bu farkın sistematik hatalardan kaynaklanmadığına ikna etmek zorunda kalıyor. Ayrıca sarsıcılıkla benzer gözlemlerin bağımsız araştırmacılar tarafından tekrarlanması bekleniyor. Aradan on yıl geçmesine rağmen  $\alpha$ 'nın bundan milyarlarca yıl önce daha düşük bir değerinin olduğu başka deneylerle teyit edilemedi, haliyle  $\alpha$ 'nın değişkenliği netleşmiş değil.

İnce yapı sabitinin değerini ölçmek için deneyler devam ededursun bu arada kuramcılar da boş durmuyor. Değişen  $\alpha$  üzerinden kuramlar üretmeye başlıyorlar. Paul Davies bunlardan biri. Davies ince yapı sabitinin değişkenliğini karadeliklere uyguluyor ve olası senaryoların hesaplarını yapıyor. Sonuçta karadeliklerin değişen bir  $\alpha$ 'ya kısıtlamalar getirdiğini görüyor. Davies'e göre  $\alpha$ 'nın geçmişte daha düşük değer alması ya da elektron yükü  $e$ 'nin zaman içinde azalması ya da ışık hızının zaman içinde artmasıyla açıklanabilir. Davies, elektron yükünü değiştirdiğinde karadeliklerde termodinamiğin ikinci yasasına aykırı durumlar ortaya çıktığını fark ediyor. Bu mümkün olmadığına göre ışık hızının değişmesi gerektiği sonucuna varıyor. Paul Davies'in 2002 yılında *Nature* dergisinde de yayımlanan bu çalışmasını meslektaşlarından eleştirenler oluyor. *Nature* makalesinin üzerine Michigan Üniversitesi'nden Michael Duff birimi olan temel sabitlerin değişkenliği üzerinden fizik yapılamayacağını savunduğu bir makale kaleme alıyor. Birim sistemlerini, birimli ve birimsiz fizik sabitlerini irdelediği makalesinde yılların fizikçilerini ta en başa, fizik derslerinin ilk on dakika-

sında anlatılıp geçilen temel birim sistemlerini anlamaya davet ediyor. Duff,  $\alpha$ 'da görülen bir değişmeden elektrik yükü ya da ışık hızının değişkenliğine çıkan bir yol bulmaya çalışmanın saçma ve yanlış olduğu görüşünde.

Duff'ın iddiasını anlamak için kısaca doğal birim sistemlerine bir göz atalım. Hepimiz kütle, uzunluk, zamanın saniye cinsinden belirtildiği uluslararası birim sistemine (SI sistemi) aşinayız. Ancak kütle ve uzunlukların  $10^{-30}$  mertebesine kadar küçüldüğü, hızların ise ışık hızına yaklaştığı atomaltı dünyasında genelde bu birim sistemi kullanılmıyor. Onun yerine kütle, uzunluk, zaman gibi büyüklüklerin işlem yapmaya uygun büyüklüğe geldiği doğal birim sistemleri kullanılıyor. Örneğin SI sistemindeki protonun  $1,67 \times 10^{-27}$  kg olan kütlesi Plank sisteminde  $938 \text{ MeV}/c^2$  (Milyon elektron Volt /ışık hızının karesi) değerine karşılık geliyor. Birim daha karışık, ama 938 ile işlem yapmak daha kolay. Plank sisteminde Plank uzunluğu, Plank kütlesi vs. öyle seçiliyor ki Plank sabiti ( $h$ ), ışık hızı ( $c$ ), kütleçekim ( $G$ ) sabitlerinin hepsi 1 değerini alıyor. Tekrar uluslararası sisteme dönmek için ise  $h$ ,  $c$  ve  $G$ 'yi uluslararası sistemdeki değerleriyle gerisin geri çarpmak ya da o değerlere bölmek gerekiyor. Şimdi Duff'ın iddiasını dayandırdığı savunmalardan biri şöyle: Işık hızı, Plank sabiti gibi sabitler bir birim sisteminden diğerine dönüşüm için kullanıldığına göre bu sabitlerin değişkenliğinden bahsedilemez. Işık hızının değişkenliğinden bahsetmek "litreyi galona dönüştüren sabit değişmiş midir" sorusunu sormak kadar saçma ve kafa karıştırıcı.

