

EVRENBİLİM VE PARÇACIK FİZİĞİNDE ÇÖZÜLMEMİŞ TEMEL PROBLEMLER

Özgür GÜLTEKİN

Birkaç yüzyıl önce meslekten olmayan ama bilime meraklı bir dâhinin kendine has yöntemlerle bilimsel bir soruna “çözüm” getirmesi veya bilime devrimsel bir “yenilik” kazandırması, övgüye değer olmasına rağmen olağan bir durumdu. Oysa bugün neredeyse olanaksızdır. Bunun doğal bir nedeni, bilimin gelişmişlik düzeyi ve artık sadece onu anlamak için bile gereken soyutlama yöntemlerinin karmaşıklığı olabilir. Fizik bilimini ele aldığımızda; istatistik fiziğin, kuantum mekaniğinin veya görelilik kuramının sadece sözcüklerle anlatılması ve anlaşılması olanaksızdır. Fizikçiler en temel kuramları tartışabilmek için bile fiziğe özgü bir “matematik diline” ihtiyaç duyarlar. Bu durum fiziğin şaşırtıcı gelişiminin, fizikçi olmayanlar tarafından izlenmesini zorlaştırmaktadır. Bilime ve onun kullandığı yöntemlere uzak kişiler açısından; yıldızların içindeki maddeyi, yıldızların uzaklıklarını bilmek veya atom çekirdeğinin içindeki dünyayı betimlemek son derece şaşırtıcıdır. Bilim insanları bu konularda konuşurken nasıl bu kadar emin olabilirler ki? Yanıt, ancak başka bir dilde bütünüyle anlaşılabilir, yine o “matematik” dilinde. Buna rağmen bilimin bugün neleri başardığını görmek veya uğraştığı temel sorular hakkında fikir edinmek bilimi anlamaya, kullandığı yöntem ve yaklaşımların sağlamlığının hissedilmesine katkı sağlayabilir.

Bu yazıda fizikçilerin henüz tümüyle yanıtlayamadığı çeşitli soruların okura tanıtılması hedeflenmektedir. Her bilim dalının kendine özgü birçok problemi olmasına rağmen, bazı problemlerin çözümü o bilim dalının en büyük ütopyasıdır. Fizik için temel iki problem belki de “evrenin geçmişi” anlamak ve “evrendeki bütün olgu ve olayları açıklayabilecek” en genel yasaları keşfetmektir. Bu arayış, düşünce tarihinin ilk filozofu olarak görülen Thales’den beri farklı biçimlerde sürmektedir. Modern fizik bu problemlerden ilkinde “büyük patlama” paradigması diğerine ise “her şeyin teorisi” arayışı ile yanıt vermektedir.

1. Evrenin başlangıcı var mı?

Birçok bilim insanı termodinamiğin ikinci yasasının evrenin geçmişinde sonsuz zaman olmasını olanaksız kıldığını düşünüyor. Bu yasaya göre dışarıdan enerji almayan yalıtılmış bir sistemde gerçekleşen her süreç için sistemin entropisi ya artar ya da sabit kalır. Entropi ne demek? Peşpeşe çekilmiş iki fotoğraf karesi hayal edin: Birinde araba kazasında yaralanmış bir insan, diğerindeyse aynı insan sapsağlam ve mutlu. Hangi fotoğrafın önce çekildiğine karar vermek kolay. Fotoğraftaki durumlar zamanda kolayca sıralanabilir. Şimdi yalıtılmış bir sistemin aynı enerjiye sahip iki farklı durumunu düşünelim. Sistemde bir fiziksel süreç gerçekleştiğinde acaba bu durumlardan hangisi ilk durumdur. Bunu belirleyebileceğimiz sisteme ait bir özellik olmalıdır. Başka bir deyişle sürecin sonunda ve başında farklı değerler alan yani sistemin bir durum fonksiyonu olmalıdır. Sistemin yalıtılmış olduğunu söyledik, o halde bu fonksiyon enerji olamaz. Bu fonksiyon Alman fizikçi R.J.E. Clausius tarafından bulunmuş ve *entropi* olarak adlandırılmıştır. Yalıtılmış bir sistem için entropisi en büyük durum denge durumudur. Çünkü entropi en büyük durumdayken sistemde bir değişiklik olması, entropinin azalmasını gerektirirdi. Bu da termodinamiğin ikinci yasasıyla çelişir.

