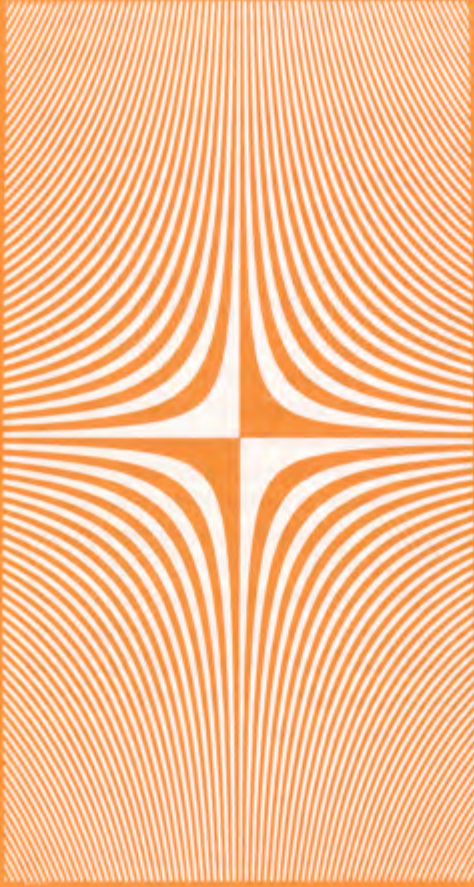


# Fizik

## Dergisi



EVRENDE YAŞAM

Osman DEMİRCAN

FİZİKTEN TEKNOLOJİYE (2)

Burhan C. ÜNAL

ÜNİVERSİTEDE YABANCI DİLDE EĞİTİM

Demir İNAN

FEYNMAN ŞAKA YAPAR !

Z. Zekeriya AYDIN

MADDENİN SIVI KRİSTAL HALLERİ

Tekin DERELİ

ELEKTRONİK GÖSTERGELERDE SON  
GELİŞMELER

Rıdvan KARAPINAR

PROBLEMLERİN ÇÖZÜMLERİ

A. UVI YILMAZER



TÜRK FİZİK VAKFI

ARALIK 1993

SAYI : 4

## İÇİNDEKİLER

- ♦ FİZİK DERGİSİNDEN
- ♦ EVRENDE YAŞAM  
Osman DEMİRCAN
- ♦ FİZİKTE TEKNOLOJİYE (2)  
Burhan C.ÜNAL
- ♦ ÜNİVERSİTEDE YABANCI DİLDE EĞİTİM  
Demir İNAN
- ♦ FEYNMAN ŞAKA YAPAR!  
Z.Zekeriya AYDIN
- ♦ MADDENİN SIVI KRİSTAL HALLERİ  
Tekin DERELİ
- ♦ ELEKTRONİK GÖSTERGELERDE  
SON GELİŞMELER  
Rıdvan KARAPINAR
- ♦ PROBLEMLERİN ÇÖZÜMLERİ  
A.Ulvi YILMAZER

Fizik Dergisi, Cilt 1, Sayı 1,2 ve 3,  
Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye  
Kurulu Başkanlığının 21.1.1994 gün ve  
611.7.YKD.Bşk.Sür.Yay.Şb.Md.311  
sayılı kararı ile ortaöğretim öğrencilerine  
tavsiyesi uygun bulunmuştur.

## FİZİK DERGİSİ

sahibi  
Türk Fizik Vakfı Adına  
Yönetim Kurulu Başkanı  
Rauf NASUHOĞLU

### Yayın Kurulu

Rauf NASUHOĞLU, Zekeriya  
AYDIN Dincer ÜLKÜ, Mehmet  
TOMAK, Meral SERDAROĞLU,  
Tekin DERELİ

### Editör

Tekin DERELİ

Fizik Dergisi, Türk Fizik Vakfı tarafından üç ayda bir yayınlanır. Bu dergideki yazılar yazarlarının sorumluluğunda olup, Türk Fizik Vakfı Yönetim Kurulunu ve üyelerini bağlamaz. Yayınlanan yazılar kaynak göstermek koşuluyla kullanılabilir.

### Yazarlara

Dergimiz yazılarıyla katkıda bulunabilecek herkese açıktır. Şimdilik olanaklarımız yazarlara telif ücreti ödemeye elverişli değildir. Gönderilecek yazılar okunaklı elyazısı veya tercihen bir daktilo ile yazılmalıdır.

**Abone Koşulları** Yurt içi yıllık abone bedeli: 80.000 TL Yurt dışı yıllık abone bedeli: US\$15 Yurt içi abone bedelini Türk Fizik Vakfı'nın 525865 No'lu Posta Çeki Hesabına yatırarak dekontun bir kopyasını dergi abone adresine yollamak yeterlidir. Yurt dışı abone bedeli için Türk Fizik Vakfı adına yazılmış kişisel çek yollanabilir.

**Adres:** (Abone olmak için) Türk Fizik Vakfı P.K. 78 06662 Küçükesat/ANKARA Tel: 4281969

(İçerikle İlgili Yazışmalar İçin)  
Prof.Dr. Tekin DERELİ  
Tel: 2101000/2971  
ODTÜ Matematik Bölümü  
06531 ANKARA



Elinizdeki bu sayıyla Fizik Dergisi birinci yayım yılını tamamlamış oluyor. İlk çıktığımız günden başlayarak bizi arayan öğretmen ve öğrencilerimizin mektupları dosyalar doldurdu. Bu büyük ilgi bize ilerisi için cesaret veriyor. Üniversite öğretim üyelerinden asistanlara, pek çok fizikçinin karşılık beklemeden katkıları ile elinize ulaşabilen bu dergiyi sürdürmek kararındayız. Kazandığımız deneyimle önümüzdeki sayıları elinize her açıdan düzenli geçmesini sağlayacağımıza inanıyoruz. Derginin basım ve dağıtımını üstlenen Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi öğretim üyeleri olarak bizlerin ağır eğitim ve araştırma yükü altında bulunduğumuzu bildiğinizi biliyoruz. Dağıtımda gecikmeler oluyorsa nedeni budur. Derginin dizgi ve basım işlerini artık yoluna koyduk. Kapak düzeni ve şekil çizimi konusunda daha iyiyi aramamız sürüyor. Uygulama olarak bundan sonra yarışma problemi yayımlamağa son vereceğiz. Yayın Kurulumuzun beklentisinin aksine yayınladığımız problemler yanıt getirmedi. Fizikçiler ve fiziğe ilgi duyan öğrenciler arasında bir merak ve dostça yarışma alışkanlığının canlı tutulmasını amaçlamaktaydık. Bu girişimin karşılıksız kalmasını bir yanda artan maddi ödül beklentilerine, diğer yandan okullarda teste yönelme sonucu zor problemleri çözme alışkanlığını yitirilmesine bağladık. Bu gidişin durması için hepimizin gayreti gerekir kanısındayız.

Fizik Dergisi'nin bu sayısında şu yazıları okuyacaksınız: A.Ü. Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nden Prof.Dr. Osman Demircan'ın "Evrende yaşam" başlıklı yazısı FİZART (AÜFF Fizik Araştırma Topluluğu) öğrencilerine yaptığı bir konuşmanın tam metnidir. "Üniversitede yabancı dilde öğretim" ilginç bir görüş. Hazırlayan, Türkçenin bilim dili olması için çok emek verenlerden Prof.Dr. Demir İnan. Kendisi Hacettepe Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi.

