

## YALNIŞ ŞEKİLDE ÖĞRETİLEN FİZİK. BİR ÖRNEKLE

Biz yazılarımızda temel bilimlere, özellikle matematiğe ve fiziğe en büyük katkıları çok genç insanların yaptıklarını belirtmek istemişiz. Bu nedenle de Őunları herkesin bilmesini istemişiz:

Bilindiđi gibi gerçek bilgiye sahip olmak ve bilimsel dűőünceyi geliştirmek bizimki gibi toplumlarda hiçbir zaman ön plana çıkmıyor. Herkes diploma peşinde. Diđer yandan biliyoruz ki, en büyük bilimadamları, matematikte ve fizikteki en büyük buluşlarını 22-26 yaşları arasında yapmışlar. Örneđin Isaac Newton (1643-1727) unutulmaz fizik kanunlarını ve matematiğe en büyük katkılarını 26 yaşına ulaşmadan elde etmiştir. Albert Einstein(1879-1955) 24 yaşında yaptığı çalışması için Nobel ödülü almış ve 25 yaşında da yaptığı iş ile dünyanın en büyük bilim adamı olduğunu ispatlamıştır.

Fransız matematikçi ve astronom Alexis-Clod Clero (18.yüzyıl) Paris Akademisi'nde ilk bildirisini sunduğunda 12 yaşındaydı. Fizik ve matematik konularında en büyük işleri yapmış kişilerden bazıları, ilk bilimsel makalelerini 13-14 yaşlarında yazmışlardır (örneğin James Maxwell(1831-1879) ve William Hamilton(1805-1865)). Adını matematik (yüksek cebir) tarihine yazdıranlar içinde, 21 yaşında düelloda öldürülmüş Evariste Galois(1811-1832) de vardır. İki yaşında kitap okumaya başlayan ünlü fizikçi Thomas Young (1773-1829), içlerinde Türkçe ve Arapça da bulunan yaklaşık on dil biliyordu ve 23 yaşında tıpta doktora yapmıştı. Paul Dirac(1902-1984) ve Werner Heisenberg(1901-1976) gibi dehalar da böyle genç yaşlarında zirveye ulaşmışlardır.

Bizim insanlarımız da zamanlarını boş geçirmiyorlar, 8-10 yaşlarından başlayarak dini bilgiler konusunda 1400 yıl öncesinden bilinen zirvelere ulaşıyorlar. Bu bizi elbette mutlu ediyor. Ama Yahudiler, Avrupalılar ve Japonlar bilimin her bir alanında çok ilerlemiş, durmadan da yeni teknolojiler üretiyorlar. İnsanlarımız için cennete gitmeye hiçbir faydası olmasa da, toplumların tamamı, dini ibadetlerini ne şekilde yerine getirdiklerinden bağımsız olarak, kafirlerin buldukları bütün tüketim yeniliklerinden fazlası ile yararlanmak istiyorlar. Gelir dağılımının bizde de gelişmiş ülkelerdeki gibi olması ve ekonomik inkişafımız için, biz de temel bilimlerin gelişmesine çalışmalıyız. Bunun için de mantığa dayanan, matematik ifadelerle yansıtılan bilgilere, Batılılar gibi çok büyük ihtiyacımız olmalıdır.

Unutmamak gerekir ki en kesin dil matematik dilidir. Matematik bilen insanlar matematiksel ifadelerle verilen bilgileri, farklı zamanlarda ve farklı ülkelerde bile, aynı şekilde almış olurlar. Ama sözle ifade edilen bilgiler, aynı millet için bile farklı zamanlarda farklı anlamlara gelebilirler. Hatta, aynı millete mensup, aynı zamanda ama farklı bölgelerde yaşayan insanlar, bazen aynı sözü çok farklı anlam taşıyan şekilde anlayabilirler. Diğer yandan aynı cümleyi okurken, aynı dili konuşan, ama farklı kültürel seviyede insanlar farklı anlam çıkarabilirler. Bu sebepten de sözle, yazı ile ifade edilenleri tam olarak, gerçek şekliyle anlamak imkansızdır.