Artık konuya dönebiliriz. Bazı fizikçiler şöyle düşünüyorlar: Eğer evrenin yaşı sonsuz ise yani zamanın bir başlangıcı yoksa neden evrenin entropisi en büyük değerine ulaşmadı? Neden evren denge durumunda değil ve değişim devam ediyor? Ne de olsa değişimin sona ermesi ve evrenin en büyük entropi durumuna ulaşması için sonsuz zaman var.

Buna karşın bazı fizikçiler bu yaklaşıma itiraz ediyorlar. Tartışılan nokta, evreni kapalı ve sonlu bir sistem gibi düşünerek termodinamiğin ikinci yasasını uygulama girişimidir. Çünkü termodinamiğin ikinci yasası yalıtılmış sistemler için geçerlidir. Yalıtılmamış bir sistemde entropinin azalması olasıdır. Elbette çevresinde etkileştiği sistemlerin entropisinin de aynı miktarda artması koşuluyla. Canlılık bu durum için somut bir örnektir. Kuantum mekaniğinin kurucularından E. Schrödinger “Yaşam Nedir?” isimli küçük ama önemli yapıtında, yaşamı *negatif entropi* kavramı ile açıklıyor. Bu yapıt DNA'nın keşfine esin kaynağı oluyor. 1977 Nobel Kimya ödüllü Belçika asıllı fizikçi Ilya Prigogine'in çalışmaları da bu konuda dikkate alınmalıdır. Prigogine, denge durumundan uzak sistemlerin denge durumundaki sistemlerden, termodinamiğin ikinci yasasının geçerliliği konusunda, oldukça farklı özelliklere sahip olduğunu vurguluyor. Ayrıca Prigogine'in çalışmaları sadece ikinci yasanın geçerlilik sınırlarını değil aynı zamanda düzensiz yapılardan nasıl düzenli yapıların doğal olarak ortaya çıkabildiğini de anlamamızı sağlıyor.

2. Evren sonsuz mu?

Euclid geometrisi, doğanın basit ve sade biçimde soyutlanabilmesinin bir aracı olarak düşünülebilir. Bu nedenle uzun yıllar boyunca uzay, Euclid geometrisinin her zaman geçerli olduğu *düz uzay* olarak kavramsallaştırıldı. Düz uzay anlayışının bir sonucu olarak 1823 yılında Alman felsefeci H. Olbers, evrenin sonsuz büyüklükte ve sonsuz sayıda yıldız barındırması durumunda, gece de gökyüzünün aynı gündüz gibi ışıltı ışıltı parlayacağını öne sürdü. Çünkü sonsuz sayıda yıldızın, sonsuz bir evrende toplam ışınım gücü de sonsuz olacaktır. Olbers bu sorunu çözmek için, evrenin yıldızların ışığını soğuran bir çeşit maddeyle dolu olduğunu varsaydı. Fakat bu açıklama doğru olamaz. Çünkü eninde sonunda bu soğurucu ortam ve yıldızlar termik dengeye ulaşacak ve ortam soğurduğu kadar enerjiyi yeniden yayınlayacaktır.

Bugün Olbers paradoksunun çözümüne ilişkin birçok fizikçinin kabul ettiği yaklaşım ilk olarak yaratıcı şair ve kısa öykü yazarı Edgar Allan Poe tarafından önerildi. Poe, 1848 yılında yazdığı *Eureka*'da sorunu, uzaya baktığımızda gördüğümüz karanlık bölgelerdeki yıldızların ışığı henüz dünyamıza ulaşmamıştır, biçiminde açıklıyordu. Bu açıklama “Büyük Patlama” evren modeli ile uyum içindedir. Bu nedenle çoğu fizikçi, Olbers paradoksunun büyük patlama temelli genişleyen bir evrene işaret ettiğini düşünmektedir.