Aynı zamanda Türk Fizik Vakfı'nın kurucularından. Uzun yıllar Fizik Mühendisleri Odası Başkanlığını yapmış ve Fizik Mühendisliği Dergisini çıkarmıştır. Prof.Dr. Burhan Cahit Ünal'ın "Fizikten Teknolojiye" incelemesi geçen sayıdan devam ediyor. İleriki sayılarda da sürecek. Kendisi A.Ü. Fen Fakültesi'nin emekli öğretim üyesidir. Halen Tunus'da öğretim üyeliğine devam etmekte, ancak bizlerle ilişkisini kesmedi. Dünyaca ünlü bir fizikçi olan Richard Feynman aynı zamanda açık sözlülüğü ve hem komik, hem düşündürücü hikayeleri ile de hatırlanır. Feynman'ın anılarının toplandığı kitapla aynı adı taşıyan "Feynman şaka yapar" başlıklı yazıyı Prof.Dr. Zekerriya Aydın aktardı. Feynman'dan her zaman öğreneceğimiz bir şeyler var. Ayın konusu olarak "Maddenin sıvı kristal halleri" incelenmekte. Yazıyı aktaran Prof.Dr. Tekin Dereli. Sıvı kristallerin günümüzde pek çok uygulaması var. Bunlardan en önemli birisini "Elektronik göstergelerde son gelişmeler" başlıklı yazısında inceleyen Ege Üniversitesi Fizik Bölümü araştırma görevlilerinden Rıdvan Karapınar. Son olarak "2. ve 3. sayılarda çıkan yarışma problemlerinin çözümleri" var. Çözümleri veren A.Ü. Fen Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Doç.Dr. Ali Ulvi Yılmaz.

Elinizdeki bu sayının içinde ayrı olarak birinci cildin yazı diziniyle abone yenileme formları bulunmaktadır. Sizlerin ilgi ve katkısı olmadan bu dergi yürümeyeceğine göre abone yenilemeğe önem vermenizi ayrıca vurgulamak istiyoruz. Basım ve dağıtım giderlerini karşılayabilmek için aldığımız abone ücretindeki artışı da anlayışla karşılayacağımızı umuyoruz. Bizlere daha çok yazarak özellikle yayımlanmak üzere görüş ve önerilerinizi bildirin. Özenle yazılmış 200-300 kelimelik el yazısı bir metinle beraber adınız ve açık adresiniz yeterlidir.

# EVRENDE YAŞAM

Osman DEMİRCAN

Yaşam nedir? Neden varlıkları canlı ve cansız diye ikiye ayırıyoruz? Yanıtın bir bölümü canlı varlıkların kendi kendilerini yenileyebilme özelliğine sahip olmasıdır. Bu özellik canlılık için gerekli fakat yeterli değildir. Çünkü kristaller de uygun eriyiklerde ve uygun sıcaklıklarda kendi kendilerini üretebilirler, yenilenebilirler. Bizim canlı dediğimiz varlıklar -memeliler, balıklar, böcekler, sürüngenler, bitkiler, mikroorganizmalar- doğarlar, çevreyle etkileşirler, büyürler, çoğalırlar ve ölürler. Yeryüzünde çok farklı canlı türleri vardır. Örneğin balinalar 30 m. boya, 130 ton ağırlığa ulaşırken, virüsler milimetrenin ikibinde biri boyutundadır. Bitkiler de milimetrenin üçbinde biri olan alglerden, boyları 100 m.yi aşan dev ağaçlara kadar çok geniş bir boyut aralığına dağılmışlardır. Tüm bu canlılar dünya üzerinde -70°'deki donmuş bölgelerden +70°'deki sıcak su kaynaklarına kadar çok farklı fiziksel koşullar altında yaşarlar. Yine de bu fiziksel koşullar astronomik açıdan ender bulunan sınırlı ve dar koşullardır.

Bu kadar çok sayıda canlı türü nasıl ortaya çıkmıştır? Yeryüzünde canlı türlerinin gelişim tarihi bilim adamların uzun süre uğraştırmıştır. Bu uğraşlar, tüm canlı türlerinin daha basit türlerden geliştiğini ortaya koyan bir evrim işleminin varlığını ortaya koymuştur. Kuşkusuz evrimin uzun zaman ölçeğinde hala bilinmeyen noktalar çoktur, ancak evrimin varlığı ve hala sürmekte olduğu konusunda kuşku yoktur. Yeryüzü üzerinde jeolojik olarak geniş bir zamana ve alana yayılmış olan canlı türleri üzerine yapılmış olan çalışmalar evrimin varlığını açıkça göstermektedir. Yeryüzü dışında başka bir yerde yaşam belirtisine henüz rastlanmadığı için bu bölümde sadece yeryüzünde bildiğimiz yaşamın özellikleri üzerinde duracağız.

## Yaşamın Genel Özellikleri

Yaşamın yeryüzünde nasıl başlayıp, geliştiğini incelemek için uzun zaman eşlinde fosillerin araştırılması gerekir. Dünyanın yaşı

üzerine akılcı tahminler ancak 1896'da radyoaktivitenin bulunmasından sonra yapılabilmektedir. Bu yolla yeryüzünde en eski kayaların yaşı 3.4 milyar yıl bulunmuştur. Aynı yolla ay toprağını yaşı 4.4 milyar yıl, yere düşen göktaşlarının yaşı da en fazla 4.6 yıl bulunmuştur. Bu cisimlerin hepsi güneş sisteminin üyeleridir ve modern kurama göre hepsi aşağı yukarı aynı yaşta olmalıdır. Güneş sistemi içinde bozulmadan en iyi korunan cisimlerin kuyruklu yıldızlar ve onların kalıntısı olan göktaşları olduğu bilindiğine göre dünyanın yaşı da 4.6 milyar yıl olmalıdır. Dünyanın yaşamın küçük bulunmasının nedeni yer kabuğunun kıta hareketleriyle sürekli yenilenmiş olmasıdır. Yaşamın yeryüzündeki uzun tarihi değişik çağlara ilişkin kayaların içinde bulunan fosillerle incelenir. Fosiller çok eski canlı türlerinden bir kısmının taş haline gelmiş artıklarıdır. İçinde en eski fosilleri taşıyan kayalara kambriyen adı verilmiştir. Kambriyen fosil kayıtlarında hiçbir kara yaşamının izine rastlanmaz. En eski kambriyen kayalarının yaşı 600 milyon yıl bulunmuştur. Bu sayı çok uzun bir dönemi ifade ediyor olsa da dünyanın yaşıyla kıyaslandığında en eski fosillerin bile göreceli olarak son zamanlarda olduğu anlamına gelir. Diş, kemik, kabuk gibi sert kısımları olmayan canlıların fosil oluşturmayacağı anlaşıldıktan sonra dünyanın daha uzak geçmişinde de canlıların yaşamış olabileceği düşünüldü ve 1950'li yıllarda Superior gölü yakınlarında koloniler halinde deniz yosunlarının izleri bulundu. 2 milyar yaşındaki bu deniz yosunları hücresel yaşamın en basit şekilleriydi. Bunlar bakterilere çok benzese de aradaki fark deniz yosunlarının klorofil içerirken bakterilerin klorofil içermemesidir. 1977 yılında en yaşlı mikrofosiller Güney Afrika'da bulunmuştur. Burada ilginç olan, bulunan fosiller ne kadar uzak geçmişe aitse o kadar basit yapıya sahip olmasıdır. Örneğin en yaşlı mikrofosillerde hücre çekirdeği bile belirgin değildir. Zaman geçtikçe canlı türleri daha karmaşık organizmalar içermektedir. Yani yaşam tek hücreli basit canlılardan çok hücreli karmaşık organiz-

malara evrimleşmiştir. Yaşamın ilk kez nasıl oluştuğunu kesin bilmiyoruz. Dünyanın atmosferi ve/veya okyanusları içinde bulunan rastgele basit moleküller o zamanki uygun koşullarda birleşerek daha karmaşık molekülleri oluşturmuş olmalı. İlk zamanlar yerin atmosferinde çok az serbest oksijen olduğu sanılmaktadır. Bu olumlu bir şeydi, çünkü, canlıların yapısında bulunan molekülleri oluşturan elementler, oksijenin serbest olması durumunda, onunla birleşebileceği için karmaşık moleküller oluşmayabilirdi. Ayrıca, serbest oksijen olmaksızın, yer atmosferi güneşten gelen morötesi ışınımın hemen hemen tümünü geçirecek ve bu ışınımın enerjisi, daha karmaşık moleküllerin oluşmasına yardımcı olacaktır. İlk zamanlarda yeryüzünde cansız maddeden tek hücreli canlıların oluşması için dört şey gerekiyordu.

1. Amino asitler ve şekerler gibi organik moleküllerin oluşması,
2. Bu moleküllerin protein ve nükleik asitlere dönüşmesi,
3. Protein ve nükleik asit moleküllerinin o zamanın ılık okyanuslarında hücreye benzer damlacıklar oluşturması,
4. Bu damlacıkların içlerinde onların kendi kendilerini yenilemelerini sağlayacak olan DNA (deoksiribonükleik asit) ve RNA (ribonükleik asit) moleküllerinin varlığıyla basit canlı hücreleri oluşturmaları.