Buna karşın Davies yine de birimsiz bir sabitin değişkenliğinin o sabitin ifadesinde yer alan, birimi olan sabitlerin değişkenliğine işaret ettiği görüşünde. Paul Davies bu konuda yalnız olmadığı gibi ışık hızının Büyük Patlamadan beri değiştiğini öne süren tek bilim insanı da değil. John Moffat ve Joao Magueijo, Davies'den yıllar önce evrenin şimdiki şeklini ve büyüklüğünü açıklamakta yetersiz kalan Standard Büyük Patlama kuramına ışık hızının değişimiyle çözüm getiren fizikçilerden. Moffat ve Magueijo evrenin ilk anlarında ışığın hızının saniyede 300.000 km'den biraz daha yüksek olması durumunun kuramsal birçok problemi hallettiğini iddia ediyorlar. Bu tür kuramlar Einstein'ın görelilik kuramına ters düşükleri için çok makbul sayılmazalar da hiç ciddiye alınmadıkları da söylenemez.

İnce yapı sabiti gibi birimsiz sabitlerin birimi olan sabitlerden daha temel olduğunu Cambridge Üniversitesi'nden John Barrow, *The Constants of Nature* (Doğa Sabitleri) adlı kitabında kısaca şöyle özetliyor: "İlk başta ışık hızının daha yavaş olduğu bir dünyanın bizimkinden daha farklı olacağını düşünme eğiliminde olabiliriz. Ancak böyle düşünmek yanlış olur. Işık hızının, Plank sabitinin ve elektron yükünün aynı anda değiştiği, ancak sonuçta alfanın değerinin sabit kaldığı yeni bir dünyayı gözlemsel olarak bizim dünyamızdan ayırt edemeyiz. Dünyaların tanımında etkili olan sadece birimsiz sabitlerdir."

## Temel Sabitlerin Değiştiğini Öne Süren Diğer Kuramlar

Fizikçiler genelde kuramlarını fizik sabitlerinin değişmediği varsayımına dayandırarak üretiyor. Ancak John Barrow gibi, bu sabitleri teker teker değiştirerek Büyük Patlama'nın ilk saniyelerindeki element oluşumlarını anlamaya çalışan bilim insanları da var. Barrow, başlangıçta fazla miktarda bulunan hafif elementlerin temel sabitlerin çok da farklı olmasına izin vermediğini, verseydi ağır elementlerin oluşamayacağını belirtiyor. Yine de Barrow'un kuramı temel sabitlerde ufak değişikliklere izin veriyor. Bazı kuramcılar ise birkaç fizik sabitini aynı anda değiştirerek her bir sabitte daha büyük değişimlere olanak sağlayan kuramları inceliyor.

Temel sabitlerin hangi aralıkta değişebileceğinin belirlenmesi nihai evren modeli arayışında büyük önem taşıyor. Birimsiz fizik sabitlerinin değerleri deneysel olarak ölçülüyor. Kuramsal fiziğin en büyük hedeflerinden biri ise bu sabitlerin değerlerinin doğrudan denklemlerden çıktığı bir

kuram geliştirmek. Parçacık fiziğinin Standard Modeli'nde 25 kadar birimsiz sabit var: Temel parçacıkların kütlelerinin Plank kütlelerine oranı, eşleşme sabitleri, kuarkların birbirlerine dönüşme olasılıkları vs. Bunların hepsinin tam değerleri deneylerle tespit ediliyor. Kuram bir kısıtlama getiremeyince sabitlerin deneylerle hassas ölçümleri daha da önem kazanıyor. Örneğin Standart Model'in temel parçacıklarından olan Higgs bozonunun kütlelerinin ölçülmesi CERN Büyük Hadron Çarpıştırıcısı deneylerinin ilk hedeflerinden.