“Büyük Patlama” odaklı evrenbilimin temel ilkesi “Evrenin en büyük ölçekte eşdağılımlı ve yönbağımsız” olduğunu söyler. Bu ilkeye göre madde en büyük ölçekte evrende eşit olarak dağılmıştır ve evrende herhangi bir yer bir diğerine göre ayrıcalıklı değildir. Modern evrenbilimin bu ilkesi “Büyük Patlama” evren modelini doğuran temel bir ilkedir. Evrenbilim bağlamında Einstein alan denklemlerinin çözülebilmesi “maddenin evrende homojen dağıldığı” basitleştirici varsayımının yapılmasına bağlıdır. Ancak bu temel varsayım gözlemlerle yeterince desteklenememektedir.

Kimi fizikçilere göreyse “evrenin homojen ve eşdağılımlı olduğu” ilkesi en temel gözlemlerle açıkça çeliştiği gibi COBE (Cosmic Background Explorer) uydusu verileriyle de çelişmektedir. O halde “evrenin homojen ve eşdağılımlı” olduğu varsayımından vazgeçilerek de Olbers paradoksu çözülebilir. Yani “büyük patlama” temelli bir evren anlayışı tek seçenek olmak zorunda değil.

Büyük olasılıkla gözlemlerle daha fazla desteklenen ve iç tutarlılığın ötesinde şimdikinden daha az ek varsayıma ihtiyaç duyan bir “büyük patlama modeli” elde edilemediği sürece “evrenin sonsuzluğu” fikri bir seçenek olarak ayakta kalmaya devam edecek. Belki de her şey beklenenin tam tersi olacaktır!

21. yüzyıl fiziğinde, evrenbilim açısından aşağıdaki beş soruya henüz doyurucu bir çözüm bulunamamıştır. Tutarlı bir evrenbilim modelinin aşağıdaki ilk beş sorunu çözmüş olması gerekir.

3. Anti madde nereye gitti?

1928 yılında İngiliz fizikçi P. Dirac, kuantum mekaniğinin temel denklemi olan Schrödinger denklemini genişleterek görelilik teorisiyle uyumlu hale getirdi. Dirac, denklemini elektrona uyguladığında yükü pozitif olan bir parçacık öngördü. Önce bu parçacığın proton olduğu sanıldı ama kısa sürede bu öngörünün proton dışında bir parçacığa işaret ettiği anlaşıldı. Bu parçacık elektrona aynı kütleye ve aynı yük büyüklüğüne (elektrona zıt olarak pozitif yüklü) sahip olduğu için *pozitron* olarak adlandırıldı. Pozitron ile elektron bir araya geldiğinde ikisi birden yok olup ortaya enerjisi bu iki parçacığın enerjisine eşit foton çıkar. Bu sürecin tersi de doğrudur. Yani yeterince büyük bir enerji de pozitron ve elektron çifti oluşmasına neden olabilir. Pozitronun varlığı 1932 yılında kozmik ışınları inceleyen C. Anderson tarafından deneysel olarak kanıtlandı. Daha sonra 1950’li yıllarda proton ve nötronun da anti parçacığı olduğu gözlemlendi. Elbette parçacık ve anti parçacığı doğada bir arada bulmak olanaklı değildir. Çünkü bu birlikteliğin bedeli kütlelerin enerjiye dönüşmesi olur.

Evrenbilimin en büyük problemlerinden biri şudur: Eğer teorik fiziğin yaklaşımları doğru ise evrende eşit miktarda madde ve anti madde bulunmalıdır. Oysa gözlemlerimiz çok büyük miktarda madde ve çok az anti madde olduğu yönündedir. Tutarlı bir evrenbilim modeli geriye kalan anti maddenin nereye gittiğini açıklayabilmelidir.

4. Yalıtılmış hidrojen anti maddesi gözlenebilecek mi?

Anti maddenin yalıtılmış hidrojeni henüz yıldızlararası ortamda gözlenemedi. Bu olanaklı olacak mı? Acaba galaksimizde sadece anti maddeden yapılmış bir yıldız gözlemleyebilecek miyiz? Ya da uzaklarda bir yerde tümüyle anti maddeden oluşmuş bir gökada var mı?

5. Kozmolojik sabit hortladı!

Einstein, genel görelilik kuramında alan denklemlerinin içine bir *ad hoc* varsayım olarak *kozmojik sabiti* eklemiştir. Bu sabitin denklemlerde yer alıp almaması ilk başta felsefi bir tercih gibi durmakta. Einstein daha sonradan alan denklemlerine eklediği bu sabitten bahsederken “hayatımda yaptığım en büyük hata” diyecekti.

Fakat kozmolojik sabit, bugün modern fiziğin önemli sorularından birini temsil ediyor. Teorik fizikte şimdilik tam olarak anlaşılamayan bir simetri, çok küçük de olsa bir kozmolojik sabiti öngörüyor. Bu sabitin kabul edilen bütün alan teorisi ilkeleriyle uyuşması bekleniyor.

Uzay-zamanın tam bir kuantum tanımı yapılmak istendiğinde genel görelilik kuramının yetersiz kaldığı görülmekte. Bu durum genel göreliliğin, kütle çekimi açıklayan biricik teori olup olmadığı tartışmalarını yeniden gündeme getirdi.

6. Evren karanlık maddeyle mi dolu?

“Büyük patlama” temelli evrenbilim, evrenin yüzde seksenden fazlasının *karanlık madde* olarak adlandırılan ışınım yapmayan maddeyle dolu olduğunu öngörüyor. Aynı zamanda gökadalardan dönme eğrilerini tanımlamak için de karanlık madde varsayımlarına ihtiyaç var. Karanlık maddenin *kütle çekimsel mercek etkisi* olarak bilinen bir olayla dolaylı olarak desteklendiği kabul görüyor. Bugün karanlık maddenin içeriği tam olarak açıklanamamaktadır. Buna rağmen karanlık madde ile ilgili kabul edilen varsayımların sayısında önemli bir artış var. Bu nedenle bazı astrofizikçilerin “karanlık madde” ile ilgili şüpheli açıklamaları var: Gökadalardan dönme eğrilerini tanımlamak için karanlık madde varsayımına gerçekten ihtiyaç var mı? Belki de yeniden gözden geçirilmiş evrenbilimsel modellere ihtiyaç vardır. Acaba karanlık maddeyi işin içine katmadan gözlemlerle uyuşan yeni bir gökada dönme teorisi oluşturmak olanaklı mı?

7. Hubble olayının başka bir yorumu olabilir mi?

Fizikte Doppler etkisine göre, ışık kaynağı gözlemciden uzaklaşırken gözlemci kaynaktan gelen ışığın frekansını olduğundan daha düşük görecektir. Yani gelen ışığın frekansı kırmızıya kayma gösterir. Modern astrofizikte, uzak gökadalara bize ulaşan ışığındaki kırmızıya kayma bir *Doppler etkisi* olarak yorumlanmakta. Yani gökadalara birbirinden uzaklaşmakta daha doğru bir tanımlamayla gökadalara içinde bulunduğu uzay genişlemektedir.

Uzak gökadalara ışığındaki sistematik kırmızıya kaymalar, geçmişte “Doppler olayı” değil de çok farklı etkilerin bir sonucu olarak da ele alınmıştır. Kırmızıya kaymalardan ışığın, yıldızlararası ortamda geçtiği yol üzerindeki maddeyle etkileşmesinin sorumlu olacağı yönünde çok sayıda teori kurulmuştur. Örneğin fotonun frekansının Compton olayı veya kütle çekim etkisiyle değişmesi gibi. Bu teorilerin bir çoğu hem kuramsal hem de gözlemsel olarak çürütülmüştür. Geriye kalan bir kısım teori ise hem test edilmeye yeterince açık olmaması hem de bilgi kuramsal zayıflıkları nedeniyle kabul görmemiştir. Sonuçta kırmızıya kaymaların bir “Doppler olayı” olduğu ve evrenin genişlemesini ifade ettiği genel olarak kabul görmüştür.

Oysa 1980’li yıllarda yapılmış bazı gözlemler uzak gökadalara kırmızıya kaymalardan ölçülen dikine hız değerlerinin anormallikler taşıdığını gösteriyor. Özel bir örnek olan NGC 4319 gökadası ile Markarian 205 kuazarı arasında bir etkileşim gözlemlendiği halde, yani bu ikili birbirinden evrensel ölçekte çok uzakta bulunmamasına rağmen, bunların kırmızıya kaymalardan elde edilen dik uzaklaşma hızları yaklaşık bire on oranında farklıdır. Bu nasıl olabilir? Acaba kuazarlar için veya bazı etkileşen gökcisimleri için kırmızıya kaymalardan elde edilen uzaklık bulma yöntemi yeterince güvenli olmayabilir mi?