Canlı hücreler bir kez oluşup ortaya çıktıktan sonra su molekülünü parçalamak için güneş enerjisi kullanabilir ve glikoz yapmak için atmosferde bulunan karbon dioksit molekülünü yakalayabilirlerdi. Açığa çıkan oksijeni atmosfere vererek yerin atmosferini şimdi olduğu gibi serbest oksijen içerir duruma getirebilirlerdi. 1950'li yılların ortalarında Şikago Üniversitesi'nden Stanley Miller ve Harold Urey elektrik girişi olan kapalı bir deney aygıtına hidrojen ( $H_2$ ), metan ( $CH_4$ ), amonyak ( $NH_3$ ) ve su buharı ( $H_2O$ ) gibi yerin ilk atmosfer koşullarında var olduğu sanılan gazlar koydular. Bu karışıma elektrik akımıyla oluşturulan yapay yıldırımlar gönderdiler. Bir hafta süren deneyden sonra karışım suda ayrıştırıldığında amino asitlerin oluştuğu görüldü. Diğer bilim adamları deneyi enerji kaynağı olarak morötesi ışınları kullanarak ve karışımın oranlarını değiştirerek yenilediler ve sonuç olarak farklı oranlarda amino asit

oluşturdular. Benzer deneylerle Cyril Ponnape-ruma ve Walter Fox nükleik asitlerin yapı blokları olan nükleoitleri, bazı proteinleri ve bunların suda oluşturduğu hücreye benzer damlacıkları elde ettiler.

Bu deneylerle ulaşılan sonuçlar yaşam yönünde oldukça büyük ilerlemeler olduğu halde en ilkel şekilde bile olsa, yaşam denilen olgudan henüz oldukça uzaktı. Karmaşık moleküllerin canlılık olgusunu nasıl kazandığı hala bilinmemektedir. Ancak deneyler laboratuvarda, az miktarda karışımla kısa süre içinde yapılmaktadır. Oysa okyanuslar dolusu "ilkel çorba"nın milyonlarca yıl etkisi altında kaldığı koşullarla 3.5 milyar yıl önce ilkel hücrelerin oluştuğunu ve zamanla bu ilkel yapıların daha karmaşık organizmalara evrimleştiğini düşünmek herhalde güç olmayacaktır. Mikrofosil araştırmalarına göre yeryüzünde yaşamın ilk kez 3.5 milyar yıl önce tek hücreli canlılar olarak ılık okyanuslarda oluştuğu ve sonra yaklaşık 2.5 milyar yıl boyunca okyanuslarda evrimleşip geliştiği ve daha sonraki yaklaşık 500 milyon yıllık süreyi de karalarda geçirdiği anlaşılmaktadır. Çok uzun bir süre (225 milyon ile 65 milyon yıl önce) karalarda en çok rastlanan canlılar dinazorlardı. Bu yaratıklar kabuklu ve boynuzlu sürüngenlerdi. Dinazorlar denen bu yaratıklar 65 milyon yıl önce diğer birçok canlı türüyle birlikte kısa sürede ortadan silindiler. Bu canlıların kısa sürede yok olmasına neyin neden olduğu kesin olarak bilinmemektedir. Olası nedenler şöyle sıralanabilir:

1. Sıcaklıkta belirgin bir artış,
2. Salgın hastalık,
3. Yumurtalarının diğer canlılar tarafından yenmiş olması,
4. Volkanik oluşumların artması sonucu yaşam ortamlarının daralması ve bitki örtüsünün hızla değişimi,
5. Yakında (3-6 parsek uzaklıkta) patlayan bir süpernovanın morötesi ve kozmik ışın etkisi ve
6. Yere çarpan dev bir göktaşının oluşturduğu toz bulutu etkisi.

İlginçtir ki 65 milyon yıl öncesine ilişkin tortul kayalardaki iridyum fazlalığı nedeniyle 6 nolu olasılık dinazorların yok oluş nedeni olarak ağırlık

kazanmaktadır. Neden ne olursa olsun 65 milyon yıl önce dinazorların çağı sona ermiş ve memeliler daha serbest çoğalmaya başlamışlardır.

Dünyadaki tüm canlı türlerinin temel yapı taşı olan amino asit ve nükleikasit moleküllerinin oluşturduğu zincirler karbon atomunun sağladığı bağlarla mümkün olmaktadır. Karbon atomu evrende hidrojene göre çok az bulunmasına karşın yine de en çok bulunan elementlerden biridir. Fazla kimyasal bağ oluşturabilen elementlerden biri de silikondur. Bu nedenle bazı bilim adamları evrenin bir yerlerinde silikon atomunu temel alan canlıların da var olabileceğini ileri sürmektedirler. Kimyasal olarak silikon atomlarını temel alan molekül zincirleri karbonunkiler kadar uzun ve karmaşık değildir.

Diğer taraftan "big-bang" olayını temel alan evren modellerinde "big-bang" olayıyla sadece ve sadece hidrojen ve helyum elementleri oluşmaktadır. Diğer elementler ancak büyük kütleli yıldızların merkezlerinde nükleer reaksiyonlarla üretilip yıldız rüzgarları, nova olayları ve daha çok süpernova patlamalarıyla çevreye yayılmaktadır. Dünyamızda ve güneş sistemini diğer üyelerinde ağır elementler bol miktarda bulunduğuna göre güneş ve güneş sistemi büyük olasılıkla süpernova artıklarından oluşmuştur. Güneş bu nedenle en azından ikinci nesil bir yıldızdır. Güneş sisteminin bulunduğu bölgede patlamış olan bir süpernovanın artıklarından oluşmuştur. Bu bakımdan biz canlılar bir anlamda varlığımızı galaksinin uzak geçmişinde oluşan bir süpernova patlamasına borçluyuz. Sadece hidrojen ve helyumdan oluşan birinci nesil yıldızlarda dünya benzeri gezegenlerin ve canlı varlıkların oluşamayacağı açıktır. Canlıların yapı taşı olan amino asit ve nükleikasit gibi karmaşık moleküllerin hatta iptidai canlıların plazma olmayan soğuk yıldızlararası bulutlarda oluşabileceği ve dünya gibi uygun ortamlara yayılmış olabileceği ileri sürülmektedir. Söz konusu karmaşık moleküllerin oluşumu zor olmadığına göre yaşam gerçekten dünyanın dışında başka yerlerde de oluşmuş ve gelişmiş olabilir.

### Başka Güneş Sistemleri

Evrende sayılamayacak kadar galaksi ve her galakside de sayılamayacak kadar gök cismi vardır. Galaksilerdeki belli başlı gökcisimleri yıldızlar ve gezegenlerdir. Aradaki fark gezegenlerin yıldızlara göre çok daha küçük, soğuk ve belirgin görsel ışınım yaymamış olmalarıdır.