Atomaltı parçacıkları ve bu parçacıkların birbirleriyle elektromanyetik, güçlü ve zayıf kuvvetler aracılığıyla nasıl etkileştiğini anlatan Standard Model'de kuvvetlerin gücü eşleşme sabitleriyle ifade ediliyor. Yukarıda bahsettiğimiz ince yapı sabiti bunlardan biri. Elektrik yüklü parçacıklar arasındaki etkileşme gücünün bir ölçüsü olan ince yapı sabitine, elektromanyetik eşleşme sabiti de deniliyor. Standard Model'in elektromanyetik, güçlü ve zayıf eşleşme sabitleri sırasıyla  $1/137$ ,  $1$  ve  $10^{-6}$  değerlerinde. Yani kuarkları bir arada tutan güçlü kuvvet elektromanyetik kuvvetten 137 kat daha güçlü. Radyoaktiviteden sorumlu zayıf kuvvet ise güçlü kuvvetin milyonda biri kadar. Bu üç kuvvetin değişeceğini öngören Büyük Birleşme kuramlarında eşleşme sabitleri enerjiyle değişiyor. Bu kuramlara göre enerji yoğunluğunun şimdikinden çok daha yüksek olduğu Büyük Patlama'nın ilk anlarında, zayıf kuvvetin eşleşme sabiti daha yüksek bir değerdeyken elektromanyetik eşleşme sabiti daha düşük bir değerde. Öyle ki eşleşme sabitlerinin üçü de evrenin geçmişi içinde belli bir anda aynı değeri alıyor.

Standard Model'in üç kuvvetini hepsinden çok daha zayıf olan kütleçekim kuvvetiyle (eşleşme sabiti  $10^{-39}$  değerinde) birleştirmeye çalışan en popüler kuramlardan biri olan sicim kuramına göre, evren fazladan 10 uzay boyutu içeriyor. Ancak bu boyutlar çok küçük bir bölgeye sıkıştıkları için görmüyoruz. Yine sicim kuramına göre, doğanın temel sabitleri bütün uzay boyutları üzerinden tanımlandığı için fazladan boyutlarının büzülmesi ya da genişlemesi durumunda temel sabitler değişebiliyor. Örneğin, kütleçekim kuvvetinin diğer kuvvetlere göre bu kadar küçük olmasının nedeni kütleçekim dalgalarının fazladan uzay boyutlarına sızması. Eğer bu boyutların büyüklüğü değişiyorsa bunun kütleçekim kuvvetinin büyüklüğünde bir değişiklik olarak hissedilmesi gerekiyor. Bu durumun 4 boyutlu uzayımızdaki yansımasının, Newton'un kütleçekim denkleminde gördüğümüz  $G$  sabitinin değişimi olarak kendini göstermesi bekleniyor.



İki kütle arasındaki çekimin kütlelerin çarpımıyla doğru, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değiştiğini söyleyen bu yasadaki “uzaklığın karesiyle ters orantılı olma” durumu, 3 uzay boyutlu bir algımız olmasından kaynaklanıyor. Diğer saklı uzay boyutlarındaki büyük bir değişim, bu formüldeki “kare” ifadesinde değişime kadar gidebiliyor.

$G$  sabiti, kütleçekimini uzay-zamanın kütle etkisiyle eğrilmesi olarak tanımlayan Einstein’ın genel görelilik kuramına göre de sabit. Bu kuramın rakiplerinden en bilineni Brans-Dicke’nin çekim kuramına göre ise,  $G$  uzay ve zamanda değişebilen bir büyüklük. 1960’larda Amerikalı iki fizikçi Robert Dicke ve Carl Brans tarafından geliştirilen bu kuramda,  $G$ ’nin büyüklüğü uzayı kaplayan bir alan tarafından belirleniyor ve bu alandaki kuantum dalgalanmaları  $G$ ’nin sürekli değişmesine neden oluyor.

