



Neden üstten kulplu bir tepsi üzerindeki bardaklar tepsiyi çevirdiğimizde düşmüyor?

Şeref Güneysu/Tekirdağ

Bu soruya verilebilecek değişik yanıtlardan aşağıdaki, sanırım olayın niteliksel bir açıklamasını daha az jargon kullanarak veriyor. Öncelikle, bardağın düşmemesi için tepsinin hareket ediyor olması gerektiği açık. Aksi takdirde, bardak doğrudan aşağıya düşerdi. Yani, tepsinin hareketi, bir şekilde bardağın tepside sabit durmasına neden oluyor.

Hareketin nasıl böyle bir farka yol açtığını anlamak için, tepsi en tepedeyken bardak ve tepsinin hareketlerine ayrı ayrı odaklanmamız gerek. İlk olarak, ortada herhangi bir tepsinin olmadığını, bardağın bu konumda sola doğru belli bir hızla hareket ettiğini varsayalım. Bu durumda bardak hareket yönünü gittikçe aşağıya çevirerek, şekillerde mavi ile gösterdiğimiz eğri boyunca yol alacaktır. Bu eğri, bardağın serbest yörüngesi, yani tepsi olmadığı durumda izleyeceği yoldur. Bardağın ne kadar uzağa düşeceği, bir başka deyişle eğrinin ne kadar geniş olduğu, doğal olarak, en tepe konumdaki hıza bağlı.

Buna karşılık, tepsi ya da tepsinin bardağa değen noktası, şekillerde siyah noktalarla gösterdiğimiz, çember şeklinde bir eğriyi izlemek zorunda. En tepe noktadaki konumda bardakla tepsinin hareketlerini beraber düşündüğümüzde iki farklı durum ortaya çıkabilir. Birinci şekilde gösterilen durumda çember, bardağın serbest yörüngesinin içinde kalıyor. Bu durumda bardak, tepsiyi delemeyeceği için serbest yörüngesini izleyemez. Tepsi bardağı aşağıya doğru iterek bardakla olan temasını devam ettirir, yani bardak tepside ayrılmaz. Başka bir şekilde söylemek gerekirse, tepsi bardağın yere doğru olan hareketini, yani düşüşünü artırıyor; böylece ikisi arasındaki temas kesilmiyor.

Buna karşılık ikinci şekilde gösterildiği gibi, tepe noktada bardağın yan hızı yeterli değilse, serbest hareket yörüngesinin bir kısmı çemberin içinde kalır. Bu durumda bardak tepside ayrılarak kendi serbest düşüş hareketini yapar (tabii eğer tepsiye tutkullanmamışsa). Bardağın yere düşerek mi, yoksa tepsiye çarparak mı kırılacağı, tepedeki hıza bağlı olarak yanıtlanması gereken ayrı bir soru.

Kısacası, bu olayda bardağın düşmesi için en tepe noktada yeteri kadar hız



za sahip olması gerekiyor. Üstelik, en tepedeki hız temasın devamı için yeterliyse, tepsinin diğer konumları için de bardağın tepsiye değmesi şartı sağlanıyor. Yani bardak en tepede ayrılmazsa diğer zamanlarda da ayrılmaz. Bunu, aynı serbest düşüş yörüngelerini tepsinin diğer konumları için çizerek göstermek mümkün; onun için üzerinde fazla durmaya gerek yok.

Aynı tartışma, bardak içindeki çay için de geçerli. Çayın bardak içinde dökülmeden kalması için gerekli koşul, bardağın tepside ayrılmaması için gereken koşullarla aynı.

Son olarak “düşme” kelimesi üzerinde biraz durmak gerekiyor. Eğer düşmeden kasıt cisimlerin yere çarpmasıysa bu olayda düşme söz konusu değil. Fakat eğer düşmeyle, çarpma olsun ya da olmasın, cisimlerin Dünya’nın çekim kuvveti altında hareketi kastediliyorsa, bu olayda en tepe noktadayken bardağın düştüğü söylenebilir. Üstelik, tepsi bardağı aşağı doğru ite-

rek düşmesini hızlandırıyor (yani serbest düşme hareketi yok). Bardağın kırılmamasını sağlayan da bu hızlandırılmış düşme. Normal düşmeden tek farkı, hareketin kırılmayla son bulmaması.

Benzer şeyi uydular için de söylemek mümkün. Yerde fırlattığımız bir cismin hareketiyle, uyduların hareketi arasındaki tek fark birinin yere çarparak hareketini bitirmesi, diğerininse hareketine devam etmesi. Yani, uyduların Dünya’nın çekim etkisi altında serbest düşme yaptığını söylemek yanlış olmaz.

Üstelik, uyduların içindeki ağırlıksız ortam bu serbest düşmenin sonucu. Nasıl iki cisim aynı anda serbest düşmeye bıraktığınızda cisimlerin birbirlerine uzaklığı değişmiyorsa, uyduların içindeki bütün cisimler aynı düşme hareketini yaptığı için birbirlerine göre konumlarını değiştirmezler. Bu, uyduların içinde bulunan bir gözlemciye “yer çekiminin” olmadığı gibi bir izlenim verir. Yerçekiminin oldukça büyük olduğu Dünya’ya yakın yörüngelerde bile ağırlıksız ortamlar bu şekilde oluşuyor.

Benzer bir olay çay tepsisinde de olur. Gerçi bu olayda tepsi serbest düşme hareketi yapmıyor; ama, eğer döndüren kişi tepsiyi hızlandırmak ya da yavaşlatmak için fazladan bir çaba harcamıyorsa, hem tepsi, hem bardak, hem de çay tepsiye paralel yönde aynı hareketi yapar. Bunun sonucu olarak, bardağın içindeki çayın üst yüzeyi her zaman tepsiye paralel kalır. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse, tepsi üzerinde duran bir sinek, bardaktaki çay dahil, tepsi üzerindeki her şeyin yerinde sakince durduğunu, buna karşın tepsi üzerinde olmayan diğer şeylerin dönüp durduğunu görecektir.