Nükleer enerjiyle ışınım üretilip yayabilen en küçük yıldız kütlesi güneş kütlesinin % 7'si kadardır. Güneş sisteminin en büyük kütleli gezegeni Jüpiterin kütlesi ise güneş kütlesinin sadece % 0.1'i kadardır. Dünyanın kütlesi ise Jüpiter kütlesinin üçyüzde biridir. Kütlesi 0.07 güneş kütlesi ile 0.001 güneş kütlesi arasında olan gök cisimlerine kırmızıöte bölgede ışınım yaydıkları için "kahverengi cüceler", daha küçük gök cisimlerine de gezegen denir. Evrende sayılamayacak kadar gökcismi olduğu halde dünyadan başka bir yerde yaşam belirtilerine henüz rastlanmamıştır. Bu bakımdan yaşam hakkındaki bilgilerimiz sadece dünyadaki gözlemlerimize dayalıdır. Dünyadaki tüm canlı türlerinin yapı taşları kompleks moleküllerdir. Bu moleküller varlıklarını evrende ancak yıldızlardan uzak soğuk bölgelerde koruyabilirler. Evrendeki maddenin % 99'unun çok sıcak plazma durumunda olduğunu biliyoruz. Ancak bazı yıldızlar arası gaz bulutları, yıldızlar arası küçük gök cisimleri ve yıldızların etrafında dolanan gezegenlerin yüzeyleri %1'lik plazma olmayan ortamı oluşturmaktadır. Dünya kompleks moleküllerin varlığını koruyabileceği bu şanslı ortamlardan biridir. Güneş sistemi içinde dünyadan başka bir gezegende yaşam belirtisi bulunmamıştır. Ancak dev gezegenlerin atmosferleri içindeki belli bölgelerde koşulların yaşam için uygun olabileceği düşünülmektedir. Güneş sistemi dışında yaşam aranacaksa önce güneş benzeri yıldızların etrafındaki gezegenlerin saptanması gerekmektedir. İlginçtir ki birçok yıldızın etrafında gezegenin varlığından şüphe edildiği halde henüz güneş sistemi dışında hiçbir gezegenin varlığı gözlemsel olarak kesinlik kazanmamıştır. Bunun temel nedeni gözlemsel zorluktur. Daha önce, güneş sisteminde dış gezegenlerin bile ne kadar zor saptandığını gördük. Bu zorluk iki temel nedenden kaynaklanmaktadır:

- 1) Gezegenler görsel ışınım yaymayan karanlık cisimlerdir. Ancak merkezdeki yıldızdan aldıkları ışınım yansıtırlar. Bu da dev gezegenler için bile merkezdeki yıldızın toplam ışınımının milyonda birini geçmez.
- 2) Yıldızlar çok uzaktadır. (En yakın yıldız bile aya göre 100 milyon kat daha uzaktadır.

Başka yıldızların etrafında gezegen varlığı dolaylı yollardan saptanır. Bu tekniklerin hemen hepsi, var olması beklenen gezegenin merkez yıldızına uygulayacağı çekim kuvvetinin etkisinin bir şekilde gözlemsel olarak saptama işlemine



dayanır. Bu tekniklerin uygulanması sonucu birçok yıldızın etrafında gezegen varlığı iddia edilmiş fakat çoğu kanıtlanamamıştır. 1937'den başlayarak van de Kamp, Gatewood ve Harrington'un uzun yıllar yürüttüğü gözlemler Barnard yıldızı ve epsilon Eridani yıldızı gibi bazı yakın yıldızların etrafında gezegenler olabileceğini gösterdi. Yakın geçmişte bize 85 ışık yılından daha yakın 123 güneş benzeri yıldız tayfsal olarak incelendi. Sonuç olarak % 57'sinin görünmeyen yıldız bileşeni olduğu, kalanın altıda (veya beşte) birinde gezegenlerin olabileceği anlaşıldı, fakat hiçbirini için kesin kanıt yoktu. Bir başka çalışmada en iyi gözlemsel olanakları kullanılarak 15 yakın yıldızın yılda 6 kez dikine hızları ölçülmeye başlandı. Bu duyarlı gözlemlerle dikine hızda saniyede 10 m lik değişim farkedilebiliyordu. Campbell ve grubunun 1981'den bu yana yürüttüğü bu gözlemlerden Gamma Cephei yıldızının etrafında dolanan Jüpiter benzeri bir veya iki gezegen bulunabileceği saptandı. Benzer yolla Latham ve arkadaşları da HD 114762 yıldızının etrafında büyük kütleli (10-20 Jüpiter kütesine eşdeğer) bir gezegen olabileceğini gösterdiler. Bu bulgu Cochran ve arkadaşları tarafından da kanıtlandı. Yakın yıldızlarda gezegen arama çalışmaları büyük teleskoplarla özellikle elektromanyetik ışınının kırmızıöte bölgesinde yoğun bir şekilde yürütülmektedir. Kırmızıöte Astrononji Uydusu (IRAS) nın atmosfer dışı gözlemleriyle HL Tau, R. Mon, Beta Pic gibi pek çok genç yıldızın etrafında gaz-toz diskleri olduğu saptanmıştır. Bu disklerde zamanla gezegen sistemleri oluşacağı sanılmaktadır.

Ashında diğer yıldızların etrafında gezegen bulunmaması için hiçbir geçerli neden bulunmamaktadır. Galaksimizde yüz milyar kadar yıldız varken güneş ayrıcalıklı çok özel bir yıldız olamaz. Galaksideki tüm yıldızların % 70 kadarı ikili veya çoklu yıldız sistemlerinin üyeleridir. Kalan 30 milyar yıldızın % 15 kadarı beyaz cüce ve % 11 kadar da çok sıcak O ve B tayf türünden genç yıldızlardır. % 41'i A ve F tayf türlerinden, % 33'ü de G, K ve M tayf türlerinden yıldızlardır. Bunların arasında güneş benzeri çok sıcak ve çok soğuk olmayan yıldızların sayısı üç milyar kadardır. Bunlardan iki milyarında gezegen sistemleri olduğunu ve onda birinde yaşama uygun gezegenler bulunduğunu varsaysak bile yine de yaşama elverişli gezegenleri olabilecek 200 milyon kadar yıldız bulunması gerekir. Bu sayı bile galaksimizde yalnız olmadığımız konusunda

bir fikir verebilir. Bu sayı tahmin edilebilecek minimum sayıdır. Çift ve çoklu yıldız sistemlerinin etrafında da uygun yörüngelerde yaşam için elverişli gezegenlerin bulunmaması için hiçbir neden yoktur. Bu basit istatistiğe göre bulunduğumuz yerden 20 ışık yılı uzaklık içinde yaşam barındıran bir iki gezegenin bulunması gerekir. Yıldızlar arası uzaklıklar o kadar fazladır ki bırakın o canlılarla iletişim kurmayı, gezegenlerin varlığı bile bugüne kadar gözlemsel olarak saptanamamıştır. Ashında iletişim kurabilmek için oralarda canlı bulunması yetmez. Bizim gibi zeki canlıların bulunması gerekir. Çünkü insanoglu henüz deniz yosunları, bitkiler, böcekler gibi canlılarla iletişim kuramıyor. İletişim kurmak istediğimiz dünya dışı zeki canlıları da yıldızlar arası iletişimde bulunabilecek teknolojiyi kurmuş olmaları gerekir. 1961'de Frank Drake birbiriyle iletişim kurabilecek düzeydeki uygarlıkların olası sayısını

$$N = R f_p n_e f_1 f_i f_c L$$

formülüyle vermiştir. Burada  $R$  galaksimizde yıldız oluşum hızı,  $f_p$  bu yıldızlardan gezegene sahip olanların yüzdesi,  $n_e$  gezegen sistemi başına yaşamın oluşup gelişebileceği gezegen sayısı,  $f_1$  yaşamın gerçekten var olduğu gezegenlerin yüzdesi,  $f_i$  zeki canlı türlerinin diğer canlı türlerine oranı,  $f_c$  uygun teknolojiyi geliştirip diğer uygarlıklarla iletişim kurmaya uğraşan zeki canlıların yüzdesi ve  $L$  böyle bir uygarlığın ortalama ömrüdür.  $R$  nin tahmininde 1.5  $M$ 'den daha büyük kütleli yıldızlar dikkate alınmamalı. Çünkü onların anakol yaşamları dünyada zeki yaşamın oluşması için geçen süreden çok daha kısadır. Büyük kütleli yıldızlarda gezegen ve zeki yaşam oluşuncaya kadar yıldız anakoldan ayrılıp süpernova olarak patlayabilir. Güneş benzeri yıldızlardan daha soğuk olanların yakın gezegenleri, sıcak olanların da uzak gezegenleri yaşam için uygun olabilir. Yıldız oluşumuyla ilgili istatistik çalışmalar galaksimizde yılda aşağı-yukarı bir tane güneş benzeri yıldız oluştuğunu göstermektedir. Yani  $R \approx 1$  alınabilir. Bu yıldızların hepsinde gezegen sistemi oluşuyorsa  $f_p \approx 1$  olmalıdır. Oluşan gezegenlerin onda biri yaşam için uygunsa  $n_e \approx 0.1$  yaşam biçimleri zeki yaşama evrimleşiyorsa  $f_1 \approx 1$  ve  $f_i \approx 1$  olur. Her zeki yaşam ileri teknoloji kurup diğer uygarlıklarla iletişim kurmak için çaba harcarsa  $f_c \approx 1$  ileri teknolojiye sahip olan uygarlıkların fazla uzun ömürlü olmayacağı bugünkü durumumuzdan anlaşılabilir. İnsanlığın, dünya ile be-

raber kendi kendini yok etme olasılığı oldukça büyüktür. Bugün insanlık hidrojen bombasıyla aniden veya çevre kirliliğini artırarak yavaş yavaş kendi kendini yok etme tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu tehlike dikkate alınarak  $L \approx 1000$  yıl alınıp diğer tahminlerle beraber yukardaki formülde yerine konursa  $N = 1/\text{yıl} \times 1 \times 0.1 \times 1 \times 1 \times 1000\text{yıl} = 100$  bulunur. Bu da 100 milyar yıldızdan oluşan galaksimizde sadece 100 kadar iletişim kurabileceğimiz ileri düzeyde teknolojiye sahip uygarlığın bulunabileceğini göstermektedir. Drake formülünde birçok büyüklüğün çok belirsiz olmasına karşın değişik denemeler yapılmıştır. Bazı bilim adamlarına göre Drake formülünden  $N = 1$  bulunur. Bu da bizim uygarlığımızdır. Galaksimizde bizden başka ileri uygarlık yoktur. İyimser tahminlere göre ise güneşten birkaç yüz ışık yıl uzaklık içinde teknolojik olarak çok ilerlemiş uygarlıkların var olması gerekmektedir.

Belki bu uygarlıklardan birinin eline geçür ümidiyle 1973 ve 1974 yıllarında fırlatılan Pioneer 10 ve 11 uzay araçlarına dünyayı tanıtan metal plaketer yerleştirildi. 1977 yılında fırlatılan Voyager 1 ve 2 uzay araçları ile aynı ümitle iki saat süren ses kayıtları, kodlanmış fotoğraflar ve 116 ilginç slayt gönderildi. Bu uzay araçları şimdi güneş sisteminin dışında sonsuz boşlukta büyük bir hızla yol almaktadır.

İnsanlığın kurduğu teknoloji henüz yıldızlara gidebilecek düzeyde değildir. Bugünkü teknoloji ile yakın yıldızlara yolculuk nesiller boyu zaman alır. Bu bakımdan ancak iyi planlanmış uzay gemileriyle aileler bu tür yolculukları yeni nesillerle devam ettirebilir. Burada hatırlayalım ki güneşin anakol yaşamı henüz yarısındadır ve dünyada bugünkü teknolojinin kurulduğu süre kayıtlı tarihe göre çok kısadır. Buna göre yıldızlararası yolculuğu gerçekleştirecek teknolojiyi geliştirmek için daha çok zamanımız var. Bu konuda şimdiden önemli düşünceler geliştirilmiştir. Elektromanyetik tayfın radyo bölgesi dünyadışı uygarlıklarla iletişim kurmak için en uygun bölgedir. Eğer dünyadışı zeki canlılar amaçlı olarak uzaya mesajlar gönderiyorsa özel frekanslar seçmiş olmaları. SETI Projesini oluşturanlardan Bernard Oliver en dikkati çeken uygun frekans bölgesinin hidrojen atomunun ve hidroksil molekülünün mikrodalga salma çizgileri bölgesi olduğunu göstermiştir. Bu frekans bölgesi

gürültüden uzak ve dünya atmosferindeki su buharı soğurmasından en az etkilenen bölgedir.

Astronomlar radyo bölgede en çok 21 cm. dalga boyunda ( $\approx 1420$  MHz frekansında) gözlem yapmaktadır. Nötr hidrojenin bu dalga boyunda yaydığı ışımın galaksideki hidrojen dağılımı incelenmektedir. Hidrojen evrende en bol olan element olduğuna göre dünya dışı uygarlıklar iletişimde bu dalga boyunu seçmiş olabilirler. Galaksimizde iletişim kurabilecek sadece birkaç uygarlık olsa bile bugün insanlık radyo bölgede gönderilecek olan sinyalleri yakalayabilecek düzeydedir. Bu yönde geliştirilen en ilginç proje "Cyclops" projesidir. Bu projeye göre her biri 100 feet çapında düşünülen uygun şekilde dizilmiş 1000-2500 tane teleskop belli dalgaboylarında galaksiyi tarayacaktır. Böyle bir anten dizisi galaksinin her yerinden sinyal alabilecek güçtedir. Ancak parasal nedenle böyle bir projenin yakın gelecekte desteklenmesi mümkün değildir. Bugün NASA çok daha küçük boyuttaki SETI projesini desteklemektedir. 1992 yılında uygulamaya sokulan bu projeye dünyadan 25 parsek (82 ışık yılı) uzaklık içinde güneş benzeri 800 yıldız 1998 yılına kadar dönüşümlü olarak 1000-3000 MHz frekans aralığında izlenecek, ayrıca biraz daha düşük duyarlılıkla 1000-10000 MHz frekans aralığında tüm gökyüzü taranacaktır. Bu projede, hali hazırda var olan büyük radyo teleskoplar (çapları 45-300 m. arasında olanlar) kullanılmaktadır. Dünya dışı uygarlıklardan bir mesajın algılanması insanlık tarihinin en büyük olayı olacak, mesajın içeriğine bağlı olarak dünyada köklü değişimler gündeme gelecektir. Dünya dışı uygarlıklarla iletişimin sağlanmasından sonra dünyadaki teknoloji, endüstri ve sosyal yaşam çok hızlı değişebilir.

İnsanoğlunun var olduğuna inandığı dünya dışı uygarlıklara ulaşma olasılığı hem bugün hem de gelecekte yıldızlar arası uzaklıkların çok fazla olması nedeniyle oldukça zayıftır. Aynı nedenle dünya dışı uygarlıkların da gelip dünyayı ziyaret etme olasılığı oldukça zayıftır. Bu ziyaretin olasılığı dünya üzerinde kuzey kutbunda varsayılan bir incir çekirdeği üzerindeki özel bir bakterinin kalkıp güney kutbunda varsayılan başka bir incir çekirdeği üzerindeki başka özel bir bakteriyi ziyaret edebilmesi olasılığından daha fazla değildir.



## FİZİKTEN TEKNOLOJİYE (2)

Burhan C. ÜNAL

### Giriş

Toplumların bilime verdikleri önemle; gelişmeleri, ya da yerinde saymaları arasında bir ilişki vardır. İmparatorluklar bunun bir örneğidir. Dünyaya egemen olmak için dünyayı tanımak, bunun için de çağın bilimini bilmek gerektir. Bu yazıda, doğa bilimlerinden fiziği ele alacağız. Çünkü fizik teknolojinin temelidir. Teknoloji ise insanın doğaya ve başka bir insana egemenliğini belirler. Kuşkusuz biyoloji ile tıp, ekonomi ile hukuk ve benzeri ikili etmenler de bu egemenliği belirlemeye katılırlar. Bu açıdan, yalnız fizik ile teknoloji ikilisini ele almak bir soyutlamadır. Bununla birlikte, toplumların davranışını anlamada bize önemli ip uçları verecektir.

Çinliler pusulayı M.Ö. 1000 yılından beri kullanmaktalar. Avrupalılar pusulayı Haçlı Seferleri sırasında Araplardan öğrendiler; Araplar da daha önce Çinlilerden öğrenmişlerdi. Bilimde de öyle oldu:

- Eski Yunan, bilimi Mezopotamya ve Mısır'dan öğrendi; öğrendiklerini kendi gözlemlerine ve aklına dayanarak geliştirdi. Aynı topraklar üzerinde, onu izleyen Roma onun bilimini aldı, ama bu bilimi hiç geliştirmeden sakladı. Roma İmparatorluğunun yerini Arap İmparatorluğu aldı.
- Araplar bilimi Doğu Roma (Bizans) ve İran'dan öğrendiler. Bizans'tan aldıkları eski Yunan bilimini, önemli katkılar yaparak ilerlettiler. Arap İmparatorluğunu Osmanlı İmparatorluğu izledi; Osmanlılar Arap bilimini aldılar, ama hiç bir katkıda bulunmadılar.
- Avrupalılar bilimi Araplardan aldılar ve geliştirdiler. İngilizler bilime dayanarak, üzerinde güneş batmayan bir dünya imparatorluğu kurdular. Bilim ve uygulaması olan teknoloji öyle büyük olanaklar sağladı ki, Akdeniz ve çevresi, bu imparatorluğun bir gölü gibi kaldı. Osmanlısı, Japonu ve

Amerikalısıyla irili ufaklı tüm devletler bu dev imparatorluktan korkarlardı, ama tepkileri farklı oldu.

