



...Ağaçların arasında boşluk görülmediği halde.

GECE NİÇİN KARANLIKTIR?

Sven ORTOLI

- Eğer evren sonsuzsa, yıldızlar arasında hiçbir karanlık yer görülmemesi gerekir. Zira uzaya baktığımızda gök kubbenin her noktasını ışıklı yüzleriyle kapayan uzak ya da yakın bir yıldız bulunmalıdır. Bu ilişki şimdi açıklanmaktadır.

“Gece niçin karanlıktır?” eski bir soru olup, cevabı verildikten sonra bile gizemini korumakta, mantığa olduğu kadar duyguya da hitap etmektedir. Sanki bir çocuk sormaktadır: Gece niçin aydınlık değildir? Gün batınca gökyüzü niçin kararır? Aynı zamanda şiirsel bir konu olan sorunun cevabını da ilk önce bir şair vermiştir: Kesin olarak (daha doğrusu gene de geçici bir kesinlikle) ancak 130 yıl sonra cevabı bulunacak olan bu kozmolojik bilmedenin çözümüne 1845 yılında “Eureka” dergisinde Edgar Allan Poe adlı şair bir başlangıç yapmıştır. Bunda şaşılacak bir şey yoktur, çünkü Poe’nin yazdığına göre “şiiir ve gerçek birleşik bir bütündür”.

Mitolojik açıklamaları geçelim. Zaten yeterince efsane taşıyan bilime bir yenisini eklemeyelim. Gökyüzü gece karanlıktır, zira güneş batmıştır ve yıldızların -gece hirsızlarını ve uyrgezerleri- aydınlatmak için ışıkları çok zayıf gelmektedir. Bu söz saçma değildir, ama bir açıklama da sayılmaz. Bir ormanı gözümüzde canlandıralım; ağaçlar çok seyrek de-

ğilse ormanda bulunan bir kişinin bütün görüş ufkunu ağaç gövdeleri ile kapamış olacaktır. Eğer uzaydaki yıldızlar ormanı sonsuza dek uzanıyorsa, bakış alanımıza giren her yerde mutlaka bu gökyüzü ağaçlarının ışıltısına rastlamamız gerekmektedir. Işık saçan yıldızlarla dopdolu sınırsız bir evrende, gökyüzünün tamamı güneşimizin yüzeyi gibi parlak görünmelidir.

Halbuki gerçek böyle değildir. Niçin? Bu orman benzetmemizde hatalı olan nedir? Belki bu biçimde değil, fakat kozmolojik mantığı bilerek meseleyi ortaya koymak için dahası gerekir: Evren sonsuz mudur, sonlu mudur? İmparator II. Radolphe’un matematikçisi olan Kepler bu paradoks üzerine ilk eğilenlerdendir. Fakat ileri sürdüğü çözüm yanlıştır. Galile’ye yazdığı bir mektupta bu konuda geliştirdiği açıklamalardan şöyle söz etmektedir. “Tereddütsüz olarak kabul ettiğiniz gibi 10.000’den fazla gözle görünen yıldız vardır. Yıldızlar sayıca ne kadar fazla ve yakın kabul edilirse sonsuz bir evrene karşı kanıtlanmı o kadar güç kazanacaktır. Eğer güneşimize benzer yıldızlarla dopdolu olan evren sonsuza kadar uzansaydı gökkubbenin güneşin yüzü gibi ışıklı görünmesi gerekirdi.” Şu halde seçeneğimiz açıktır: Sonlu bir evren içinde yıldızlı bir gök kubbe, ya da sonsuz bir evren içinde kesiksiz ve sürekli bir ışıklılık. Kepler tezinin karşıtlarını savunmasız bıraktığını düşünüyordu. Fakat bu tezin hemen sonrasında Newton bilim dünyasında sonsuz bir evren kavramına arka çıkmıştır. Böylece çözülmüş gibi görünen paradoks yeniden ortaya çıkmıştır.

