

İKİ ARTI İKİ DÖRT E

Pek çoğumuz için iki artı ikinin dört ettiği, rahatlıkla ve kuşku duymadan söyleyebileceğimiz bir gerçektir.

Acaba neden?

Dünyanın hemen hemen her yerinde onluk sayı sistemi yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Dörtlük sayı sisteminden daha fazla rakamın kullanıldığı sistemlerde dört rakamının bulunması doğaldır. Dörtlük sistemde temel olarak üçten büyük sayılar kullanılmadığından, orada dört ve dokuz kadar olan diğer rakamlar yer almazlar. Dolayısıyla dörtlük sayı sisteminde veya daha küçük sayı sistemlerinde $2+2$ dört etmez. Bunlar hemen hemene herkesin bildiği şeyler olduğundan sayı sistemleri üzerinde daha fazla durmayacağız. Bizim amacımız, onluk sayı sistemini kullandığımız birçok durumda da iki artı ikinin her zaman dört etmediği fikrine dikkat çekmektir.

$1+1$ 'in "her zaman" 2 yaptığı alıştığımız ve kullandığımız onluk sayı sisteminde $2+2=4$, $2+3=5$ vs eşitlikleri elde edilir. Ama alıştığımız bu tür toplamalar yalnızca toplanabilir nicelikler için geçerlidir. Örneğin, bir litrelik iki tane kaptaki gazı yarım litrelik bir kabın içerisine yerleştirebileceğimiz gibi, beş litrelik kaba da yerleştirebiliriz. Böylelikle $1+1=0,5$ olduğu gibi, $1+1=5$ de olabilir. Doğal olarak $0,5$ litrelik kaptaki gazın basıncı 5 litrelik kaptaki gazın basıncından daha fazla olacaktır. Ama ne kadar fazla olduğunu kesin olarak söyleyemeyiz. Çünkü bir araya getirilen gazların kimyasal tepkimeye girip girmediğini ve gazların sıcaklık değerlerini bilmiyoruz. Buradan gazların hacimlerinin toplanabilir bir nicelik olmadığını anlayabiliriz.

Maddelerin diğer hallerinin de (katı ve sıvı) hacimleri az da olsa basınca ve sıcaklığa bağlı olduğundan, toplanabilir nicelikler değildir. Aynı sıcaklık ve basınç şartlarını korusak bile, parçacıkların büyüklüklerinin farklı olduğu veya sıvıların moleküllerinin arasına diğer moleküllerin girebildiği durumlarda da (örneğin çözeltilerde) hacim tam olarak toplanabilir bir nicelik olmaz. Benzer durum, aralarında kimyasal tepkimeler olan maddeler için de geçerlidir.

İki farklı basınç değerine sahip iki gazı bir araya getirerek oluşturduğumuz gazın basıncı, yeni ve eski hacimlere ve sıcaklıklara bağlı ola-

rak, gazların ayrı ayrı sahip olduğu durumdaki basınç değerlerinin her birinden fazla da olabilir, az da olabilir. İki sıvı bir araya getirilirse, yeni durumda elde edilen sıvının basınç değeri, sıvıların ayrı ayrı kaplarda bulunduğu durumda olduğundan fazla da olabilir, az da olabilir. Çünkü sıvıların basıncı hem sıvının öz kütlesine, hem de sıvı sütununun yüksekliğine bağlıdır. Sıvı sütununun yüksekliği ise kabın şekline bağlıdır. Sıvılar arasındaki kimyasal tepki-



meler ve geçişme (difüzyon) yeni oluşan sıvının yoğunluğunu etkiler. Buradan sıvıların basınçlarının da toplanabilen bir nicelik olmadığını anlayabiliriz.

Katılar bir araya getirildiğinde ise basınç sıvılarınkine kadar çok değişmez, ama yine de (aynı kütleler ele alınırsa) basınç katılar için de toplanabilen bir nicelik değildir. Ayrıca katılarda, basınç kristal yapısına bağlı olarak oluşur ve deformasyonlara bağlı olarak değişir.

Maddeler veya onlardan elde edilen cisimler bir araya getirildiği zaman da önceki sıcaklıkları basit şekilde toplanmaz. Ama hacimden ve basınçtan farklı olarak, bir araya getirilen maddelerin sıcaklığı -toplam sistem ısısal olarak yalıtılmış ise- ilk sıcaklıkların arasında bir değer alır. Bu değer, maddelerin ayrı ayrı

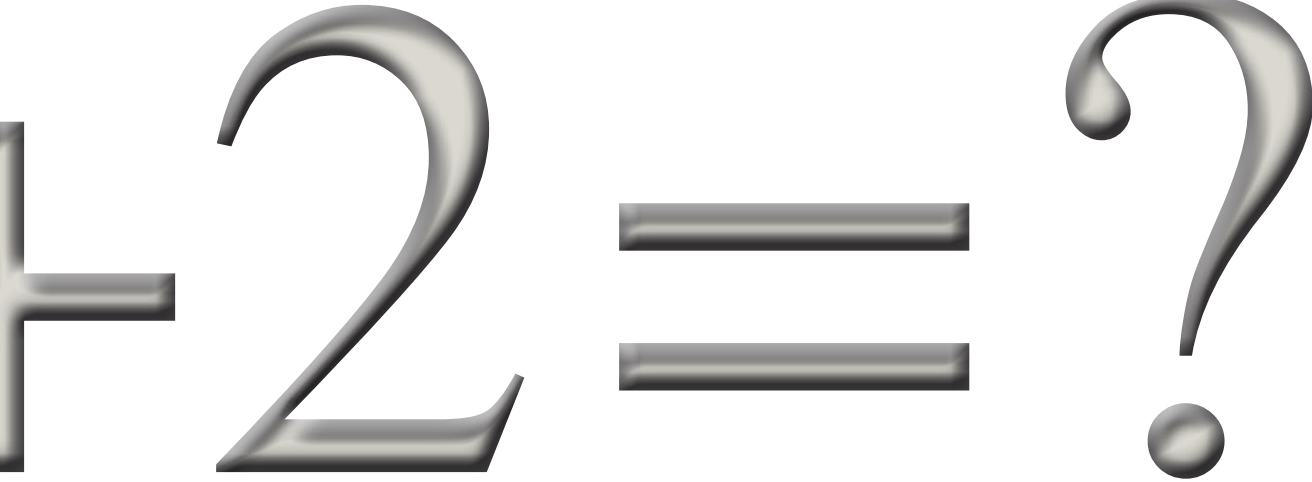
DER Mİ?

