

FİZİK

FİZİK EĞİTİMİNDE YANLIŞ KAVRAMLAR

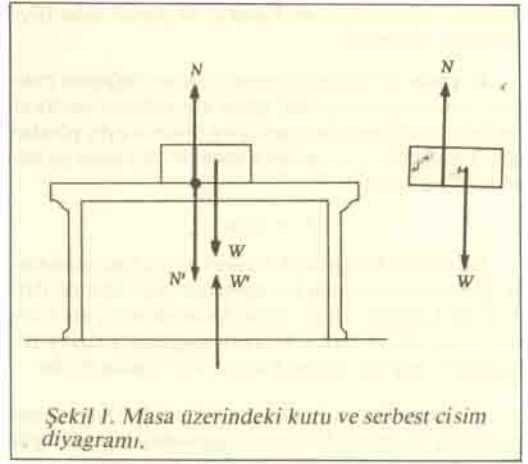
Gülşen ÖNENGÜT*

Son yıllarda fizik eğitimi alanında yapılan araştırmalar göstermiştir ki, öğrenciler ilk fizik dersine geldiklerinde kendi algı ve deneyimlerinden edindikleri izlenimlerle fiziksel kavramlar ve doğa yasaları hakkında bir takım fikirlerle sahiptirler. Literatürde ön-kavramlar, alternatif kavramlar, yanlış-kavramlar gibi değişik isimlerle anılan ve genelde doğru olmayan bu kavramların saptanması için büyük çabalar harcanmaktadır. Çünkü, ön-kavramların öğrencilerin fizik öğrenimindeki etkileri büyüktür. Yine araştırmalar göstermiştir ki, bu kavramlar son derece kalıcıdır, fizik dersini iyi notlarla geçen öğrenciler bile yanlış ön-kavramları doğruları ile değiştirememektedirler. Fizik eğitiminin etkili olabilmesi için öğrencinin doğa yasaları hakkındaki yanlış ön-kavramlarının değiştirilmesi gerekir. Kavramsal değişiklik ise yeni bir şey öğrenmeye göre çok zor gerçekleşen bir süreçtir.

Araştırmacıların mekanik konusunda saptadıkları başlıca ön-kavramlar şunlardır:

1. Durgun bir cisme etki eden kuvvet yoktur.
2. Bir cisim hareket ediyorsa bu cisme etki eden kuvvetler vardır.
3. Sabit hızla hareket sabit kuvveti gerektirir.
4. Cisme etki eden kuvvet hareket doğrultusundadır.
5. Hareket miktarı kuvvet miktarı ile orantılıdır.
6. Cisim kuvveti etki ettiren ajandan ayrıldıktan sonra bile kuvvet etki etmeye devam eder ve ancak mevcut kuvvet harcanıp bittikten sonra etkisi biter.
7. "Çeken kuvvetler" ve "tutan kuvvetler" vardır.
8. Bir eğri üstünde hareket eden bir cisim doğal olarak eğri üstündeki hareketini sürdürür.
9. Ağır cisimler daha hızlı düşer.

Fizik eğitimi ile uğraşan herkes yıllar boyunca öğrencilerinde gözlemedikleri ve tüm çabalarına rağmen



Şekil 1. Masa üzerindeki kutu ve serbest cisim diyagramı.

men pek çoğunda değiştiremedikleri bu yanlış ön-kavramları tanıyacaktır. Bunlar öğrencilerin ilk fizik dersine gelinceye kadar günlük yaşamdan kendi gözlem ve deneyimleri ile edindikleri çok kuvvetli "inanç"lardır ve fizik dersinde bilinçli bir yaklaşımla uğraşmadığı takdirde yerlerini doğru kavramlara bırakmaları son derece zordur. Öğrencilerin lise ve üniversitenin ilk yılındaki fizik derslerindeki çok yaygın başarısızlığının en önemli nedenlerinden biri de budur. Dikkatli bir biçimde yazılıp düzeltilmemiş ders kitaplarındaki yanlışlıklar da bu yanlış ön-kavramların düzeltilmesini zorlaştırmakta, hatta pekişmesine neden olmaktadır.

Bilim ve Teknik dergisinin bu köşesinde her ay fizik dersi (lise veya üniversite birinci sınıfta) alan öğrencilere yanlış ön-kavramlardan kurtulup yerlerine doğru fiziksel kavramları koyabilmeleri için yardımcı olmaya çalışılacaktır. İşe mekanik konusu ile başlanacaktır. Öğrenci ve öğretmenlerden gelecek soru, deneyim aktarımı ve eleştiriler bu köşenin daha yararlı olmasını sağlayacaktır.

NEWTON YASALARI

Mekanik, bir cisme etki eden kuvvetlerle bu cismin hareketi arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim dalıdır. 18. yüzyılda tanınmış İngiliz fizikçisi Sir Isaac Newton tarafından ortaya konan üç yasa, bu ilişkiyi tanımlayarak "**Klasik Mekanik**" in temelini oluşturmaktadır. Klasik Mekanik, çok küçük uzaklıklar (atomun çapı $\approx 10^{-10}$ m) ve ışık hızı (3×10^8 m/s) ile kıyaslanabilen hızlar söz konusu olduğunda geçerliliğini yitirmekte ve bu durumlarda yerine sırası ile "**Kuantum Mekaniği**" ve "**Özel Rölativite**" nin kullanılması gerekmektedir. Çevremizde gördüğümüz gaz moleküllerinden gök cisimlerine kadar uzanan çok değişik boyutlarda ve hızlardaki cisimlerin hareketleri, Klasik Mekanik çerçevesi içinde, Newton Yasalarını kullanarak incelenebilir. Bu yasalar kısaca şu şekilde ifade edilebilir:

1. yasa: Bir cismin üzerine etki eden kuvvetlerin vektörel toplamı sıfır ise cisim ya durur veya sabit

* Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü.

hızla bir doğru üstündeki hareketine devam eder (Eylemsizlik prensibi).

II. yasa: Bir cismin ivmesi (hızının değişme miktarı), cismin üzerine etki eden kuvvetlerin vektörel toplamı (bileşkesi) ile orantılı ve onunla aynı yöndedir. Orantı katsayısı cismin kütlesidir. Bu yasa şu şekilde ifade edilir:

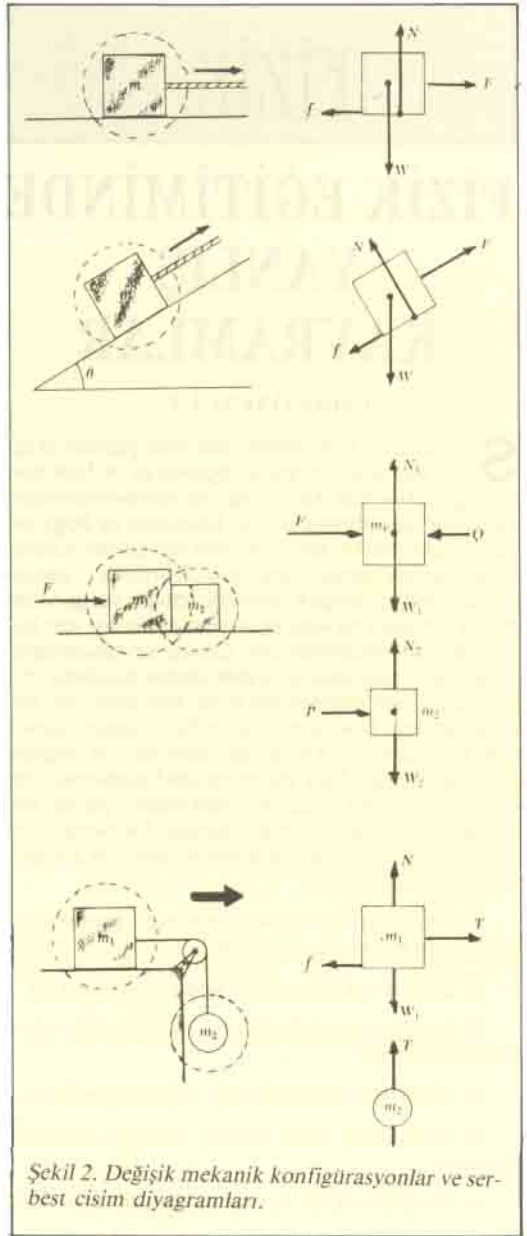
$$F = m \cdot a$$

Bu eşitliği kullanarak kuvvet birimi tanımlanabilir. SI birim sisteminde kuvvet birimi olan newton (N), 1 kg'lık kütleyle 1 m/s² ivme kazandıran (yani hızının 1 s içinde 1 m/s artmasını sağlayan) kuvvettir. Kuvvetin boyutu [kütle] [uzunluk] / [zaman²] dir.

III. yasa: Birbiri ile etkileşen (birbirine kuvvet uygulayan) iki cismin birbirine uyguladığı etki ve tepki kuvvetleri aynı doğrultu üzerinde, ters yönlü ve aynı büyüklüktedir.