Sosyal bilimler sözlerle anlatılıyor. Bu nedenle de ulaştıkları sonuçlar çoğu kez farklı yorumlara yol açıyor. Doğa bilimlerinin sonuçlarının doğruluğu yalnız farklı yerlerde, farklı insanların yaptıkları deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir. Ama

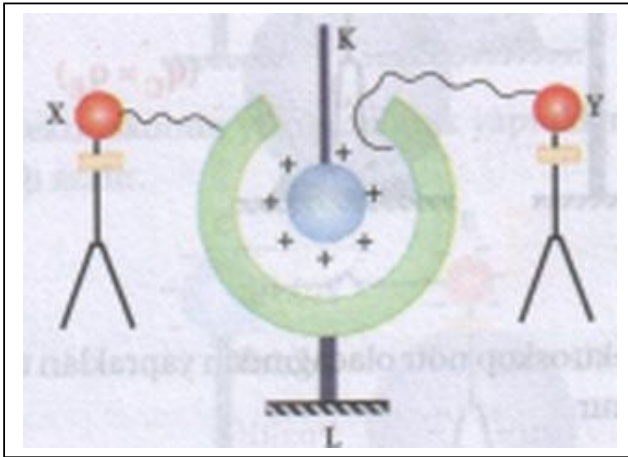
yine de bu gerçeklerin geçerli olma sınırları hata paylarına ve süreçlerin(olayların) ilerlediği şartlara bağlıdır. Matematik doğa bilimi değildir. O, insan mantığına dayanan temel bilimdir. Matematik ifadelerin çoğu, doğrudan doğa ile bağlantılı değildir. Doğanın kanunlarını yansıtanlar da tam gerçek haliyle yansıtmazlar. Ama onlar her zaman insanın fikrini tam olarak ve kesin şekilde yansıtır.

Her bir bilim dalında ne kadar matematik varsa,  
kesinlikle bir o kadar da gerçek vardır.  
İmmanuel Kant (1724–1804)

Elektrostatığe bağlı bir makalemiz ( <http://www.fizikportali.com/2008/08/bazi-elektrostatik-sorulari-hakkinda-dusunceler/> veya <http://www.lisefizik.com/Elektrostatik5.pdf> ) yayımlanmıştı. O makalede kitaplarda yanlış çözülen meselelerden örnekler vermiştik. Bu örneklerden biri (aşağıda incelenen) okurlar tarafından tartışılır hale geldi ve kimileri bu çözümümüze ikna olamadıklarını bildirdiler. Biz de buna sevindik çünkü makalemiz düşünmeye istekli fizik öğretmenlerine ulaşmıştı.

### 3. Formül Yayınları, 11. Sınıf, Arif Kaner.

Yüksüz X, Y elektroskopları, yüksüz L iletken küresine iletken tellerle şekildeki gibi bağlıdır.



Pozitif yüklü K küresi L küresine dokundurulmadan içine sarkıtılıyor. Bu durumda X, Y elektroskoplarının yapraklarının işareti için ne söylenebilir?"

	X	Y
A)	Pozitif	Pozitif
B)	Pozitif	Negatif
C)	Pozitif	Yüksüz
D)	Negatif	Negatif
E)	Negatif	Pozitif

Çözüm: Pozitif yüklü K küresi başta yüksüz olan L küresinin içine dışarıdan elektron çeker. X ve Y elektroskopları elektron vereceğinden pozitifle yüklenir. Doğru cevap A şıkkıdır."

Fizik kitaplarında(ÖSS soruları ve Olimpiyat meselelerinde de) neredeyse bir sürü kuşkulu çözümü olan sorular için, kendilerince doğru düşündükleri cevapların verilmesi istenmekte. Ama unutmamak gerekir ki şartların kesin şekilde koyulmadığı sorularda, cevaplar da olasılıklara bağlı olacaktır. Okurların fikrini bu probleme çekmek için, şartları kesin olmayan yukarıdaki soruya, biz de kesin olmayan B cevabını kesin şekildeymiş gibi verdik ve yazdık: Yanlış çözüm. Doğru şık B olmalı çünkü kabın içinde eksi yükler vardır. İlk anda telin bir ucu negatif diğeri ise pozitif olmasından akım oluşur, sonra potansiyel farkı aradan kalkar ve neticede

Y elektroskobu negatif yüklenir dedik ama anlatmadık. Zaten A şıkkının geçerli olması da anlatılmamıştı.