8. “Her şeyin teorisi” olanaklı mı?

Doğada şimdilik bildiğimiz dört temel kuvvet var. “Kuvvet” sözcüğü basit bir itme ve çekmeyi çağrıştırdığından, bunları *etkileşim* olarak adlandırmak daha sağlıklıdır. 1930’lardan önce sadece *elektromanyetik* ve *kütleçekimsel etkileşim* biliniyordu. Bugün bunlara ek olarak atom çekirdeğinin içindeki proton ve nötronları bir arada tutan *güçlü etkileşim* ve radyoaktif

parçalanmaya yol açan *zayıf etkileşim* bilinmektedir. Doğadaki her kuvvet aslında bu dört temel etkileşimden biridir. Örneğin sıkça duyduğumuz sürtünme kuvveti bir elektromanyetik etkileşimdir. Çevremizde en sık karşılaştığımız olaylar genellikle elektromanyetik etkileşime dayanıyor. Yani elektromanyetik etkileşim, hem doğada hem de evrensel ölçekte baskın bir kuvvet gibi görünüyor. Fizikçiler bu dört etkileşimin işleyişini anlamak için birbirinden farklı kuramsal yaklaşımlar geliştirdiler. Örneğin elektromanyetik kuvvet, elektromanyetik teori çerçevesinde anlaşılabilir. 1800'lü yılların başında elektriksel ve manyetik olaylar birbirinden ayrı değerlendiriliyordu. 1820'de H.C. Oersted bir telden geçen elektrik akımının pusula iğnesini saptırdığını fark etti. Daha sonrasında ise A.M. Ampere, her türlü manyetik olaya, hareket eden elektrik yüklerinin kaynaklık ettiğini iddia etti. 1831'de ise Faraday, hareketli mıknatıs tarafından elektrik akımı üretildiğini gözledi. Bütün bu birikimin ardından, Maxwell ve Lorentz teorisinin matematiksel yapısını son derece açık bir biçimde ortaya koydu. Artık elektrik ve manyetik olayların tek bir olgunun, elektromanyetik teorisinin iki farklı görünümü olduğunu biliyoruz. Bu, bir zamanlar iki farklı zeminde gerçekleştiğini düşündüğümüz olaylara daha yakından baktığımızda, onları tek bir teorik çerçevede anlamayı başardığımızı gösteriyor.

Elektromanyetik teorisinin bu ilginç öyküsü, ileride birçok fizikçiyi birleştirilmiş, basit ve şık teoriler aramaya ikna etti. Einstein, elektromanyetik ve kütle çekim kuvvetini tek bir şemada birleştirmek için ölene dek çalıştı. Çalıştığı konuyu ileri nesillere devretmek dışında önemli bir başarı elde edemedi.

Son otuz yılda parçacık fiziğindeki gelişmeler birleştirilmiş bir teori arayışı konusunda yeni umutlar doğurdu. Nasıl ki elektrik ve manyetik olaylar tek bir şemada birleştirilerek elektromanyetik teoriye ulaşıldıysa, elektromanyetik ve zayıf etkileşimin de *elektro-zayıf etkileşim* denilen tek bir kuvvetin farklı görüntüleri olduğu anlaşıldı. Bu birleştirmeyi birbirinden bağımsız olarak başaran Amerikalı S.H. Glashow, S. Weinberg ve Pakistanlı A. Salam 1979 Nobel ödülünü aldı. Elektro-zayıf etkileşim teorisine göre etkileşim, ikisi elektrik yüklü ve ikisi nötr olan kütesiz dört ayar parçacığı tarafından iletilmektedir. Teoriye göre elektromanyetik ve zayıf etkileşimler birbirine göre simetriktir. Ancak elektromanyetik etkileşim, etkileşen cisimler arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalır. Bu nedenle ilkesel olarak hiçbir zaman bu kuvvet ortadan kalkmaz. Ancak zayıf etkileşim kısa erimli bir kuvvettir ve bu yönüyle elektromanyetik kuvvete benzemez. Bu problem "kendiliğinden simetri kırılması" olarak adlandırılan bir etkiyle açıklanır. Teori bu etkinin