## Son Dönemdeki Deneyler

Kütleçekim sabiti  $G$ ’nin Cavendish Laboratuvarı’nda 1798’de Henry Cavendish tarafından başlanan ölçümleri bugün de yeni burulma sarkacı teknikleri kullanılarak devam ediyor. Düzenek burulma sarkacına tutturulan bir çubuğun iki ucuna yerleştirilen iki kütlelen oluşuyor. Sarkaç hafifçe burularak salınmaya bırakılıyor.  $G$ ’nin büyüklüğü sarkacın gidiş geliş periyodundan ölçülebiliyor. Washington Üniversitesi’nden Jens Gundlach ve Stephen Merkowitz tarafından geliştirilen ve 2000 yılında *Physical Review Letters* dergisinde yayımlanan yeni bir burulma sarkacı yöntemiyle,  $G$ ’nin ölçümündeki belirsizlik ilk defa büyük oranda düşürülüyor. Yine aynı dergide yer alan, çok daha yeni iki çalışmadan biri Çin Bilim ve Teknoloji Üniversitesi’nden, diğeri ise New Mexico’daki Sandia Ulusal Laboratuvarları’ndaki bir ekipten geliyor. Özellikle Sandia ekibinin deneyi lazer interferometresi kullanılarak yapılıyor ve çok daha hassas. Her iki deney de Gundlach ve Merkowitz’in elde ettiği  $G$  değerinden daha düşük bir  $G$  değeri sunuyor. Bu deneylerin önceki deneyle arasındaki uyumsuzluk anlaşılabilirse, Bilim ve Teknoloji Verileri komitesi (Committee on Data for Science and Technology-CODATA)  $G$ ’nin kabul edilen değerini düşürebilir. CODATA dört yılda bir toplanıyor ve tüm doğa sabitlerinin değerlerini son verilerin ışığı altında tekrar gözden geçirip yayımlıyor. Gelecek yıl düzenlenecek toplantının ardından  $G$ ’nin değeri için artık  $6,674\ 28 \pm 0,000\ 67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$  büyüklük ve hata payı yerine  $6,67234 \times 10^{-11}$  gibi bir büyüklük ve daha düşük hata payı olan bir değer görebiliriz.

Yüzyıllara varan süreçte  $G$ ’nin değerinin ölçümündeki hassasiyet artırılabilse de, bu değer evrenin başlangıcından beri değişip değişmediği saptanamamış. Bu ölçümün çok daha zor olmasının en büyük nedenlerinden biri, iki kütle arasındaki çekim kuvvetinin ölçümü sırasında, kütlelerin etraflarındaki diğer cisimlerin kütleçekim etkisinden tamamen soyutlanamaması.

Son yıllarda en çok ses getiren deneyler, yazının başında bahsettiğimiz doğrudan ince yapı sabiti  $\alpha$ ’nın ölçümüne yönelik olan kuasar soğurma spektroskopisi deneyleri. Bu sabitin evrenin eski zamanlarında daha farklı bir değer alıp almadığını görmek için milyarlar yıl öncesine ait bir atomu zamanımıza ışınlayıp elektron ile atom çekirdeği arasındaki kuvveti ölçmek gibi bir lüksümüz yok. Ancak eski atomlar ve moleküllerden yayılan ve Dünyamıza kadar ulaşan ışığı inceleyebiliyoruz. Milyarlarca yıl ötedeki kuasarlardan gelen ışık, yolu boyunca içinden geçtiği gaz bulutlarındaki atomlarla etkileşiyor ve bu atomların elektronlarını uyarıyor. Daha yüksek enerji seviyelerine uyarılan elektronların eski enerji seviyelerine dönerken yaydıkları ışığın frekansı, elektronları atom çekirdeğinde tutan kuvvetle ilintili. Kısacası ince yapı sabitine bağlı. Haliyle milyarlarca yıl uzaktan yani geçmişten gelen ışığın frekansında bir değişim gözlenirse, bu ince yapı sabitinin zaman içinde değiştiği anlamına gelecek.