oldukları zamanki kütlelerine, öz ısalarına ve sıcaklıklarına bağlıdır.

İki tür maddeyi bir araya getirdiğimizde aralarında bazen kimyasal ve çok özel durumlarda da çekirdek tepkimeleri gerçekleşebilir. Eğer kimyasal tepkimenin oluşması ısı gerektirirse, yeni maddenin kütlesi, tepkimeye giren maddelerinkinden (çok az fark etse de) daha fazla olur. Kimyasal tepkimeler sırasında ısı ortaya çıkarsa, oluşan maddenin kütlesi ilk maddelerin

re hızını çok basit şekilde hesaplayabiliriz. Bunun için geminin suya göre ve suyun kıyıya göre verilen hızlarını toplarız. Ama bu sadece bir yaklaşım. Çünkü hızlar ışığın (yani elektromanyetik bir dalganın) boşluktaki hızına (saniyede 300.000 km) yakın olduğunda, bu şekilde yapılacak bir toplama doğru sonuca yakın bir değer vermez. Örneğin, 0,99 ışık hızı ile 0,99 ışık hızının toplanması 1 ışık hızından az bir değer verir. Milyon kere ışık hızını toplasanız bile, doğru

tematiği bir araç olarak kullanırlar. Bu anlamda, matematiğin bir kısmı doğa bilimlerinin bir aracı gibi düşünülebilir: "insan mantığına dayanan bir araç". Ama insan mantığı, insanın bildiklerine ve bilimsel düşüncesine dayanır. İnsanların bildikleri ise ne doğayla sınırlıdır ne de doğayı tam olarak doğru bir şekilde yansıtır. Fizik kanunları da % 100 doğanın kanunları değildir. Doğal olarak, insan mantığı ve bilimsel düşüncesi de % 100 doğayı yansıtmaz. Ama kesin ola-



kütlelerinin klasik toplamından (matematiksel) daha az olur. Hiçbir tepkime olmasa bile, genelde bir madde ısıtıldığı zaman kütlesi artar, soğutulduğunda ise azalır; çünkü genleşme ve sıkışma sırasında maddenin içindeki elektriksel etkileşmelerin enerjisi değişir.

Tepkimelere katılan kütleler aynı ise, çekirdek tepkimeleri oluştuğunda, kimyasal tepkimelerde olduğundan yaklaşık bir milyar kat daha fazla enerji açığa çıkar. (Çekirdek tepkimeleri sırasında tepkimeye giren kütle (yani m), 0,008 m kadardan daha fazla azalamaz. Yani ilk külesinin % 0,8'den daha fazla kısmını kaybedemez.) Demek ki kütle de kesin olarak toplanabilen fiziksel bir nicelik değil.

Ortaokulda edindiğimiz bilgilerle, nehirde giden bir geminin kıyadaki gözlemciye göre

sonuç bir ışık hızıdır. Yani aynı yönde olan hızların büyüklükleri de toplanabilir nicelikler değil.

İnsanların pek çoğu güneş gözlüğü kullanır ve ışığın şiddeti arttıkça kullandıkları gözlüğün camının koyuluğunun da arttığını bilirler. Bu olay çizgisel (lineer) olmayan optiğe bir örnektir. Böyle bir camın üzerine düşen ışığın şiddeti iki kat arttığında, camdan geçen ışık iki katına çıkmaz, tersine iki kattan daha az ışık geçer. Diğer bir değişle gözlük camından geçen ışık şiddeti de toplanabilen bir nicelik değildir. Bu durumda da $2+2 = 4$ değil, 4'ten daha küçük bir değerdir.

Acaba doğada toplanabilen hiç bir nicelik yok mudur? Matematik doğayı yansıtmıyor mu? Matematik çoğu zaman doğayı yansıtmaya zorunluluğu ile yapılmaz. Doğa bilimleri ma-

rak biliyoruz ki, evrenin küçük ve çekim kuvveti zayıf olan her bir bölgesinde (her köşesinde nasıl olduğunu kesin olarak bilmiyorsak da) uzayı düz (yani Öklid uzayı olarak) kabul edebiliriz. Bu bölgelerde yalıtılmış sistemin toplam enerjisi, momentumu ve açısal momenti korunur. Enerji skaler (uygun bir birim ve tek bir sayı ile gösterilebilen bir nicelik) olduğundan büyüklükleri toplanabilir. Momentum ve açısal moment ise vektörel nicelikler olduğundan vektör gibi toplanırlar, sayılar gibi değil.

Aynı fiziksel niceliklerden biri diğerinden yalnızca büyüklüğü ile ayrılır ve bu büyüklükler de genelde toplanabilir nicelikler değildir. Yani doğada çoğu zaman $2+2 = 4$ değildir.