sonucu olarak üç kütleli ve bir kütleli parçacık öngörüyor. Söz konusu kütleli parçacık oldukça tanıdık: Foton. Diğer üç parçacık ise W^+ , W^- , Z^0 ile gösterilir ve zayıf etkileşmeye bu parçacıklar aracılık eder. Elektro-zayıf etkileşim kuramına göre bu parçacıkların büyük kütlede olması, zayıf etkileşimle elektromanyetizmanın görünüşte birbirine benzememesinin temel nedenidir. 1983 yılında CERN’de (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi) yapılan deneylerle elektro-zayıf kuramın öngörülleri olan W ve Z parçacıkları gözlemlendi. Ayrıca bu parçacıkların deneylerden elde edilen kütleleri kuramla uyum içindeydi.

Sonuçta elektromanyetik ve zayıf etkileşimler elektro-zayıf teoride birleştirildi. Şimdi birçok fizikçi kuvvetli etkileşimin de birleşebileceği tutarlı bir kuram arayışında. Daha da ötesi, kütle çekim kuvvetinin de yer alacağı bir teori kurulabilir mi?

Fizikçilerin bu arayışları ile 19. yüzyıl matematikçilerinin beklentileri arasında bir paralellik kurulabilir. 19. yüzyıl matematikçileri de kendi alanlarında fizikçilerle benzer umutlara sahipti. A.N. Whitehead ve B. Russell 1910 da önemli bir yapıt yayınladı: Principia Mathematica. Bu yapıtta tüm aritmetiksel kavramlar arı mantıksal kavramlarla tanımlanmaya çalışılmıştı. Yani bütün matematik, arı mantıksal sembollere indirgenecek ve tüm aritmetik aksiyomlar, mantıksal ilkelere çıkarılabilecekti. Fakat 1931 yılında mantıkçı K. Gödel, doğal sayılar aritmetiği içinde karar verilemeyen önermeler olacağını kanıtladı. Yani matematiğin öyle teoremleri vardır ki, matematiğin aksiyomları bu teoremlerin doğruluk değerini belirleyemez. Daha da ötesi aksiyomatik liste ne kadar genişletilirse genişletilsin yine de doğruluk değerine karar verilemeyen önermeler her zaman olacaktır. Bu sistemleştirilmiş her türlü aksiyom listesinin özsel bir eksikliğidir. Bu sonuç 19. yüzyıl matematikçilerine “bütün matematiği mantık diline indirgeyerek tam bir sistem oluşturma” beklentilerinin yanıltıcı olduğunu öğretti.

Şimdi fiziğe dönüp soruyu biraz değiştirerek yeniden soralım: Acaba bir gün bütün fiziksel olgular fiziğin birleştirilmiş tek bir teorisi ile açıklanabilecek mi? İlkesel olarak bu soruya verilecek yanıt hem fizik, hem de bilim felsefesi açısından önemlidir. Ayrıca insanın ilk felsefi etkinliği “her şeyi” bir bütün olarak açıklamaya çalışmaktı. Doğa ve evreni anlama çabası, insanın kavramsallaştırma yeteneğinin sınırlarını hep zorladı. Ama o sınırlar sürekli genişledi. Bu nedenle insan, evreni anlamak için şeyleri parçalara böldü, problemleri basitleştirdi. Böylece bilim çok sayıda dala ayrıldı. Ama artık onları toplamak istiyor gibiyiz. Belki bu en başından beri olanaksız bir çabadır. Çünkü doğanın işleyişine ilişkin keşfetmiş

yasalar aslında doğanın yaklaşık olarak betimlenmesidir. Bunu alçalan bir balondan yeryüzüne bakmak gibi düşünebilirsiniz. Balon yaklaştıkça gördüğünüz ayrıntılar artacaktır. Ancak ne kadar yaklaşırsanız yaklaşın her zaman daha yakını olabilir. Ne de olsa yeryüzüne indiğinizde bile, gördüklerinizi atom altı ölçekte inceleme olanağına sahipsiniz. Eğer bir gün “her şeyin teorisini” hiçbir zaman bulamayacağımızı anlarsak, kötümser olmaya gerek yok. Çünkü bilimle uğraşmanın zevkli tarafı, her şeyi tek bir şemada toplamayı “başarmak” yerine, gerçeğin “peşinden koşma” süreci olabilir.