Kendi adıyla anılan kuyruklu yıldızın kaşifi Edmund Halley de bir çözüm ileri sürme girişiminde bulunmuştur. Royal Society ve henüz hayatta olan Newton’un bizzat önünde, uzak yıldızların ışıklarının çıplak gözle algılanabilmesi için çok za-



...yıldızların arası niçin görünüyor?

yıf olduğunu açıklamıştır. Newton bu açıklama karşısında sessiz kalmıştı. Ama yine de Halley'in muhakemesi yanlıştı. Bugünkü bilgilerimizle biliyoruz ki, örneğin bir atomun yaydığı ışık görülmüyorsa bu durum, bir çok atomun ışıklarının da görülemez olmasını gerektirmez. Yıldızlar bu kuralın dışında tutulamaz.

Bu olaydan birkaç yıl sonra genç bir İsviçre'li astronom olan Jean Philippe Loys de Chesseaux gece karanlığının, yıldızların ışığının uzayda yayılan bir "flüid" tarafından soğurulmasından ileri geldiğini öne sürmüştür. 1823'de Alman fizikçi Heinrich Olbers benzeri bir çözüm önermiştir: Yıldızlar ormanı yalnız yakın yıldızları belli eden bir sis tarafından karartılmıştır. (Olbers paradoksu)

1848 yılında John Herschel, yıldızların ışığını soğuran bir flüidin ışığı daha da artıracağını kanıtlamıştır. Paradoksun çözümünü için birbiri içindeki evrenler halinde tasarlanan "Kant" düşüncesini önermiştir. Bu varsayımı anlamak için bir an orman örneğine dönelim. Ormanın merkezinde iken bütün ağaçları görmek olanaksızdır. Bize en yakın olanlar görüş alanımızı kapatır. Görüş sınırını ortalama olarak ağaç başına düşen arazi yüzeyi ve bir gövdenin ortalama kalınlığı arasındaki oranla belirlenir. İki ağaç arasındaki uzaklık on metre ise her ağaç ortalama olarak 100 m^2 (10×10) lik bir yer işgal eder. Her ağaç gövdesi için 50 cm lik bir çap kabul edilirse 10 m lik kenarları kapatmak için yanyana yirmi ağaç gereklidir. Ağaç dağılımı her yönde rastgele olduğundan yirminci kareye kadar yani 200 m lik bir uzaklık görülebilir. 200 metre yarıçapındaki bir yerin toplam alanı $[\pi \times (200)^2]$ ağaç başına düşen alana (100 m^2) bölünürse ağaç sayısı 1257 bulunur. Yıldızlar için de aynı hesap yapılabilir. Bu durumda yıl-

dız başına düşen uzaysal hacminin bir yıldızın yüzeyine oranına göre sınır belirlenir.

Herschel göstermiştir ki, içiçe olduğu varsayılan evrenlerden, içten dışa gidildikçe yıldız sıklığı hızlı bir biçimde azalır, görüş alanı sınırı sonsuz olur ve gecenin niçin karanlık olduğu anlaşılmış olur. Orman örneğinde bu durum merkezden dışa doğru gidildikçe ağaçların seyrekleşmesi yani ağaç başına düşen alanın gitgide hızlanarak artmasına eşdeğer olacaktır. Fakat yine de temel aldığı ilke tatmin edici değildir.

