

HAWKING'İN ENFORMASYON PARADOKSUNUN ÇÖZÜMÜ HAKKINDAKİ AÇIKLAMASI



Temmuz ayında Dublin'de toplanan 17. Genel Görelilik ve Gravitasyon konferansında Hawking, 1975'te kendisinin dikkat çektiği enformasyon ya da bilgi paradoksuna çözüm bulduğunu iddia etti.

Klasik Einstein kuramına göre, karadeliklerin yuttukları her türlü madde ya da enerjiden geriye, sadece karadelğin toplam kütle, açısal momentumu ve elektrik yükü kalır; karadeliğe düşen herhangi bir şey de bir daha dışarı çıkamaz. Kütleçekiminin bir kuantum kuramı olmadığı için (bu konuda önemli ilerleme yolları önerilmiş de, bu kuram, bugün de hâlâ yok!) doğada mikroskopik ölçekte kendini gösteren kuantum etkileriyle tablonun ne şekilde değişebileceği belirsizdi.

1974'te Hawking, kuantum etkilerini kısmen hesaba alan bir yaklaşımla, karadeliklerin aslında tamamen kara olmayıp, kütlelerinin tersi bir sıcaklıktaki bir karacısım ışımasıyla enerji ve kütle kaybettiklerini gösterdi. 1975'teyse bu yeni sonucunun ortaya temel bir bilgi kaybı sorunu çıkardığına dikkat çekti. Bunu kabaca şöyle anlatabiliriz. Klasik Einstein kuramı yeterli olsa, Hawking ışıması olmayacaktı. Bu durumda karadeliğe düşen madde ve enerji hakkındaki bilgimizin aslında kaybolmadığını, fakat ulaşamayacağımız şekilde karadelğin içine hapis olduğunu düşünebilirdik. Halbuki karacısım ışımasıyla yutulan maddenin enerjisi tekrar açığa çıkıyor; ancak bu ışıma sadece sıcaklığa bağlı olduğu için karadelği oluşturan madde-enerjiyle ilgili özel bir bilgi içermiyor. Bu bilgi kaybı, Kuantum Kuramı'nda olasılık hesabının bozulması, yani bütün olasılıkların toplamının bire eşit olmamasına eşdeğer bir soruna yol açıyor. Hawking 1975'ten beri kuantum mekaniğinin bu temel özelliğinin, karadelikler tarafından bozulduğunu savunuyordu; hatta 1997'de Hawking ve onun bu görüşünü paylaşan Caltech'li kütleçekim kuramcısı Kip Thorne, yine Caltech'li John Pres-

kill'le resmen bahse girdiler. Preskill kuantum mekaniğinin karadeliklerin varlığında bile geçerliliğini sürdürdüğünü iddia ediyordu. Hawking bu son açıklamasıyla bahsi kaybettiğini, fakat bunu bilginin nasıl kaybolmadığını açıklayarak yaptığını söylüyor. Bu anons büyük ilgi uyandırdı ve hakkında dergimizde de bir haber yayımlandı (Bilim ve Teknik sayı 441, Ağustos 2004 s. 6). Arada geçen zamanda, Hawking'in, iddiasını dayandırdığı ayrıntılı hesaplarını bir profesyonel fizik dergisinde ya da İnternet'te yayımlaması bekleniyordu; ancak bu hâlâ gerçekleşmiş değil. Bu yüzden Hawking'in aksine, konuyla ilgilenen fizikçiler meseleye halledilmiş gözülle bakmıyorlar. Hatta John Preskill "Bahsi kazandığıma seviniyorum, ama Hawking'in açıklamasını anlayabilmiş değilim" diyor.

Biz burada, Hawking'in eski öğrencisi, şimdi kendisi de Cambridge'de profesör ve Kraliyet Bilim Cemiyeti üyesi olan Gary Gibbons'a gönderdiği bir elektronik mesajdaki açıklamasını aktarmaya çalışacağız. Bunu sağladığı için Prof. Gibbons'a teşekkür borçluyuz.

Hawking, karadelğin madde yutması ve sonra da ışımasına bir saçılma problemi olarak bakmayı öneriyor. Böyle problemlerde parçacıkların sa-



çılma bölgesine (burada karadelik) girmeden çok önceki ve çıktıktan çok sonraki halleri karşılaştırılır, saçılma bölgesiye, içinde ne olduğu tam bilinmeyen bir kara kutu gibi düşünülür. Hawking temelde kuantum kuramının ünlü belirsizliğine dayanarak bu bölgede bir kara delik olup olmadığından tam emin olamayacağımızı, bilginin kaçmasını da bunun sağladığını iddia ediyor. Giriş ve çıkış arasında olabilecek her şeyi de bir Feynman yörünge integraliyle hesaba katmak istiyor. Bunu, verilen bir giren parçacıklar kümesini, bir çıkan parçacıklar kümesine bağlayabilecek her olasılık üzerinden bir toplama gibi anlayabiliriz. Bu olasılıklar arasında topolojik olarak küre gibi "kulpu olmayan", yani topolojik yönden basit ve fincan gibi "kulpu olan" ve basit sayılmayacak uzay zamanlar olabilir. Hawking, yörünge integrallerinin birtakım sonsuzluklarını kontrol altına almak için "Öklidyen" uzaya geçiyor. Burada kastedilen, uzayın düz olduğu değil, mesafe karelerinin Pisagor teoreminden bildiğimiz gibi hep artıya toplanması. Normal uzay-zamanlardaysa zaman eksenini boyunca mesafe kareleri eksi işaretiyle toplanma giriyor. Bu, teknik bir nokta. Bundan sonra Hawking, topolojik yönden basit olmayan uzay-zamanlardan gelen olasılık toplamının bire eşit olmayacağını, yani bilgi kaybı olacağını, topolojisi basit uzay-zamanlardan gelen katkının bilgi kaybına yol açmayacağını savunuyor. Basit olmayan topolojik yapılar ilk koşullara bağlı değiller ve toplam yörünge integraline, ya da olasılık toplamına, bir şekilde katkı yapmıyorlar. Bu tartışmada J. Maldacena'nın bir uzaydaki kütleçekimi kuramıyla başka bir uzaydaki ayar kuramı (kuvvetli, zayıf ve elektromanyetik etkileşmelerin kuramları gibi) arasındaki eşdeğerlik ilişkisi Hawking'in fikirlerini ciddi olarak etkilemiş görünüyor. Zaten Hawking'in paradoksunun bu yollarla çözülebileceği yönünde öneriler vardı ve fizik camiasında kuantum mekaniğinin karadeliklerle ilgili temel bir problemi olduğuna inanan, neredeyse bir tek Hawking kalmıştı.

Okuyucu yukarıdaki satırlardan fazla bir şey anlamadıysa morali bozulmasın. Konuşmayı dinlemiş konunun uzmanları da benzer bir durumda olduklarını itiraf ediyorlar. Merakla beklenen, Hawking'in ortaya ne zaman ayrıntılı bir hesap koyacağı. Çok kaba bir özet olarak kendi izlenimimizle bitirelim: Tamamen klasik bir karadelik probleminde paradoks yok; zira bilgi hapsolsa da kaybolmuyor. Hawking'in paradoksuna belki giren madde-enerjinin ve çıkan ışımanın kuantum mekaniği, karadelğinse klasik fizik çerçevesinde ele alınmasından kaynaklanıyor. Karadelğin kuantum özellikleri de hesaba alınırsa, bir önceki hesaptaki paradoksun yapay olduğu ortaya çıkacak.

Cihan Saçlıoğlu

Sabancı Üniversitesi
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi