



Manisa Dündar Çiloğlu A.L.de, lise üçte öğrenim görmekteyim. Ben okullardaki fizik derslerinde öğretilen optik konusunda öğrencilere verilen bazı bilgilerin yanlış olduğunu düşünüyorum ve bunu kanıtlayabileceğimi düşündüğüm bilgileri size sunmak istiyorum. Sorduğum fizik öğretmenlerinden ve araştırdığım bazı kitaplardan benim hipotezime ters düşecek bir yanıt veya bilgi alamadım. Bu konular okullarda ve eğitim kurumlarında öğretildiği ve bu konulardan ÖSYM sınavında soru çıktığı için size bu düşüncelerimi aktarmak istedim. Bana bu konudaki yargı ve düşüncelerinizi, bu hipotezin teori olup olamayacağını gösteren açıklamalarınızı bekliyorum. İlgielenmenizi rica ederim.

Cüneyt Taşkent

Cüneyt bize bu yanlışlıkların neler olduğunu anlatan uzunca bir mektup göndermiş. Bu nedenle bize aktardıklarını aşağıda kısaca açıklamaya çalışacağız.

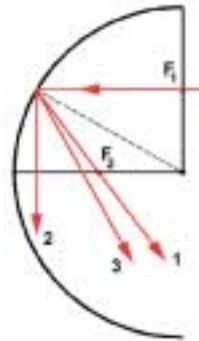
Çukur ve tümsek aynalar konusunda genellikle üç değişik kuralı kullanarak görüntünün nerede oluşacağını buluruz. Bu kurallar kısaca şöyle: (1) Asal eksene paralel gelen ışın yansdıktan sonra, o asal eksen üzerindeki odakta geçer. (2) Bunun tersi yönden, yani odakta geçerek gelen ışın yansdıktan sonra asal eksene paralel döner. (3) Son olarak, ışının aynaya çarptığı noktadan merkeze bir doğru çizildiğinde gelen ışınla yansıyan ışın bu doğruyla aynı açıyı yapar. Cüneyt bu üç kuralın da farklı sonuçlar verdiğini söylüyor. Bunu göstermek için, şekil 1'de gösterilen özel bir ışının yansdıktan sonra hangi yönde gideceğini her üç kuralla ayrı ayrı buluyor.

Cüneyt bunu yaparken asal eksen dediğimiz, merkezden aynaya doğru çizilen doğruyu, istediği gibi seçiyor. Kürenin her noktası simetrik olduğu için bunun bir sakıncası yok. Şekil 1'de gösterilen gelen ışın için yansıyan ışını şu şekillerde bulabiliriz. Eğer F_2 odağının üzerinde bulunduğu yatay doğruyu asal eksen olarak düşünürsek, gelen ışın asal eksene paralel olduğundan, 1. kuralla göre yansıyan ışın F_2 'den geçer. Eğer F_1 odağının bulunduğu düşey doğruyu asal eksen olarak seçersek, bu defa gelen ışın odakta geçtiği için, 2. kuralla göre yansıyan ışın asal eksene para-

lel olmalı. Bu yetmezmiş gibi 3. kuralla daha değişik bir yansıma doğrultusu buluruz. Bu doğrultunun diğerlerinden farklı olduğunu görmek biraz zor ama küçük bir çabayla bunu gösterebilirsiniz. Peki, bu sonuçlardan hangisi doğru? Cüneyt, sadece 3. kuralla bulunan doğrultunun doğru olması gerektiği sonucuna varıyor. Aynı tartışmayı tümsek aynalar için de vermiş, ama bunu burada tekrarlamamın bir yararı yok.

Cüneyt'in, hem çelişkilerin bulunuşunda hem de ulaştığı sonuçta, tamamen haklı olduğunu baştan açıklamakta yarar var. Gerçekten 3. kural yansıma yasasının kendisi. Yani, bir yüzeye gelen ışınla yansıyan ışın, o yüzeye dik doğrultuyla aynı açıyı yaparlar (ve her üç doğrultu da aynı düzlemde bulunur). Bu nedenle, güveneceksek sadece 3. kuralla güvenmemiz gerekiyor. Üstüne üstlük, biraz trigonometri, biraz da hesap makinesi kullanarak üç kuralın merkezden geçmeden gelen bütün ışınlar için farklı sonuçlar verdiğini gösterebiliriz. (Merkezden geçerek gelen ışınlar her üç kuralla göre aynı yoldan geri yansır.) Açıkça söylemek gerekirse 1. ve 2. kurallar neredeyse bütün gelen ışınlar için yanlış.