Bu yasalar, **ivmelenmeyen bir gözlemci** için geçerli olup ivmelenen gözlem çerçevelerinde geçerliliğini yitirmektedir. Newton yasalarının geçerli olduğu (yani ivmelenmeyen) gözlem çerçevelerine **eylemsiz gözlem çerçeveleri** diyoruz.

Görüldüğü gibi hareket yasaları, öğrencilerin ilk fizik dersine geldiklerinde hareket, kuvvet ve bunların birbiri ile ilişkileri konusunda sahip oldukları ön-kavramlarla tam bir çelişki içindedir. Bunun en önde gelen nedenlerinden birisi, öğrencilerin yaşadıkları ve hakkında ilk elden deneyim sahibi oldukları dünyanın, fizik derslerinin sürtünmesiz, noktasal kütleli ideal dünyasından hayli farklı olmasıdır. Günlük deneyimlerimizde gözlediğimiz hareketler genellikle sürtünme kuvvetlerinin direncine karşı yürütülür. Bu durumda sabit hızla hareketin devamı için, sürtünme kuvvetini tam dengeleyecek bir kuvvet kullanmak gerekir. Toplam kuvvet sıfırdır, hareket hızı da Newton'ın dediği gibi değişmez. Ama sürtünme kuvvetinin farkında olmayan gözlemci, cismin kendi uyguladığı kuvvet sayesinde hareket ettiği yanlışını taşır. Yaşamı boyunca bir hareketin olduğu gibi sürmesi için bir kuvvet uygulaması gerektiğini gözlemiş olan bir gence, Newton'un birinci yasını bir iki ders saati içinde öğretmek ve yıllar içinde kendisine mal ettiği kuvvet-hareket ilişkisi kavramını değiştirmesini beklemek fazla iyimserlik olacaktır. Bu genç, Newton Yasaları'nı doğru bir biçimde ifade edecek, sınıfta çözülen örneklere benzeyen problemleri çözebilecek fakat, kafasındaki ön-kavramları doğruları ile değiştirip değiştirmedini yoklayan akıllıca hazırlanmış bir testte kendisini ele verecektir. Dünyanın değişik ülkelerinde, klasik usullerle verilen fizik derslerinden önce ve sonra öğrencilere verilen bu türden kavramsal testler, ön-kavramların doğruları ile değiştirilmesinde fizik derslerinin çok az etkili olduğunu göstermektedir. Bu konuda tek çözüm, öğretmenlerin öğrencilerin yanlış ön-kavramları konusunda bilinçlendirilmesidir. Öğretmen doğru kavramları öğrenciye sunmakla yetinmemeli, doğrudan doğruya öğrencinin kafasındaki yanlış kavramları he-



Şekil 2. Değişik mekanik konfigürasyonlar ve serbest cisim diyagramları.

def ederek, bunların neden yanlış olduğunu bilimsel bir yaklaşımla, mümkünse deneyler yaparak ve bol sayıda örnekler açıklamalıdır.

SERBEST CİSİM DİYAGRAMI

Öğrenciye kafasındaki ön-kavramların kendisini yanıltması olasılığını azaltacak problem-çözme stratejileri verilmeli ve bol örnekle bu stratejileri objektif bir biçimde (ön yargılara kapılmadan) uygulama alışkanlığı kazandırılmalıdır. Newton yasaları ile ilgili problemlerin çözüm stratejilerinin en önemli adımı **Serbest Cisim Diyagramı**'nın çizimidir. Bu diyag-

TANK KENDİNİ SAVUNUYOR

ABD ordusu mühendisleri, füze ve mayınlara karşı kendini aktif olarak koruyan ve tamamen elektrikle çalışan geleceğin tankını planlıyorlar.

Bu iş için Amerikan ordusunun çeşitli birimleri iş birliği içinde çalışıyor. Elektrikli tanklar, yüksek enerjili bataryaları ve kapasitörleri besleyecek bir gaz- türbin jeneratöre ihtiyaç duyuyor. Bu jeneratör, yüksek hızlı elektrik topu aktif savunma ve süspansiyon sistemleri, alıcılar ve hareket mekanizmalarının ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlayacak.

