

# IŞIK GİBİ HAREKET EDEN BİR SALYANGOZ

Arthur EISENKRAFT - Larry D. KIRKPATRICK

**O**kurların çoğu, bir aynaya düşen ışığın, "gelme açısı eşittir yansıma açısı" kuralına uyan bir yol izlediğini bilirler. Havadaki bir noktadan sudaki bir noktaya giden ışığın yolu ise, daha karmaşıktır; ışık, iki ortam arasındaki sınırdaki kırılır. Kırılma miktarı, suyun ve ışığın renginin bir özelliğidir. Kuartz ve elmas gibi başka saydam ortamlara giren ışık, farklı miktarlarda kırılır. Willebrord Snell, 1621'de, ışığın bu davranışını anlatan ve **Snell yasası** olarak bilinen



*Neden gizli, fakat olay açık.  
Ovid, Metamorphoses*

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

matematiksel ifadeyi bulmayı başarmıştır; burada  $n_1$  ve  $n_2$ , ortamların kırılma indisleridir. Işık,  $30^\circ$ 'lik bir açıyla, havadan ( $n_1 = 1.00$ ) suya ( $n_2 = 1.33$ ) girerse, sudaki açı, aşağıdaki hesaplamadan görüleceği gibi,  $22^\circ$  olacaktır.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$1.00 \sin 30^\circ = 1.33 \sin \theta_2$$

$$\theta_2 = 22^\circ$$

Kırılma açısının ölçülmesi, satın aldığınız yüzüğün elmas mı, yoksa cam parçası mı olduğunu anlamının bir yoludur.

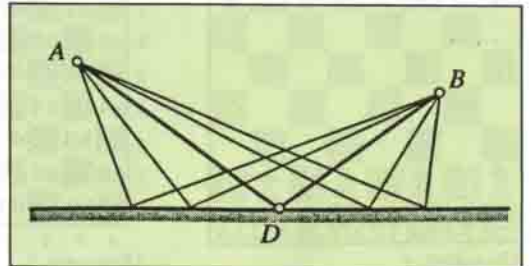
Birçok insanı fizik öğrenmek için büyüleyen, olayları çeşitli yollardan açıklama olanağına kavuşmaktır. Büyük matematikçi Pierre de Fermat ise, ışığın yolunun en az zaman gerektiren yol (ekstreimum) olduğunu bulmuştur (1657'de). A ışık kaynağından çıkıp, aynaya çarparak, B cisminde giden tüm mümkün yolları denerseniz, en kısa, dolayısı ile en çabuk yolun D'den geçen yol olduğunu bulursunuz; bu yol için, gelme açısı yansıma açısına eşittir.

Böyle olduğunu, kendi kendinize, birçok yol çizerek ve onları ölçerek gösterebilirsiniz. Basit geometri ile ya da biraz hesaplama ile de kanıtlayabilirsiniz.

Fermat'ın teoremi, kırılma için de geçerlidir: Işığın havadan suya geçerken aldığı yol da, en az zaman gerektiren yol olmalıdır. Bu durumda, en kısa zaman, en kısa yola eşdeğer değildir; çünkü ışık, suda, havadakininden daha yavaş gider. Işığın bir madde içindeki hızı, boşluktaki hızının, maddenin  $n$  kırılma indisine bölüme eşittir.

Bir ortamdan başka bir ortama geçen ışığın yolunun en çabuk yol olduğunu kanıtlamak biraz beceri ister. Havadaki A noktasından sudaki B noktasına giden birçok ışık yolu çizebilirsiniz. Çizgilerin havadaki ve sudaki uzunluklarını ölçebilirsiniz. Ancak Fermat'ın teoremi, yolun en kısa olması gerektiğini değil, zamanın en kısa olması gerektiğini söyler. Işığın sudaki bir yolu alması, havadakine göre 1,33 çarpanı kadar uzun olacağından, sudaki uzunlukları 1,33 ile çarpabiliriz. Bu toplamı en küçük yapan yol, ışığın izleyeceği yoldur. Acaba bu, Snell yasasının belirlediği yol mudur? Evet; matematiksel olarak kanıtlayabilirsiniz.

Şimdi ışığı bir yana bırakıp, bir yarışma problemi olarak düşünebileceğimiz, yavaş hareket eden yumuşakçaların dünyasına giriyoruz. Bir salyangoz da, bir odanın (örneğin, 5 m x 10 m x 15 m boyutlarında) bir köşesinden köşegen üzerindeki öbür köşesine en kısa zamanda gitmelidir. Problemin koşulu olarak, salyangoz, dört duvar üzerinde yürüyebilirken, tabanda ya da tavanda yürüyemez. Bu durum-



## GAMMA PATLAMALARI EVRENİN UZAK KÖŞESİNDEN Mİ KAYNAKLANIYOR?

İki astrofizikçi "Dünyamıza ulaşan şiddetli gamma dalgası patlamaları, evrenin ucundaki ateş top- larından geliyor olabilir," diyor. Her bir patlama, birkaç dakikadan fazla sürmüyor. Son zamanlara kadar astrofizikçiler bunların manyetik patlamalar veya yaşlı nötron yıldızlarındaki depremlerden kaynaklandığını düşündüler.

