

# Fizik

## Relativistik Arşimet Denklemi Denizaltı Paradoksunu Torpilledi

Bir denizaltı komutanıysanız, “tam yol” emrini vermeden önce bir kez daha düşünün, diye uyarıyor *Science* dergisi. Çünkü, denizaltı ışık hızına yakın bir hıza eriştiğinde, genel görelilik kuramının öngörülleri uyarınca batıyor... Brezilyalı bir fizikçi, *Physics Review* dergisinin Temmuz sayısında yayımlanan makalesinde Arşimet’in suyun kaldırma kuvvetiyle ilgili yasa-sını çok hızlı hareket eden cisimlere de uygulayarak uzun süredir varlığını sürdüren bir paradoksu (çelişki) çözmüş bulunuyor.

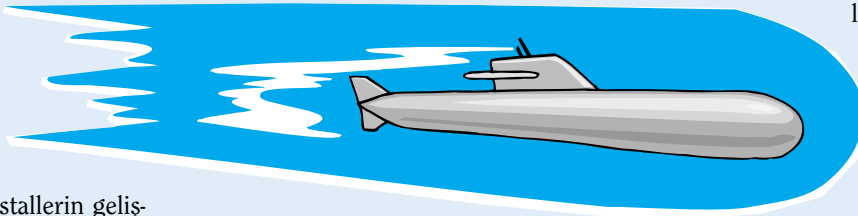
Fizikçiler, “relativistik” Arşimet yasasının termodinamik yasalarının, karadeliklerin dina-

mikleri ve hatta kristallerin gelişmesi gibi süreçlerin daha iyi anlaşılmasını sağlayacağını umuyorlar. Einstein’ın görelilik kuramı, paradoks gibi görünen saptamalarla dolu: Farklı hızlarda yaşanan ikizler, bir ağıla hem sığan, hem sığmayan mızraklar, çok hızlı kapatılınca yumuşayan makaslar vb. Ancak görelilikle biraz uğraşmış her fizikçi, bu bilmece-lerin üzerinden kolaylıkla gelebiliyor. 1980’li yılların sonlarında Drew Üniversitesi’nden (New Jersey, ABD) James Supplee tarafından atıldığı anlaşılan Denizaltı Paradoksuysa bir istisna.

Brezilya’nın Sao Paulo Üniversitesi’nden fizikçi George Matsas bu durumu içine sindirememiş. “Bu paradoksa bir yanıt bulunamamış olmasının bir skandal olduğunu düşündüm ve bu işe biraz zaman harcamaya karar verdim” diyor.

Kafanızda, suyla tıpatıp aynı yoğunlukta olan hareketsiz bir denizaltı

canlandırın. Ne yüzeye çıkıyor, ne de batıyor. Burada bir paradoks yok. Ta ki denizaltı çok büyük bir hızla yol alınca kadar. Işık hızına yakın hızlarda seyreden nesnelere bir yandan boyut olarak küçülürken, bir yandan da kütleleri artar. Dolayısıyla, hareketsiz bir gözlemcinin gözüyle relativistik (ışık hızına yakın seyreden) bir denizaltı, daha küçük bir pakete daha büyük bir kütle sığdıracağından, sudan daha yoğun hale gelecek ve batacaktır. Öte yandan, denizaltıdaki Kaptan Nemo (Bilimkurgu yazarı Jules Verne’in “Deniz Altında 20.000 Fersah” adlı romanındaki Nautilus’un kaptanına atıf yapıyor) ise durumu, kendi gemisi hareketsiz dururken, suyun ışığına yakın bir hızla geriye aktığı biçiminde algılayacaktır. Su da böylesine hızlı aktığından içindeki moleküllerin kütlesi artacak ve bunlar daha küçük hacimlere sıkışacaktır. Böyle olunca da suyun yoğunlu-



ğu artacağından, denizaltının yüzeye yükselmesi gerekecektir. Bir denizaltı aynı anda hem dalıyor, hem de yükseliyor olamaz (bunun için kuantum denizaltı gerekir!...) Öyleyse ya Kaptan Nemo ya da hareketsiz gözlemci hatalı. Öğrencilerinden biri bu soruyu Matsas’a sorduğunda fizikçi bir şey diyememiş. “Çok utandım ve yanıt bulmam gerektiğini anladım” diyor. Matsas bu hırsıyla kağıda kaleme sarılıp, hareket halindeki denizaltıyı Einstein’ın denklemlerine sokmuş Kuvvetler ve hesaplarla birkaç sayfa doldurduktan sonra da hedefe varmış. Sonuç denizaltı açısından üzücü; batıyor. Yedi denizi hem de altından dolaşmış olan Kaptan Nemo hatalı. Doğru gözlemi yapan, bizim hareketsiz gözlemci. Peki ama, neden? Suyun kaldırma kuvveti, kütleçekiminin türevi. Kütleçekimiye, boyut ve zaman gibi uzayda hızlı hareketten

etkileniyor. Denizaltı su içinde yıldırım gibi giderken, Dünya hareketli araç üzerinde daha fazla kuvvet uyguluyor. Matsas, “Denizaltı hareket halinde olduğundan, kütleçekim alanı artar ve suyun yoğunluğunda meydana gelebilecek artışları etkisiz kılar” diyor. Bu durumda, hareketsiz gözlemci, denizaltının yoğunluğu arttığı için battığını düşünecek. Kaptan Nemo’ysa, sevgili gemisinin yerçekiminin güçlenmesi nedeniyle battığını düşünecek. Hareket noktaları farklı; ama ikisinin de vardığı sonuç aynı: Denizaltı batıyor. Öyleyse, artık paradoks da yok...

Matsas, Arşimet’in kaldırma kuvveti tanımının yüksek hız ya da güçlü kütleçekimi durumlarını da kapsayacak biçimde genişletilmesiyle, nötron yıldızları ya da karadeliklerin çevresindeki akışkanların hareketine de ışık tutacağı düşüncesinde. “Relativistik yıldızlarda değişik gaz katmanlarının anlaşılması için bu önemli” diyor. Araştırmacıya göre bir karadelik içine inmekte olan bir kutudaki kaldırma kuvveti etkisinin incelenmesi, termodinamik yasalarına daha güçlü

bir ışık tutar. Matsas’ın çözümü, başka fizikçileri de heyecandırmış görünüyor. Örneğin Yale Üniversitesi’nden John Wettlaufer. Kristalleşen materyallerin termodinamiğini inceleyen bu bilimadamı, değişik alanlar altında katılar, sıvılar ve gazların temas yerlerindeki arayüzlerde kaldırma kuvvetlerini tanımlayan bir denklem geliştirmiş.

Wettlaufer’e göre kendi denklemiyle relativistik kaldırma kuvveti arasındaki benzerlik, temelde çok daha büyük bir şeylerin yatıyor olabileceğini akla getiriyor. “İkisinin de matematiğinde pek çok ortak yan var; bu nedenle kaputu kaldırıp altına bir bakmak istiyorum” diyor. “Ola ki, arada daha derin bir bağ vardır!..”