- Amerikalılar ve Japonlar, Avrupalılardan çağın bilimini öğrendiler; günümüzün Amerikan İmparatorluğu ve Japon "mucize"si böyle doğdu. Osmanlılar ise Araplardan devraldıkları ve durdurdukları bilimle yetindiler ve battılar; yerlerini, geri kalmış Müslüman Üçüncü Dünya'ya bıraktılar.

Böylece, Akdeniz çevresinde oluşan dört imparatorluktan ikisi, Yunan ve Arap imparatorlukları, devraldıkları bilimi geliştirirken, kalan ikisi, Roma ve Osmanlı imparatorlukları, devraldıkları bilimi aldıkları gibi sakladılar yani durdurdular.

Bilim dilini de bilimi geliştiren ülke be-lirledi. Çinceyi, eski Mezopotamya ve Mısır dillerini, sırayla eski Yunanca, Arapça, Latince ve kısa süreli Fransızca ve Almancadan sonra İngilizce izledi.

Yazımın konusu, bilimin geçirdiği evrimi, tarih, coğrafya ve felsefe açısından anlamaya çalışmak. Bu amaçla, fiziğin evrimini gözlem çatkısı olarak kullanacağız; fizikteki altı büyük sentezi zaman eksenini bölmede kullanacağız:

Newton (1687)  
Maxwell (1864)  
Einstein (1905-1915) } klasik fizik

Heisenberg-Schrödinger (1925-1926)  
Feynman-Schwinger-Tomonaga (1950)  
Weinberg-Salam (1968) } kuantum fiziği

Bu altı sentez, maddenin bilinen dört temel etkileşmesinin insan tarafından anlaşılmasının tarihsel aşamalarını belirtir; dört temel etkileşme şunlardır:

- kütle çekimi etkileşmesi
- elektromanyetik etkileşme

- zayıf etkileşme
- kuvvetli etkileşme

Yukarıda sıraladığımız altı sentezin kavramsal yapısını başka bir yazıda ele alacağız. Burada altını çizmek istediğimiz özellikler şunlardır:

- İlk üç sentez kütle çekimi ve elektromanyetik etkileşmeleri kapsar; klasik fizik adını alır; bu üç sentezden ilk ikisi olan Newton ve Maxwell sentezlerinin üretime uygulamaları 19. yüzyıl sanayi devrimini oluşturur.
- Son üç sentez kuantum fiziği adını alır; maddenin dört etkileşmesini de kapsar. Bu üç sentezden ilki olan Heisenberg-Schrödinger sentezinin üretime uygulanması Amerika ve Japonya'da gerçekleştirildi ve 20. yüzyılın teknoloji devrimini oluşturdu. Bu devrim dört başlık altında toplanabilir: çekirdek enerjisi, mikroelektronik, optoelektronik ve aşırı iletkenlik.
- Altı sentezin bir de coğrafyası var: İlk iki sentez İngiltere'de gerçekleşir; bunları izleyen iki sentez Alman kültürlü iki ülkede, Almanya ve Avusturya'da gerçekleşir; son iki sentez de Amerika ve Japonya'da aynı zamanda gerçekleşirler. Tarihsel sıra içinde, bu coğrafyayı da anlamamız gerekir.

Genel olarak, bilim bilimsel araştırmayla gelişir; bilimsel araştırma akıl ve gözleme dayanır. Akıl kullanımı düşünce özgürlüğüne bağlıdır. Gözlem deneye dayanır ve parasal destek ile bilgi gerektirir. Bu açıdan bilimin evrimi siyasi iktidarın bu konudaki stratejisine sıkı sıkıya bağlıdır. Bir iktidarın bilim stratejisini de, ülkenin ekonomik, politik ve kültürel hedef ve amaçları belirler. Bu ilişkiyi görmek için Eski Yunan ile Roma'yı, Araplarla Osmanlıları, Avrupa ile Amerika ve Japonya'yı karşılaştıracamız.

### Eski Yunan ve Roma

Bilim ve felsefenin Eski Yunan'da gelişmesinde çeşitli etmenler rol oynar:

- Dağlarla bölünmüş tarıma elverişsiz toprak koşulları, bir yandan denk güçte yan yana bir çok siyasal organizmanın oluşmasına ve bunların demokrasiyi bulmalarına neden olur. Diğer yandan, bu durum insanları geniş toprak ilhakları yerine deniz ticaretine yöneltilir.

- Deniz ticareti dış dünya hakkında bilgili ve geniş ufuklu bir sınıfın toprak aristokrasisi karşısında oluşmasını mümkün kılar.

- Para kullanımı insanı doğadan bağımsızlaştırır ve köle kullanımını mümkün kılar. Köle kullanımına dayalı üretim ve deniz ticareti, üretimi ve zenginliği artırır. Demokrasi bu zenginliğin bölüşülmesini ve köleler dışındaki insanların bilim, felsefe ve sanata zaman ayırmalarını sağlar.

Böyle bir ortamda gelişen Yunan felsefesi evreni mitoloji ve din dışında açıklayan, insanın düşünme ve kanıtlama süreçlerini inceleyen, temel mantık ve ispat süreçlerini tanımlayan ve nihayet insanı her şeyin ölçüsü kabul eden bir düzeye ulaştır. Felsefenin her kolu özgürce tartışılır. Din çok tanrılıdır ve tanrılar insanın çeşitli eğilimlerini yansıtır.

Manacı felsefenin yetkin temsilcisi Eflatun, maddeci felsefenin temsilcileri atomcular, Leucippe, Demokrit ve Epicure olur. Aristo bu iki felsefenin karşısından oluşan eklektik felsefesini kurar.

Bu ekonomik ve kültürel birikimi Büyük İskender (356-323) büyük bir imparatorluğa dönüştürür. Bu imparatorluk Yunanistan'dan Hindistan'a kadar uzanır ve İskender'in kurduğu 70'in üzerinde kent Yunan kültürüyle doğu kültürünün karıştığı merkezlere dönüşür.

Roma fetihler, toprak ilhakları ve savaşlarla yola çıkar. Eski Yunan'daki üretim ve ticaret yerine savaş ganimetleri ve yeni topraklar arar. Eski Yunan'dan aldığı bilimle yetinir, yeni bilim üretmez.

Roma'nın da dini başlangıçta çok tanrılıydı ve Roma, Yunan felsefesini olduğu gibi aldı. Ama, bu durum, Roma İmparatorluğunun hristiyan dinini kabul etmesiyle değişti. Roma, tek tanrılı hristiyan dinini devlet dini yaptı; Aziz Augustinus (354-430), Eflatun ve Aristo'nun felsefesini ve bilimini hristiyan dininin ilkelerine uydurarak yorumladı ve bu dinin öğretisini (doktrinini) oluşturdu. Hristiyan kilisesi bu öğretiyi, kilisenin ve devletin çıkarlarına uyararak dondurup, dogmatlaştırdı. Böylece, bir yandan Hazreti İsa'nın duygusal önerileri bir devletin katı kurallarına dönüşürken, diğer yandan eski Yunan'ın akılcılığı yerini nakilciliğe ve düşünce özgürlüğü de yerini kalıpcılığa bırakıyordu.

Hıristiyan Orta Çağı böyle oluştu. Akılcılığın ve düşünce özgürlüğünün kaldırıldığı, kilisenin kuralları dışında düşünmenin yasaklandığı böyle bir ortamda, bilime katkı düşünülemezdi. Hıristiyan Orta Çağı Rönesans, Reform ve demokratik devrimlere dek sürdü.

Araplarla Osmanlıların, Eski Yunanla Romamnkine benzer bir ilişkileri oldu. Duygusal nedenlerle bu benzerlik üzerinde pek durulmaz. Oysa, bilimdeki geriliğimizin temel nedenlerini anlayabilmek için, kendimizi de karşımızdakilere uyguladığımız ölçülerle eleştirebilmemiz gerekmektedir.