Lise öğrencileri ve öğretmenleri için yazılan kitaplarda gerçekleri yeterince yansıtmayan anlatımlar ve çözümler verilmektedir. İyi eğitimde doğru olmayan bilgileri ezberlettirmezler; bilimin derinlikleri yönünde ipuçları verirler. Ne yazık ki bizim eğitimimiz, her zaman vurguladığımız gibi, bilimsel düşünceyi kısıtlamaya doğru yönelmiştir.

Meselenin şartlarına ve verilen şekle bakarak, kafamızda oluşturduğumuz deney, verilen (A) çözümün yanlışlığını göstermişti. Böylece, B şıkkının doğru olacağını yazmıştık. Ama fiziği seven ve uzmanlığa önem veren fizik öğretmenlerinden doğru cevabın A olması gerektiğini destekleyen e-mailler aldık. Bu nedenle de fiziğin nasıl bir bilim olduğunu, düşünme tarzlarını anlatmak için bu makaleyi de yazmaya karar verdik.

Şimdi meselenin çözümünün neden A olmadığını, daha doğrusu aynı görünümde ama şartları iyi açıklanmamış bir soru için birden fazla seçeneğin de nasıl doğru olabileceğini, öncekinden geniş biçimde ele alalım. Deney düzeneğini hazırlamak için L küresini X ve Y elektroskopları ile bağlıyoruz. Bu bağlantıyı yaparken, her iki telin temasta olacak uçlarını temizleyerek, elektroskoplara ve L küresine bantla yapıştırıyoruz. Burada, Y elektroskobuna giden tel ne K küresi ile, ne de L kabının ağzı ile temasta olmamalı. Onun için telin kabın ağzına kadar olan kısmını da bantla yalıtıyoruz. X elektroskobunu L ile bağlayan telin hepsi dışta olduğundan onun yüzeyinin yalıtkan olup olmaması ise önemli değil. Böylece düzeneği şekildeki görünümüne getiriyoruz.

Şimdi artı yüklü K cismini L nin içine sokmak gerekiyor. Ama endişeliyiz. Çünkü K küresinin çapı, L kabının ağzından geçerken temas edebilecek kadar büyük ve buna müsaade etmemeliyiz. K'yı L'nin ağzına yaklaştırdığımızda, Y elektroskobuna bağlanan telin yalıtılmamış bölümüne çok yaklaşıyoruz. Bu anda elektronlar, Y elektroskobundan telin K'ya yakın ucuna geliyorlar. Böylece, aynı anda da Y elektroskobu az da olsa artı işaretli yükleniyor. Endişeli olduğumdan, diğer terli elimden (ter tuzlu olduğundan iletkenliği artar) istemeden Y elektroskobunun başına veya telin ona yakın ucuna dokunduğumu hissetmiyorum. Belki de bir öğrenci dokunuyor. O bölgeler artı işaretli olduğundan, elimden dokunduğum elektroskoba (ya da tele. Fark etmez) elektronlar geçiyor. Öyle ki, Y elektroskobu ile ona bağlanan tel birlikte kolayca eksi yük kazanıyor.

K cismini L'ye dokundurmadan içine ulaştırıyorum. K'daki artı yükler L kabındaki elektronları kendisine çektiği ve valans elektronları serbest hareket edebildiği için, kısmen kabın iç yüzeyine yaklaşıyorlar. Böylece L kabının iç yüzeyi eksi ve dış yüzeyi artı işaretli yüklenmiş oluyor. Telin L kabının içindeki bölümünü izole ettiğimizi söylemiştik. Bu nedenle K'nın oluşturduğu elektrik alanı da onu pek etkilemiyor. Aralarında yalıtkan bölüm olduğunu söylemiştik. Yalıtkan malzeme, dielektrik sabitinin büyüklüğüyle orantılı olarak, elektrik alanı zayıflatacaktır. Kısacası, Y elektroskobunun eksi yüklerine K cisimi pek etki edemiyor. Bu yöndeki diğer etkilere de deyinacağız.

Şekilde gösterildiğine göre L kabının çapı, K küresinin ve özellikle elektroskop topuzunun çapından çok daha büyük. Bu nedenle de onun iç ve dış

yüzeylerinde yüklerin yüzey yoğunluğu  $K$ 'ninkine göre daha küçük(yarıçapla orantılı yük paylaşımlarındaki yüzey dağılımlarını hatırlayın). Zaten  $K$  cisminin yükünün fazla olmadığını(sebebini açıklayacağız) da göz önünde bulunduruyoruz. Bu nedenle de  $L$  kabının uzaktaki ve küçük elektrik kapasiteli elektroskoplardan kendine elektron çekmeye pek ihtiyacı yok; özellikle de ince bir tel vasıtasıyla. Yine de,  $K$  cisminin yükü az olsa bile elektroskoptan elektronlar çekmesi mümkün olabilir. Fakat bunun için diğer şartların da bu sürece yardım etmesi gerekir.

Yukarıda  $Y$  elektroskobunun ve onu  $L$  kabıyla birleştiren telin kazara eksi yük aldığını söylemiştik. Bu yükü taşıyan elektronlar  $L$  kabının iç kısmına geçebilirdi. Ama geçemediler ve nedeni de çok basit. Birincisi, aşağıda açıklayacağımız sebepten  $K$  cismindeki elektrik yükü az;  $L$  kabının çapı ve ağız büyük. Yine şekle göre,  $K$  ve  $L$  cisimleri aralarındaki mesafe fazla. Bu nedenlerle de kabın iç yüzeyi ve oraya yapıştırılan telin arasında potansiyel farkı düşük. Kullanmak üzere seçtiğimiz tel ve kabın malzemeleri arasındaki temas potansiyeli daha fazla(dikkatli seçmezsek böyle olur) ve  $K$ 'daki yükün oluşturduğunun yönüne ters. Bu nedenlerle elektronlar telden kaba geçemiyorlar. Sonuçta  $Y$  elektroskobunun yükü eksi olarak kalıyor.

Lise son öğrencileri temas potansiyeli(elektronun malzemedeki bağlanma enerjisi. Kısaca, kitaplardaki "Bağlanma Enerjisi") ile fotoelektrik olayında ve termoçiftler konusunda karşılaşıyorlar. Fotoelektrik olayından biliyoruz ki, her farklı metalden(malzemelerden) elektronun çıkarılması için farklı miktarda iş yapılması gerekir. Elektrik devrelerinde bu işi elektrik alanı veya ısı enerjisi üstlenebilir. Bu, fotoelektrik olayda ışığın üstlendiği göreve benzer. Örneğin bizim incelediğimiz örnekte,  $L$  kabı alüminyum( $Al$ ) ama  $L$  elektroskobunun topuzu ve onu birleştiren tel bakırdan( $Cu$ ). Böyle diyoruz çünkü ekseri bu malzemeler kullanılır ve aksini düşüneneğimiz bir bilgi verilmemiş. Temiz metaller arasındaki temas potansiyeli yalnızca birkaç voltur ama teller oksitlenirse temas potansiyelleri büyür. Hatta demin yaptığımız gibi, tellerin uçlarını temizlemeyebilirdik.

Yukarıda  $K$  cisminin yükünün küçük olduğunu yazmıştık. Sebebini açıklayalım: Birincisi,  $K$  cisimi elektrik yükünü dış yüzeyden aldığından yüklenmesi zordur. Çünkü onun potansiyeli, ona yük taşıyan cisimkinden fazla olamaz. Böylece  $K$  cisminin elektrik yükü alma imkanı, yük veren ile ortak potansiyellerinin büyüklüğüyle sınırlıdır. Öte yandan elektrik yükü kaynağı belirtilmemiş. Az mı çok mu kesin bilmiyoruz.

Şimdi diyebilirsiniz ki: "Bu çözümde soruda verilmeyen o kadar olay sıraladınız ki. Hatta elinizi bile deydirdiniz". Hatta diyebilirsiniz ki: "O halde meselenin çözümünün  $A$  şıkkı(pozitif-pozitif) olması için şekilde nelerin olması gerekir?" Bu iki muhtemel sorunuza da sonuncudan başlayarak izah edelim. Çözümün verildiği gibi( $A$  seçeneği) olması için şekilde ve şartlarda şunlar gözükmelidir: Birincisi  $Y$  elektroskobuna bağlanan tel yalıtılmış olmalı,  $L$  kabının içine kabın ağzından uzak bir yerde açılmış delikten içeri girmeli ve dış yüzeyi ile temastan kaçınmalı(temas olursa meselenin bir anlamı kalmaz). Tel yalıtılmamışsa, telin geçtiği delik yalıtılmalı ki, kabın yüzey kısmına yakın bölge ile temas etmesin. Diğer yandan  $K$  cisminin taşıdığı yük hayli fazla olmalı ki elektronlar elektroskoptan

tele ve telden L kabına geçebilsinler. K cisminin yükünün fazla olması için içi boş olmalı ve elektrik yükü içten dokundurularak aktarılmalı.

Büyük yüklü bir K cisim elde etmek için elektrik yüklerinin kaynağı da doğru seçilmelidir. Bu kaynak büyük kapasiteli ve yüksek potansiyelli olmalı yada sabit akı kaynağı olmalıdır. Temas olan yerler iyi temizlenmiş olmalı. Son şartlar sağlanmazsa, Y elektroskobu yüksüz bile kalabilir(elimizin değdiğini düşünmez, sorudaki şartları sağlarsak bile) ve cevap A değil, C de olabilir. Hatta kullandığımız malzemeler arasındaki temas potansiyeli öyle olabilir ki, X elektroskobu bile yüksüz kalabilir. Şekilde görüldüğü gibi, elektroskopların yapraklarının eşit şekilde ayrılmasını sağlamak için gereken şartları oluşturmak daha da güçtür. Son cümleyi yazarken de şekilde verilenlere sadık kalmak istedik. Çünkü sorunun orijinal görünümünü bile oldukça yoruma açık.

Şimdi düşünün ki L kabı evinizin içinde. Telleri onun iç ve dış yüzeylerine birleştirip, K'yi L'nin içine dokunmamak kaydıyla tutuyorsunuz. Şimdi, bu tellerin diğer uçlarını topraklayın. Toprağın(Dünya'nın) elektrik kapasitesi sonsuz büyük ve L kabının içi ve dışında farklı işaretli yükler var. Bu durumda topraktan kaba devamlı olarak elektron akımı olacağını, fizik bilmeyenler düşünebilirler.

Hatta bu telleri kap ile toprak arasında istediğiniz yerlerden keserek araya iç direnci çok küçük ampuller yerleştirin. Acaba evinizde devamlı ve bedava(tükenmez enerji ile) aydınlatma oluşturmuş olur musunuz? Eğer böyle düşüncelerdeki yanlışlıkları fizik öğretmenlerimiz görmekte zorlanırlarsa, bu eğitimin ve bilimsel düşüncenin yetersizliğine işaretler. Yine de çokları biliyor ki böyle bir sistem çalışmaz; toprakta elektronların bol olmasına rağmen. Eğer L kabı X elektroskobundaki elektronları artı yüklü yüzeyine az da olsa çekebiliyorsa bile, bu demek değildir ki, eksi yüklü olan iç kısmı da Y elektroskobundan elektronları kolaylıkla çekebilecektir.