Herschel'in çalışmalarını açıkladığı sırada Edgar Allan Poe da Eureka'da bu konuda yayınladığı bir makalede tutkulu bir anlatımla çerçeveye içine alarak tasarladığı bir evren kavramını şöyle anlatmıştır: "Sayıların çokluğu yüzünden tek bir bütün halinde birleşmiş görünen milyarlarca ışıklı cisimden oluşan, altın sansi parıldayan bir gökyüzü çeperi". Olbers paradoksu için ise şunları not etmiştir: Eğer yıldızların ard arda sıralanmaları sınırsızsa, galaksinin sergilediği gibi, gökyüzünün arka düzleminin bütün ve tekdüze bir ışıklılık arzemesi gerekir, çünkü bütün bu görünen arka uzay düzleminde yıldız bulunmayan kesinlikle hiç bir nokta bulunmayacaktır. Bu durumda teleskoplarımız tarafından her yönde algılanan boş bölgeleri açıklamanın tek yolu, söz konusu izafi arka düzlemi, bize hiç bir ışığının ulaşamayacağı kadar olağanüstü uzak varsaymaktan ibarettir." Sezgileri dahice olmakla birlikte açıklamasına kendisi de tam olarak inanmıyor ve sözlerini şöyle bitiriyordu. "Eğer konu böylece açıklanabiliyorsa inkar etmeye kim cüret edebilir?" Ve devam ediyordu. "Ben şahsen bunun böyle olduğuna inanmak için en küçük bir neden olmadığını savunuyorum." Şu halde Poe'ye göre uzayın karanlığı ışıklar henüz bize ulaşmaya yeterli zaman bulamayacak kadar uzak bir görüş alanı sınırı ile açıklanabiliyordu. Bütün

SİVRİSİNEKLER YAŞLANMA SÜRECİNE IŞIK TUTUYORLAR

Louisville Üniversitesi biyokimya uzmanı John P. Richie Jr. dişi sivrisineklerin ortalama yaşam sürelerini 29 günden 45 güne uzatmayı başardı. Peki neden? Bizidaha uzun süre ısırmaya devam edebilirsinler diye değil kuşkusuz. Gerçekten, Richie'nin bu çalışma sırasında insan yaşamını uzatabilmek için de bazı veriler elde ettiğini düşünmezsek, bu deney tek başına pek hoş görünmeyebilir.

Richie bu çalışmasında *Aedes aegypti* cinsi sivrisinekleri nordihidroguaiaretik asit (NDGA) ile besledi. NDGA, çok uzun ömürlü bir cins çöl bitkisi olan kreozot çalısından (*Larrea tridentata*, katran ruhu) bol miktarda elde edilebiliyor. NDGA'nın hem çalılarda hem de sivrisineklerde bazı zararlı serbest kökleri bağlayarak yaşam süresini uzattığı düşünülüyor. Bu serbest kökler son elektrik yürüngeleri tamamlanmamış olan ve radyasyon çeşitli ilaçlar, diyetle alınan fazla miktardaki demir, güneş ışınları, ozon, hatta saf oksijen gibi çeşitli etkenlerle oluşan kimyasal olarak aktif molekül ve atomlardır. Bunların bir bölümü değişmeden kalır. Fakat diğer bir grup or-

ganizmanın hücrelerinin çeşitli bileşenleri ile rastgele etkileşimlere girer. DNA'nın temel yapıtaşı olan ikilileri değiştirerek mutasyonlara yol açar, ya da yapısındaki yağ ve proteinlerle reaksiyona girerek hücre duvarının bozulmasına neden olurlar. Organizmanın onarım mekanizmaları bu hasarın bir bölümünü eski haline döndürebilir. Ayrıca E vitamini gibi diğer bazı ajanlar da bu zararlı köklere gerekli olan elektronu aktararak onları zararsız hale getirebilir. Fakat yine de bilim adamlarının yaşlanmamızdan sorumlu tutabilmelerine yetecek miktarda bir grup serbest kök bu savunma sistemlerinden etkilenmeden kalır ve organizmaya zarar vermeyi sürdürür.

Günümüzde yaşlanma ile ilgili birbirinden farklı pek çok kuram ortaya atılmış durumda. Bazı yaşlanmamızı DNA'nın ve vücut proteinlerinin bozulmasına, bazıları ise endokrin ve savunma sistemlerimizin zamanla işlevlerini tam olarak yerine getirememelerine bağlıyorlar. Bunlardan farklı olarak yaşlanmamızın da doğumumuz ve gelişimimiz gibi genetik olarak programlanmış olduğunu savunan kuramlar var.

Fakat son zamanlarda zararlı serbest kökler kuramı -belki diğerlerine de ışık tutmak üzere- daha fazla ilgi görmekte. Çünkü yaklaşık 1200 sivrisinek yaşamlarının fazladan kazandıkları günlerini Richie'nin laboratuvarında geçirmekteler.