### Araplar ve Osmanlılar

Hazreti Muhammed (570-632) ve onu izleyen dört Halife (632-661) nin kurduğu Arap devletini Horasan'dan İspanya'ya kadar uzanan bir imparatorluğa dönüştüren Emeviler (661-750) dir. İslam dini Horasan'dan düzenlenen seferlerle Orta Asya içlerine ve kuzeybatı Hindistan'a kadar yayılır. Göçebe aşiretler topluluğundan böylesine geniş bir imparatorluğa iki yüzyıldan daha az bir sürede geçen Araplar gittikleri yerlerde buldukları bilim ve felsefe önünde yetersizliklerini görürler ve yönetimlerinin sağlamlığı için çağın bilim ve felsefesini öğrenirler. Yukarıda da belirttiğimiz gibi, dünyaya egemen olmak için ya da dünyayı değiştirmek için dünyayı tanımak gerek; bunun için de çağın bilimini bilmek gerekiyor. Araplar bilimi iki komşusunda, Bizans ve İran'da, buldular. Bizans Yunan biliminin, İran ise Mezopotamya, Mısır ve Hint biliminin varisiydiler. Çağın bilim ve felsefesini bu iki komşusundan öğrenen Araplar, bu bilim ve felsefeyi Arapça olarak her gittikleri yere götürürler.

Zamanla zayıflayan Emevilerden iktidarı, Arap olmayan müslümanlarla anlaşılan Haşimiler alır ve Ebu'l Abbas 749'da halife ilan edilir. Haşimi iktidarı bilime öylesine gereksinin duyuyordu ki, Halife Memun (813-833) tüm Yunan eserlerinin Arapçaya çevrilmesini emretti. Çeviri ve telif eserlere ağırlığına altın öderdi. O dönemde Yunanca bilen Arap bilim adamı yoktu. Bu nedenle, Yunan eserlerinin İbrani ve Süryani dillerindeki çevirilerinden yararlanıldı. Bir diğer sorun, çağın biliminden habersiz göçebe aşiretlerin dili olan o günün Arapçasının bilimsel kavramları içermemesiydi. Bu sorun da arapça köklerden yeni sözcükler türetilerek çözüldü.

Bilime gereksinin duyan bir iktidar bilim adamının düşünce özgürlüğüne izin ve akılcılığa

destek vermek zorundadır. Arap devletinin ilk iki yüzyılında bu durum şöyle gerçekleşti: Hazreti Muhammed'in ölümünden sonra yerine Hazreti Ali'nin mi, yoksa Hazreti Osman'ın mı geçeceği büyük bir tartışma başlattı; otuz yıl süren dört halife döneminden sonra, bu kez Ali ile Muaviye arasındaki iktidar çekişmesi, sönmeyen tartışmaları alevlendirdi. Bu tartışmalardan, zamanla, çeşitli düşünce akımları ortaya çıktı. Mutezile akımı bu akımlardan biridir.

Eski Yunan'da ve İslam öncesi İran'da mevcut düşünce akımlarıyla kaynaşarak oluşan bu tartışma ortamında, akılcılık da gelişme olanağı buldu. Bilimsel araştırmanın vazgeçilmez unsurlarından biri olan akılcılık böyle uzun bir birikimin sonucu olarak, 8. ile 10. yüzyıllar arasında Basra ve Bağdat'ta İslam düşüncesine Mutezile akımıyla katıldı. Halife Memun bu akımın temsilcisi oldu ve kardeşleri Mutasım (833-842) ve Vasık (842-847) iktidara geldiklerinde bu öğretiyi izlediler. Mutezile akımının bilgileri eski Yunan bilim ve felsefesini kavradılar ve yeni katkılar yaparak geliştirdiler. Basra'da ortaya çıkan ve doğa bilimlerinde ansiklopediciler olarak bilinen İhvan-ı Safa bu akımdandır. Yunan felsefesi batının 400-500 yüzyıl sonra kullanılabileceği bir düzeye ulaştırıldı. Matematik, fizik, kimya, astronomi ve tıp Hindistan'dan İspanya'ya kadar yayılan merkezlerde tartışıldı ve geliştirildi. İslamın bu ilk 350 yılına bilimin altın çağı denir ve bu altın çağ mutezile akımının ilk iki yüzyılda yarattığı bilim ve felsefe ortamının bir sonucudur.

Önceleri hoşgörülle karşılanan ve Halife Memun'la iktidara gelen mutezile akımı, zamanla, imanı akıldan üstün tutan geleneksel akımları rahatsız etti. Halife Mütevekkil (847-861) mutezileyi iktidardan uzaklaştırdı ve 848'de bu akım mensuplarının ölümle cezalandırılmalarını emretti. Önce Araplar, sonra Türkler mutezile akımı yanlılarını son ferdine kadar yokettiler.

Bir düşünce yanlılarının fiziksel olarak yok edilmeleri o düşüncenin hemen yok olmasını gerektirmiyor. Aşari (873-936) gibi mutezileden sünnilige geçen düşünürler, mutezile öğretisine ve akılcılığa karşı şiddetli bir saldırıya geçtiler. Aşari'nin ve daha sonra gelen Gazali (1085-1111) nin akılcılığa karşı olan düşünceleri, iktidarlarca donmuş, tartışılmaz bir öğretiye çevrildi; düşünce belli kalıpların içine sokuldu. Katliamdan sağ kalmayı başaran yeni Eflatuncu bilim adamları, dinle bilimi uzlaştırmaya çalışan İhvan-ı-Safa, araştırmalarını bir süre yer altında sürdürdüler, ama sonunda egemen dogmacılığa yenildiler.



Müslüman "Orta Çağı" böyle başladı.

İki yüzyıl boyunca İslam düşüncesini zenginleştiren, bilim ve felsefede, araştırma ve geliştirmeye akılcı yöntemi sokan mutezile öğretisi, yandaşlarının ortadan kaldırılmasına karşın, daha bir, birbuçuk yüzyıl etkisini sürdürdü. Farabi (870-950), İbni Sina (980-1037) ve İbnür Rüşd (1126-1198) bu akımın ve akılcılığın cesur temsilcileri oldular. Ama sonuçta müslüman dünyada, dondurulmuş bir felsefe, dogmalaşmış bir bilim, belli sınırlar içine hapsedilmiş bir düşünce kaldı. İşte Arap İmparatorluğunun yerini alan Osmanlı İmparatorluğu bu öğretiyi devraldı. Ekonomik ve sosyal yapısı değişikliğe gereksinim duymadığı için, bu öğretiyi aynen sürdürdü. Bu nedenle, ne bilime, ne de felsefeye bir katkıda bulunmadı. Bu öğreti devri olayını yakından görelim.

Türklerin İslamı ve kurumlarını benimsemeleri Abbasiler dönemine rastlar. 940'ta Karahanlılar İslam dinini benimseyen ilk Türk boyudur. Onları, Oğuzların Kınık boyundan gelen Selçuklular izler. Bu göçebe ve savaşçı Türk boylarının bilimle ilişkileri, Arapların İslamdan önceki durumuna benzer. Selçuk'un torunlarından Tuğrul Bey, 1055'te Bağdat'a girer ve evlilik yoluyla Abbasi halifesinin siyasal ve askersel gücü zamanla Selçukluların eline geçer. Tuğrul Beyin oğlu Alp Aslan 1071'de Anadolu'yu Türklere açar. Alp Aslan ve oğlu Melikşah'ın veziri Nizamülmülk Türklerin Arap bilim ve felsefesini öğrenmesini sağlar:

- Din bilginlerine tek tip eğitim verme amacı güden devlete bağlı eğitim örgütlenmesini kurar;
- 1085'te Gazali'yi sarayına davet eder;
- 1091'de Gazali'ye Bağdat'taki Nizamiye Medresesi'nde görev verir ve kendine danışman yapar.

Gazali bu görevi sırasında, Farabi'yi, İbni Sina'yı ve eski Yunan felsefesini inceler ve çağının dinsel ve düşünsel akımlarıyla tanışır ve yirmiyeye yakın eser yazar.