Elektrikli tank projesi, yeni savunma sistemlerini hayata geçirecek. Bunlar arasında düşman füzelerini havada karşılayacak elektromanyetik olarak fırlatılan tank elemanları yer alıyor. Ayrıca kullanılacak olan güçlü mikrodalgalar, belirli bir mesafedeki mayınları yok edecek. Düşman füzelerinin güdüm sistemleri de bu mikrodalgalarla tahrip edilecek. Enerji depolanması ve güç



Elektrikli tank, mikrodalgalar sayesinde helikopterlerden atılan füzeleri atlatıyor. Mikroradarlarla donatılmış aktif zırh, füzeleri yolda karşılıyor. Arkada, başka bir elektrikli tank mikrodalga ile mayınları temizliyor.

durumunun düzenlenmesiyle ilgili başlıca teknolojik zorluklar aşılabilirse, ilk elektrikli tank prototipi 2004 yılında yapılabilecek.

**POPULAR MECHANICS (Şubat 1991)'den
çev: Ahmet MOLLA**

ramın önemini abartmak mümkün değildir. Serbest cisim diyagramı hareketi incelenen cisim çevresinden izole edip cisim üstüne etki eden dış kuvvetleri göstermek sureti ile çizilir. Sistem birden fazla elemandan oluşuyorsa her eleman için bir serbest cisim diyagramı çizmek gerekir. Cismin çevresine uyguladığı kuvvetler bu diyagram üzerinde gösterilmez. Örnek olarak Şekil 1'de gösterilen bir masa üzerinde durmakta olan kutuyu düşünelim. Kutunun hareketini inceleyeceksek onu çevresinden ayırıp kendi başına çizeriz. Çevresinin etkilerini dış kuvvetler şeklinde bu diyagram üzerinde gösteririz. Bu kutu, çevresindeki iki cisimle etkileşmektedir. Bunlardan biri dünyadır. Dünya, evrensel çekim yasasına uyarak kutuyu bir W kuvveti ile çekmektedir. Bu kuvvete biz kutunun ağırlığı diyoruz. Kutunun etkileştiği diğer cisim ise üstünde durduğu masadır. Masa, kutuya yukarıya doğru bir N kuvveti uygulayarak yere düşmesine engel olmaktadır. Kutunun serbest cisim diyagramı üzerinde sadece bu iki kuvvet görünecektir. Kutunun çevresine uyguladığı kuvvetler, yani dünyaya uyguladığı W' çekim kuvveti ve masaya uyguladığı N' normal kuvveti kutunun serbest cisim diyagramı üstünde gösterilmez; çünkü bu kuvvetler kutuya etki etmemektedir. Bu basit örnek Newton'un birinci ve üçüncü yasalarını ve yukarıdaki listedeki bir numaralı ön-kavramın yanlışlığını tartışmak için olanak sağlamaktadır. Cismin üstüne etki eden kuvvetler vardır. Bunlar eşit ve ters yönlü W ve N kuvvetleri olup, vektörel toplamları sıfır olduğundan cisim durmaktadır. Bu kuvvetlerle birer etki-tepki çifti oluşturan W' ve N' kuvvetleri ise dünyaya ve masaya uygulandığından kutunun hareketini etkilememektedirler.

Şekil 2'de çeşitli mekanik konfigürasyonlar ve bunlarla ilgili serbest cisim diyagramları verilmiştir. Birinci şekilde, bir kutu yatay ve sürtünmeli bir yüzey üstünde sağa doğru çekilmektedir. İkinci şekilde, kutu sürtünmeli bir eğik düzlem üzerinde yukarıya doğru çekilmektedir. Üçüncü şekilde, yatay ve sürtünmesiz bir yüzey üzerinde birbirine dokunan iki kutu sağa doğru itilmektedir. Kutuların, serbest cisim diyagramlarındaki P ve Q kuvvetlerinin bir etki-tepki çifti oluşturduğuna dikkat ediniz. Son şekildeki iki kutu ise hafif bir iple birbirine bağlıdır; yüzey sürtünmeli, makara ise sürtünmesizdir. Bu serbest cisim diyagramlarının dikkatle incelenmesi, diyagramlar üzerinde görülen kuvvetlere tepki oluşturan kuvvetlerin, hangi cisimler üzerine etki ettiğinin tartışılması büyük yarar sağlayacaktır.

Gelecek sayıda, mekanik problemlerinin çözümü için bir strateji verilecek ve örneklerle açıklanacaktır. □

ZEKÂSAYAR

(Geçen sayıda yayınlanan soruların cevapları)

- 1) d) 2) 4 kız, 3 erkek, 3) 30 km, 4) İkişi de aynı, 5) Bir kişiye elmasını sepelle birlikte veriniz, 6) 504 7) 0'dan 9'a kadar olan bütün rakamlar okunuşlarına göre alfabetik olarak sıralanmıştır, 8) Üçüzlerdir, 9) Annesidir, 10) "hatalı" kelimesi "hatalı" olarak yazılmıştır.