Evrenin genişlediği sonucuna yine uzaktaki galaksilerden bize ulaşan ışığın spektrumu incelenerek varılıyor. Hem evrenin genişleme hızı hem  $\alpha$  sabitinin değeri için gözlemciler kuasarlardan gelen spektruma baksalar da temelde amaçları farklı olduğu için spektrumun farklı noktalarına dikkat ediyorlar. Soğurma spektrumu dediğimiz şey yan yana bir sürü siyah ve beyaz çizgiden oluşan bir barkoda benziyor. Milyarlarca yıl ötedeki gaz bulutlarındaki atomlardaki elektronlar kuasarlardan gelen ışığı emince, emilen ışığın frekansı kendini soğurma bantları adı verilen siyah şeritler olarak belli ediyor. Bu çizgilerin toptan daha düşük bir frekansa doğru kayması söz konusuysa, bu galaksilerin bizden uzaklaştığı yani evrenin genişlediği anlamına geliyor, daha doğrusu öyle yorumlanıyor. Siyah şeritler arasındaki bağıl uzaklıkların değişmesi ise  $\alpha$ ’nın değiştiğine işaret ediyor. Webb, Dzuba ve Flambaum’un yazının başlarında bahsettiğimiz 1999 tarihli makalesinde, bu aralıkların değiştiği üzerine iddialar var. Webb ve meslektaşları bu iddialarını her iki senede bir yeni verilerle, değişik akademik dergilerde yinelemelerine rağmen başka bir gruptan henüz aynı iddia ve benzer sonuçlarla ortaya çıkan olmamış.

İnce yapı sabitinin zaman içinde değişiyor olması kuramsal olarak değişik uzay bölgelerinde de değişiklik gösterebileceği anlamına geliyor. John Webb bu konudaki iddiasında da gecikmiyor ve bu senenin Ağustos ayında *Physical Review Letters*'a diğer beş meslektaşıyla yaptığı yeni çalışmasını sunuyor. Bu sonuca göre  $\alpha$  şu an itibarıyla evrenin her yerinde aynı değeri almıyor. Grup bu sonuca iki farklı konumdaki, biri Şili'deki Çok Büyük Teleskop'tan (Very Large Telescope-VLT) diğeri Hawaii'deki Keck Gözlemevi'nden topladıkları verilerle ulaşıyor. Bu iki teleskoptan biri kuzey yarım kürede diğeri güney yarım kürede ve her biri evrenin değişik bölgelerini tarıyor. Ekip kuzey yarım kürede yer alan Keck'teki teleskoptan uzakta ki galaksilere bakınca daha küçük bir  $\alpha$ , güney yarım küredeki VLT ile gördükleri galaksilere bakınca daha büyük bir  $\alpha$  değeri gözlüyor.