Discover'den çev.:
Meral Günay

konu şu idi: Sınırlı bir ışık hızı ve yıldızların yaşı.

Bu görüşü bugünkü bilgilerimizle açıklayalım. Durumu ilk önce enerji yönünden ele alalım. Evrendeki ortalama madde yoğunluğu aşağı yukarı 10^{-26} gram/cm³ bir hacimde bir hidrojen atomu bulunması gibidir. Einstein'ın çalışmalarından beri kütle-enerji arasındaki eşdeğerliliği ve birbirlerine çevrilme biçimlerini biliyoruz. Bir an için evrendeki tüm kütle varlığının ışık enerjisine dönüştüğünü (kütle-enerji eşdeğerliliğine $E=mc^2$) göre kütle bir enerji biçimi olan ışık enerjisine çevrilebilir) tasarlayalım. Hesaplar gösteriyor ki böyle bir durumda ortaya çıkacak ışınım enerjisi 20°K(-253°C) sıcaklık derecesine eşdeğer olacaktır. Elbette bu düzeydeki bir sıcaklık derecesinin yıldızların yüzeyinde bulunan sıcaklık dereceleri ile hiç bir yakınlığı yoktur. Gerçekten de bir benzerlik sağlanabilmesi için 6000°C lik bir sıcaklık gereklidir. Bu nedenle de gökyüzünün sürekli ışıklı görülebilmesi için evrende bulunan 10.000 milyar kat daha fazla madde ışık enerjisine dönüşmelidir. İşte, gece uzayın karanlık görülmesinin gerekçelerinden birisi budur. Ama bu durum daha önce söylenen kanıtların niçin yanlış olduğunu göstermez. Sonsuz ve durğan (bugün düşünüldüğü gibi genişleme halinde olmayan) Newton tasarımı evrene geri dönelim. Işık, sınırlı bir hızla (300.000 km/s) yol aldığına göre, bir yıldızın bize ulaşan ışıkları, söz konusu yıldız ne denli uzaksa o kadar eskiye ait olacaktır. Evrendeki madde yoğunluğunu bildiğimizden, mad-

denin yalnız yıldızlarda toplandığını kabul edersek, görüş alanımızın 10²³ ışık yılı mesafeye kadar uzanacağı tahmin edilebilir. Ama güneşimize benzer bir yıldızın ömrü ortalama olarak 10¹⁰ yılı geçmemektedir. Şu halde 10¹⁰ ışık yılından daha uzak olan tüm yıldızlar görünmez durumdadır. Parlıyorlar, fakat ışıkları henüz bize ulaşmamıştır. Gördüğümüz semayı kaplamak için varlıklar yeterince uzun sürmemiştir.

Paradoks, Newton'un tasarladığı evrenin tarihsel çizgisi içinde çözümlenmiştir. Bugünkü tasarladığı biçimde genişleme halindeki bir evrenin çerçevesi içinde durum ne olacaktır? Deyim uygunsuzsa daha da iyi çözümlenmiş olacaktır. Çünkü, eğer yıldızlar değişmeyen bir evren hacminin içini aydınlatmıyorsa, şişen bir balon gibi genişleme durumundaki bir evreni aydınlatmak için daha da yetersiz kalacaklardır.

Sonuç çok basittir: Evren karanlığı gidermek için yeterli enerji içermemektedir. Gökyüzünün her zaman Broadway'a benzer biçimde parlaması için, ne yıldızların ne de evrenin yaşının olanak vermeyeceği kadar çok uzak mesafelere ve çok uzak geçmişlere bakabilmek gerekmektedir. Özetle, yıldızların parlattığını evreni aydınlatmak için çok zayıf olduğunun ileri sürülmesi tümüyle mantığa uygundur. Ronsard'ın deyişiyle "ilk gecenin çocukları" bize hiç bir zaman gündüz aydınlığı göstermeyeceklerdir.

Science et Vie'den çeviren:
Muammer KOÇAK