Şekilden L kabının kalınlığının elektroskobun topuzunun çapı ile neredeyse aynı olduğunu görüyoruz. Eğer L kabının ve elektroskobun malzemeleri aynı ise, L kabının içindeki serbest elektron sayısı, L kabının ve elektroskobun topuzunun çaplarının yaklaşık olarak karesi(L kabının kalınlığına bağlı olarak, belki kübü) ile orantılıdır

Diğer yandan elektroskoplar L kabından uzakta ve onunla ince tellerle(serbest elektron kapasitesi düşük) birleşmiş durumdadır. Bu durumda düşünmemiz gereken başka şeyler de var: Şekildeki K cismine yükü sadece dışına dokunarak verebiliriz çünkü içinden dokunabileceğimiz oyuk yok. Oyuk olsaydı daha fazla elektrik yükü vermemiz mümkündü. Elektrik yükünü dıştan vermek zordur. K cisim yük aldıkça potansiyeli artacak ve bu nedenle her yüklemeye öncekinden yüksek potansiyeli olan yüklü cisimlerle(yük kaynağı) temas ettirmek gerekecek. Böyle yüklenmiş K cisim ise fazla bir elektrik yükü taşımaz.

Aynı zamanda L cisminin içinde biriken(indüklenmiş) elektrik yükü de K'nın yükünden fazla olamayacağını biliyoruz. L cisminin kütlesi(elektron bolluğu) elektroskopun başındaki topuzunkinden çok fazla olursa, elektroskoptan elektron çekmeye ihtiyacı olacak mı? Doğal olarak çok az. Bu kadar az bir yükü elektroskop gösterebilecek mi? Çok mu duyarlı bu elektroskoplar? Tellerin birleşme yerlerindeki problemleri de unutmayın. Bir süngerle gölün arasına ince bir boru yerleştirerek suyu gölden süngere kolayca çekebilir miyiz? Yukarıdaki birinci sorunuzu

açıklayabildik mi? Neden seçeneklerin farklı olabileceğini anlatabildik mi? Umuyoruz ki, bu yaptığımızın sebebini anlayabılmışsınızdır.

Batı ülkelerinin birinden bir bilimadamı Nasreddin Hoca'nın yaşadığı yere gelmiş. Ama Nasreddin Hoca'dan başkası bilimadamı ile tartışmaya cesaret edememiş. Birbirlerinin dilini de bilmediklerinden, fikir alışverişi anlamında yalnızca yere çizilen geometrik şekiller kullanılmış. Bilimadamı bir daire çiziyor, Nasreddin Hoca onu iki eşit kısma bölüyormuş. Bilimadamı yeniden daire çiziyor, Nasreddin Hoca onu dört eşit kısma bölüyormuş. Bilimadamı ayrılırken, Hoca'nın Dünya, kara ve okyanuslara bağlı bilgilerinin çok iyi olduğunu düşünüyormuş. Nasreddin Hoca'ya olan biteni sorduklarında da, bilimadamının yalnız yemek düşündüğünü ve yemeğin büyük kısmını istediğini anlatmış.

Yukarıda adını hatırlattığımız, 21 yaşında ölmüş büyük matematikçi Evariste Galois, okulda ve üniversite sınavlarında matematik sorularına öğretmenlerin dar düşünce çerçevesinden bakmadığından, kötü bir öğrenci sayılmış ve üniversiteyi de kazanamamıştır. Onun matematik öğretmeni gelişmemiş düşüncenin limiti olarak hatırlanır. Matematikte yanlış anlayışa yer çok azdır ama yine de şartların çok kesin(belirli) olması gerekir.

Söylenenlere göre atomun babası sayılan Niels Bohr (1885–1962), okuldaki öğretmenin fizik sorusunu üç farklı yolla ve farklı yaklaşımlarla çözmüştür. Ama öğretmen yalnızca kendi çözdüğü yolu anladığından Bohr'a kötü not vermiştir. Acaba Einstein ÖSS fizik sorularında başarılı olabilir veya herhangi bir fizik bölümümüzü iyi notlarla bitirebilir miydi? Bir sürü belirsizlikler içeren fizik sorularının yalnız istenen biçimde çözülmesinin istenmesi halinde, ezber dayalı öğretim yapılması ve bilimsel düşüncenin engellenmesi kaçınılmazdır.

Akdeniz Üniversitesi'nden emekli Prof. Dr. Oktay Hüseyin (Guseinov)  
Volkan Kor, Fizik Öğretmeni ([volkan-kor@hotmail.com](mailto:volkan-kor@hotmail.com))