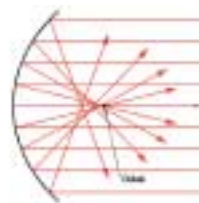
Peki tamamen yanlış olan 1. ve 2. kurallar niye var? Bu sorunun yanıtı aslında fiziğin, genelde bilimin, temel özelliklerin-



Şekil 1 Gösterildiği şekilde gelen bir ışın üç yansıma yasasına göre farklı yönlerde yansır. Hangisi doğru?

Şekil 2 Asal eksene paralel gelen ışınların hepsi odakta geçmez. Aksine tek bir noktada oluşması gereken görüntü bir bölgede oluşur.

Şekil 3 Yansıma yasası kesinlikle doğru mu, yoksa sadece yaklaşık bir yasa mı? Aslında bir yüzeye çarpan ışık, yüzeyin pürüzlülüğüne bağlı olarak farklı bir çok doğrultuda yansır.



den birini de açığa çıkarıyor. Fizik yasalarının büyük bir kısmı aslında belli şartlar altında geçerli olan yaklaşık yasalar. Küresel aynalarda (a) kaynaktan gelen ışınlar aynanın yüzeyine neredeyse dik olarak çarpıyorsa ve (b) asal eksen dediğimiz doğru, merkezden ışığın çarptığı bölgedeki noktalardan birine doğru çizilmişse o zaman 1. ve 2. kurallar yansıyan ışının yaklaşık olarak belirlenmesini sağlarlar. Bunu daha iyi anlamak için şekil 2'ye bakmamız yeterli. Burada büyük bir çukur aynaya doğru gelen paralel ışınların nasıl yansdıkları gösteriliyor. Dikkat edilirse, asal eksene yakın ışınlar, yansdıktan sonra odağın çok yakınından geçiyor. Dolayısıyla, bu ışınlar için 1. kuralın doğru olduğunu varsayarsak büyük bir hata yapmamış oluruz. Diğer bir deyişle bu kurallar hiç bir zaman tam doğru değil, ama belli koşullarda yaklaşım olarak çok iyiler. Asal eksene uzak olarak gelen ışınlar ise yansdıktan sonra odağı büyük oranda ıskalyorlar.

Peki madem bu kurallar sadece belli şartlar altında geçerli, o halde bunları niye kullanıyoruz? Niye derslerimizde görüyoruz? Bu sorunun yanıtı aslında kullanılan birçok optik sistemin, aynalı ya da mercekli, bu varsayımların (a ve b) geçerli olduğu şartlar altında çalışmasında yatıyor. Kısaca, ayna ya da mercek, bir kürenin küçük bir kısmından oluşuyor ve yüzeyler ışık dik doğrultuda gelecek şekilde konumlandırılıyor. Dolayısıyla, pratikte karşılaşılan problemlerin çözümünde bu kurallar oldukça yararlı.

Halley teleskopu gibi, çok uzaktaki yarıf ışık kaynaklarını görüntülemekte kullanılan sistemlerdeyse, aynanın mümkün olduğu kadar büyük seçilmesi gerekir. Bu gibi durumlarda küresel ayna yerine paraboloid ayna daha iyi sonuçlar verir.

Son olarak yansıma yasasının da yaklaşık bir yasa olduğunu ekleyelim. Gerçek hayatta ne ışık kalınlığı sıfır olan "ışınlar" boyunca yol alır, ne de yüzeyler mükemmel düzlüktedir. Bu nedenlerle bir yüzeye vuran ışık sadece tek bir doğrultuda yansmaz. Işık çoğunlukla yansıma yasasının söylediği doğrultuda, ama kısmen de diğer doğrultularda yansır. Aynalar, gözle fark edilemeyecek kadar küçük uzunluk ölçeklerinde olan pürüzlere sahiptir. Aynalardan yansıyan ışığın kesinlikle tek bir doğrultuda yansdığı söyleyemsek bile, bunu varsayarak büyük bir hata yapmamış oluruz.