Galaksimizde cereyan eden olaylar, ekseriyetle Samanyolu doğrultusunda belirlenir. Halbuki, geçen yıl fırlatılan Compton Gamma Işın Gözlemci- si'nin tespit ettiği 300 gamma ışını patlaması uzay- da gelişigüzel serpilmişti. Bu durum, şunu gösterir: Gamma dalgası kaynakları galaksinin görünür diski samanyolunu çevreleyen büyük bir küresel hacim içinde (halo) dağılırlar ya da galaksi ötesi uzayın derinliklerinde bulunmaktadırlar.

Cambridge'deki Astronomi Enstitüsü'nden Martin Rees ve Pensilvanya Üniversitesi'nden Peter Meszaros, evrenin uzak köşelerindeki gamma dalgası patlamalarının açıklamasını ustaca yapan bir çözüm önerdiler. Patlamaların, nesnelere dün- yamızdan ışığına yakın bir hızla kaçtıkları yer olan evrenin ufkuna yakın yerlerde gerçekleşebileceğini ileri sürdüler. Fakat, eğer patlamalar bu kadar uzakta ise, bu cisimlerin birkaç milisaniye- de bir kuazarın on bin katı enerji üretmeleri gerek- mektedir.

Buna en güzel kaynak ise, birbiri çevresinde dönen bir çift nötron yıldızı veya bir karadelik çev- resinde dönen bir nötron yıldızdır. Bu durumdaki

iki yıldız dönerken sürekli olarak birbirlerine yak- laşacaklar ve bir yandan da kütle çekimi dalgala- rı yayacaklardır. En sonunda ise birleşerek her biri çekim enerjisini saniyenin onda birinde uzaya ve- recekler. Fırlayan maddenin oluşturduğu bir taba- ka, azgın bir ateş topu içinde, ışığına yakın bir hızla hareket eder.

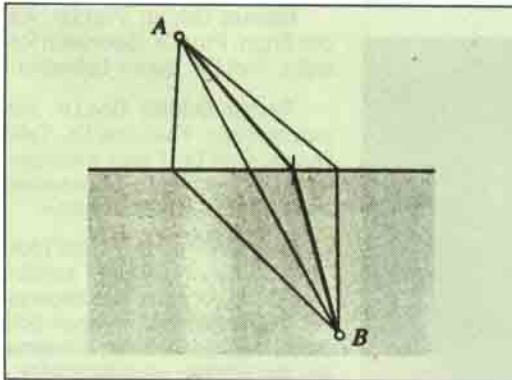
Her ne kadar, tipik bir galakside bu tür olay- lara çok az rastlansa da, evrenin ulku içinde, tes- pit edilen sayıda patlamaya imkân verecek kadar çok (100 milyon) galaksi vardır.

Rees ve Meszaros, patlama artıkları şiddetli dalgalar halinde, eğer çevreyi saran yıldızlararası maddeye çarparsa ne olacağını hesapladılar. Ateş topu enkazının daha hızlı gitmesi dışında, olay bir süpernova patlamasından pek farklı değildir. En- kaz, ortam tarafından yavaşlatıldıkça kinetik enerji radyasyona dönüşür. Kabuktaki radyasyon çok yüksek enerjili fotonlardan oluşur ve bu şekilde gamma dalgası yayını gerçekleştirir.

Bu konudaki öngörülerine rağmen Rees, ga- ma ışını patlamalarının orijini hakkında başka açık kapılar da bırakmaktadır. Rees şöyle diyor: "Kendi galaksimizde bulunan nötron yıldızlarının, yeterince gelişigüzel bir şekilde patlamalar üretmiş olmaları ihtimalini göz ardı edemeyiz; fakat biz, astronomik uzaklıklardan dahi farkedilebilen patlamaların me- kanizmasını hakkında akla yakın bir tez ileri sür- dük."

New Scientist'ten çev.: M. İtleriş DOĞAN

da, salyangoz hangi yolu izlemelidir? Salyangoz, du- var üzerindeki 15 m'lik yolunu, duvara yapışarak gi- decektir; bu demektir ki, salyangoz, kendi normal hi-



zının kesri olan bir hızla yol alacaktır. Soru şudur: Salyangoz, yapışarak gittiği duvarda, normal hızının 1/3'ü hızla giderse, en kısa zamanda alabileceği yol hangisidir? Biraz daha zor bir soru ise şudur: Ya- pışkanlık sabit olmayıp, duvarın bir boyutu boyunca çizgisel olarak artıyorsa, ne olacaktır? Örneğin, du- varın bir ucundaki hız, normal hız; öbür ucundaki hız ise, normal hızın 1/3'ü olsun; en kısa zamanda gidilecek yol hangisidir? Bu soruları çözmek için, grafik çizim ya da bilgisayar tekniklerini kullanmanız ge- rekir. Aslında, genele kanıtlamayı, herhangi bir oda ( $l \times w \times h$  boyutlarında) ve yapışkanlık katsayısı  $s$  olan bir duvar için vermek daha önemlidir. Ancak, böyle genel kanıtlamaların var olup olmadığı da bilinme- mektedir.

Quantum, Eylül-Ekim 1991'den çev.:  
Yard.Doç.Dr. Hanaslı GÜR