Temel taneciklerin standart modeli, şimdiye kadar yapılan deneylerle uyum içinde olmasına rağmen fizikçilerin bir bölümü, modelin önemli eksikleri olduğunu düşünüyor. Aşağıdaki altı soru standart modelin eksikleri üzerinedir.

9. Nötrino kütlesi neden var?

1930 yılında Pauli tarafından elektrik yükü olmayan yeni bir parçacık olması gerektiği kuramsal olarak gösterildi. Bu parçacığın kuantum mekaniği öngörülleri çerçevesinde kütlesi olmaması gerekir. Ancak son yıllarda yapılan deneylerden, nötrinonun salınım yaptığı bulunmuştur. Bu da nötrinonun kütlesi olduğu anlamına gelir. Bunun da ötesinde salınım yapan taneciğin Dirac veya Majorana nötrinosundan hangisine karşılık geldiği bilinmemektedir. Ayrıca nötrino salınım dinamiğini standart Schrödinger dalga denklemi kullanarak açıklamak yerine, Bogoliubov-Gennes teorisiyle açıklamanın olanaklı olup olmadığı da çözümü bilinmeyen başka bir problemdir.

10. Ya kütle çekim katkısı ne olacak?

Kuantum alanlar teorisinde kütle çekim etkisi hesaplara dahil edilmiyor. Kuramsal çerçevede ilkesel olarak kütle çekim etkisi olmadığı gibi, düzeltmelere de katkısı yok. Kütle çekim için gerekli düzeltme teoride yerini nasıl alacak?

11. Daha ne kadar kuark var!

Standart modelde teoriye giren çok sayıda yeni parametre var: Kütle spektrumları, ayar bağlantıları, karıştırma (mixing) açıları gibi. Bununla beraber kuantum kromodinamik teorisinde kuarkların sayısı otuzu geçti. Bazı fizikçilere göre bu model artık işe yarar bir teori olmaktan çıktı.

12. Ayar hiyerarşi problemi çözülebilir mi?

Standart model, kuantum etkileri karşısında kararlı davranmamaktadır. Örneğin çekim kuvveti mertebesinde “kuvvetli etkileşim” oldukça zayıf bir kuvvete dönüşmektedir. Tutarlı bir model için bu sorunun ortadan kalkması gerekiyor.

13. Higgs parçacığı nerede?

Standart modele göre, elektro-zayıf simetri kırılmasının kaynağı Higgs mekanizmasıdır. Oysa şimdiye kadar Higgs parçacığı bulunamadı. CERN'deki parçacık hızlandırıcılarında Higgs parçacığını bulmak için çalışmalar sürüyor. Belki de kuramsal olarak öngörülen Higgs parçacığı, deneysel olarak gözlenemeyecek. Belki böyle bir parçacık yoktur. Bu durumda teorik yaklaşımların değiştirilmesi gerekecek.

14. Yük kuantizasyon problemi nedir?

Temel tanecikler elektron yükünün üçte biri büyüklüğünün tam katları olan yüklere sahiptir. Standart model doğadaki parçacıkların neden bu şekilde kuantize olduğunu açıklayamamaktadır.

Kaynaklar

V. Christianto ve F. Smarandache, 2007, Thirty Unsolved Problems in the Physics of Elementary Particles, Progress in Physics.

J.R. Taylor, C.D. Zafaritos, M.A. Dubson, 2008, Modern Fizik, Okutman yayıncılık.

D.J. Griffiths, 2003, Elektromanyetik Teori, Gazi kitapevi yayınları.

Ö. Gültekin, Gödel Kanıtlaması ve Sonuçları Üzerine Bir Değerlendirme, 2003, Mantık Matematik ve Felsefe I. Ulusal Sempozyumu Bildirileri, İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları: 41.