İnce yapı sabitinin ölçümüne yönelik çalışmalar kuasar soğurma spektrumlarının incelenmesiyle sınırlı değil. İnce yapı sabiti, atom saatlerinin periyotlarından da ölçülebiliyor ve bu ölçümler  $\alpha$ 'nın değerinin değişebileceğine işaret ediyor. Bilim insanları Gabon'da yer alan, Dünya üzerindeki bilinen tek doğal nükleer reaktördeki uranyum izotoplarını inceleyerek  $\alpha$ 'nın değerini tespit edebiliyor. Bundan 1,8 milyar yıl kadar önce yaklaşık 200.000 sene aktif olduğu saptanan bu doğal nükleer reaktördeki iki uranyum izotopunun birim hacimdeki oranı hesaplanıyor. Bu miktar uranyum elementinin yıllar önce hangi sıklıkta nötron yakalayarak nükleer reaksiyon geçirdiğini belirliyor. Bu değerden ise  $\alpha$  hesaplanabiliyor. Oklo reaktöründen elde edilen sonuçla  $\alpha$ 'nın değişip değişmediği konusunda net bir sonuca varılamamış. Bu senenin Fizik Nobel Ödülü'nün konusu olan grafen 2008 yılında ince yapı sabitinin ölçümünde kullanılmış. Grafen maddesindeki elektronların kütlelerini kaybetmiş gibi yani foton gibi davranması, bu ölçümün yapılmasına olanak sağlıyor, ki bu yöntem şimdiye kadarki  $\alpha$  ölçüm yöntemlerinden çok daha basit. İnce bir karbon tabakası olan grafene ışık tutuluyor ve soğurulan ışık miktarı  $\pi$  sayısına bölünüyor. Sonuç doğrudan  $\alpha$  değerini veriyor. Bu basit yöntem belki ilerde  $\alpha$ 'nın sabit olup olmadığı araştırmalarında da kullanılabilir.

İnce yapı sabitinin gerçekten sabit olup olmadığı belli değil. Değişiyorsa, bu değişimin nedeni elektron yükünün değişmesi mi yoksa ışık hızının değişmesi mi? Bunu da bilemiyoruz. Bilim insanları sabırlı olmak ve yeni deneyleri beklemekten yana. Ancak tüm bu çalışmalar bilim insanları-



nın fizik sabitlerinin değişmezliğini daha ciddi bir şekilde sorguladıklarını gösteriyor. Bu noktada internette karşımıza çıkan bir karikatürü aktarayım. Hz. Musa tiplmesiyle bir bilim adamı Tur dağından iniyor. Elinde kocaman bir taş tablet. Söz konusu kişi Hz. Musa değil de bir bilim adamı olunca tabletin üstünde de İbranice semboller ve 10 emir yerine fizik sabitlerinin sembolleri ve değerleri yer alıyor. Bu karikatür bilim insanlarının temel fizik sabitlerine bakış açısını nükteli bir şekilde açıklıyor. Bilim insanları örneğin ışık hızının değişmediğinden o kadar eminler ki metrolojide metrenin tanımı 1983'ten beri ışık hızı üzerinden yapılıyor. Metre ışığın saniyenin 299.792458'inde 1'inde vakumda aldığı yol olarak tanımlanıyor. Diğer yandan nihai kuram arayışındaki fizikçiler, kuramlarını atomaltı parçacıklar arasındaki etkileşmelerden sorumlu olan eşleşme sabitlerinin evrenin tarihi boyunca değiştiği üzerinden oluşturuyor. Zaman zaman temel sabitler değişiyor mu tartışmasının gündeme gelmesi ve evrensel sabitleri anlama doğrultusundaki motivasyonun kamçılanması dikkate değer. Zira evrensel sabitler evrenin dokusunda var ve bunları anlamadan bir evren modeli oluşturmak mümkün değil. Bu sabitleri çözümlerinde barındırmayan bir denklemin evrenin denklemi olarak kabul görmesi de.



#### Kaynaklar

Webb, J. K., King, J. A., Murphy, M. T., Flambaum, V. V., Carswell, R. F., Bainbridge, M. B., "Evidence for spatial variation of the fine structure constant", *Physical Review Letters*, Ağustos, 2010. arXiv:1008.3907v1  
Dzuba, V. A., Flambaum, V. V., Webb, J. K., "Space-Time Variation of Physical Constants and Relativistic Corrections in Atoms", *Phys. Rev. Lett.*,

Cilt 82, Sayı 5, s. 888-891, 1999.  
Nature news: G-whizzes disagree over gravity, *Nature* 466, 1030 23 August (2010), online  
Webb, J., "Are the laws of nature changing with time?", *Physics World*, 1 Nisan, 2003.  
Graphene gazing gives glimpse of foundations of universe: <http://www.physorg.com/news126451521.html>