Farabi (870-950) Aristo felsefesini yeniden yorumlayarak onu İslam düşüncesiyle bağdaştırmaya çalışan akılcı bir filozoftur. Aristo'ya öyle yakındır ki, İslam felsefe geleneğinde "ilk öğretmen" sayılan Aristo'dan sonra "ikinci öğretmen" olarak anılır. İbni Sina (980-1037) ise Farabi ile başlayan Aristocu felsefe geleneğinin en yetkin temsilcisidir.

Gazali Aristo'nun akılcılığına, onun yorumcuları Farabi ve İbni Sina'ya karşı çıkar. Aklı sorgular; aklın gerçeğe ulaşmasının olanaksızlığını gösterir; akıl ile inancın uzlaşamayacağını vurgular; akıl ile inancın karşılığını kabul etmeyen, ikisini bağdaştırmaya çalışan Mutezile okuluna karşı Aşari akımının yanında yer alır. Gazali'ye göre Tanrıyı akılla açıklamaya çalışmanın sonucu Tanrıyı yadsımak olur; neden-sonuç araştırması da Tanrının iradesini yadsıma sonucu verebilir; Tanrı iradesi dışında doğa yasalarından söz edilemez.

Mutezile yanlılarının 848 katliamından sonra, akılcılığa karşı öğretiyi Aşari (873-936) Basra ve Bağdat'ta yayarken, Orta Asya'da da Ebu Mansur Matüridi (ö.944) sünni öğretinin ikinci büyük okulu Matüridiyeyi kuruyordu. Bu iki okulun İslam dünyasına egemen olmasıyla, mutezile akımı ancak dar bir çevrede varlığını sürdürebildi; ama Şii bilginlerinin çoğu mutezile akımını izlediler.

İslam tarihçileri Aşari'yle başlayan ve inancı akıldan üstün tutan öğretiyi iki bölüme ayırırlar: Aşari'yle başlayıp Gazali'nin hocası Cüveyni (ö.1085) ile sona eren öğretiye Mütেকaddimin, Gazali ile başlayan öğretiye ise Mütעהhirin adını verirler. Bu da Gazali'nin ve onun öğretisini resmileştiren Nizamülmülk'ün İslam düşüncesinde oynadıkları rolün önemini gösterir.

Selçuklu iktidarı ve onu izleyen Osmanlı iktidarı Gazali öğretisini Yirminci Yüzyıla kadar sürdürür. Tüm düşünürler ve müderrisler bu resmi öğretiyi izlemek ve yinelemek zorundadırlar. Akılcılık yasaklandığı için, Orta Doğu'da tek bir filozof çıkmaz. Yalnız Endülüs'te, Kordoba'da, İbnür Rüşd (1126-1198) çıkar. Yerel Halifenin desteğine karşın, o da sürgün ve yasaklardan kurtulamaz. Doğu'da ve Batı'da akılcı düşünürlerin baskı altında tutulması, sürülmesi, ya da öldürülmesi, kitaplarının yakılması, resmi öğreti dışı bilimlerin yasaklanması Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinin bir geleneğidir.

Akılcılıktan yoksun, durgun bilgiyi yinelemekle yetinen öğretiye nakilecilik denir. Osmanlı Medresesi akla değil, nakle dayanırdı. Tıpkı Romalıların Yunan bilimini alıp geliştirmedikleri gibi, Osmanlılar da Arap bilimini alıp geliştirmediler. Araplar, Türkler, İranlılar ve Pakistanlılar bu durağanlığı bin yıldır birlikte yaşamaktalar.

Arap biliminin temelini oluşturan mutezile düşüncesi, Halife Mütèvekkil'den beri, imanı

akıldan üstün tutanlarca unutturulmak istenir; mutezile yanlılarının katledilişleri gerçeği gizlemeye çalışılır. Müslüman yazarlar bu olguyu ya sansür ederler, ya da değiştirerek sunarlar.

Akılcılık imancıları rahatsız eder. Gazali'nin, Farabi ve İbni Sina'yı kafirlikle suçlaması bu düşünürlerin akılcılıkları nedeniyledir; "Farabi'nin peygamberlerin nesnelere gerçeklerini bilmediklerini ve ancak bir takım benzetmeler, öğretilmelerle gerçeği bildirdiklerini söylemesi büyük bir sorun olmuştur".

Saldırıların akılcı felsefeye karşı olması ve bilimin Araplarda bağıl bir hoşgöründen yararlanması, İslamın bilime açık olduğu izlenimini bırakmıştır. Oysa, akılcılıktan yoksun bir ortamda, bilimin gelişmesi düşünülemez. İşte, bu

gerçeği görmezlikten gelmeyi yeğleyen yazarlar, Arap biliminin nasıl son bulduğunu anlayamadıklarını öne sürerler. Hıristiyan yazarlar da, başka nedenlerle, Arap bilimini ve onun temelini oluşturan mutezi akılcılığını sansür ederler. Çağın bilimini ve felsefesini, daha sonra sömürgeleştirdikleri İslam dünyasından aldıklarını söylemek istemezler. Böylece, müslümanlar ve Hıristiyanlar, düşün tarihinin önemli bir çağını, farklı nedenlerle sansür etmekte birleşirler. "Aydın"larımızın çoğu da, bilim ve felsefeyi Batıdan aktarıırken, Arap bilim ve felsefesine uygulanan bu sansürden habersizdirler.

Gelecek sayıda, Hıristiyan Avrupa'yı ele alacağız.

## TÜRK FİZİK VAKFI ÜNİVERSİTE BURSLARI

TFV, Üniversitelerin Fizik ve Fizik Mühendisliği bölümlerinin 2, 3. ve 4. sınıflarında okuyan başarılı öğrencilerine karşılıksız burslar vermektedir. Burs tutarı, üniversite öğrencilerine verilen kredi tutarı düzeyindedir.

### Başvuru Koşulları:

1. Geçmiş yılların ders programlarının takıntısız başarılmış olması.
2. Not ortalamalarının en az 65/100, 12/20 veya 2,5/4 olması.
3. Başka bir yerden burslu olunmaması ( bazı durumlarda aranmayabilir )
4. Bir bursiyer yukarıdaki koşulları sonradan yerine getiremez duruma düşerse bursu kesilir.
5. Bir bursiyer lisansüstü eğitime başlarsa bursu da sürer.

Başvuru için, Bölüm Başkanlıklarından veya Vakıftan temin edilebilecek " Türk Fizik Vakfı Başvuru Formu " ve eklerinin Vakıf adresine gönderilmesi gerekir. Başvurular en geç 1994 Mart ayı sonuna kadar Türk Fizik Vakfı'na ulaşılmış olmalıdır. Burslar 1 Mart'tan başlayarak ödenecektir.

# ÜNİVERSİTEDE YABANCI DİLDE ÖĞRETİM

Demir İNAN

Bundan birkaç yıl önce, Anadolu üniversitesinden bir arkadaşına sormuştum, "Sizin üniversitede fizik bölümüne gelen öğrencilerin düzeyi nasıl? nitelikli öğrenciler bulabiliyor musunuz?". "Bu yıla değin pek iyi değildi ama, bu yıl çok iyi öğrenciler geleceğini umuyoruz" diye yanıtlamıştı sorumu. "Neden?" diye sorduğumda, "Bu yıl İngilizce öğretime başlıyoruz, dersleri İngilizce vereceğiz" demişti.

Bir kongreye katılmak üzere Trieste'ye (İtalya) giderken kızımı da yanıma almıştım. Kötü bir şans oldu ve kızım düşüp kolunu kırdı. Trieste'deki çocuk hastanesine gittik; söylendiğine göre o bölgenin en ünlü çocuk hastanesiymiş. Karşılıklı iyi niyet ve çabalarımıza karşın, doktorlarla bir tek sözcük İngilizce konuşamadık; İngilizce bilmiyorlardı bu genç doktorlar.

Yurt içinde ve yurt dışında yabancı üniversite üyeleriyle karşılaştığımda hep sorarım, "Sizde üniversite eğitimi hangi dilde yapılıyor?" diye. Aldığım yanıtlar şu sonucu veriyor: Daha önce sömürge olmuş ülkelerde, hangi ülkenin sömürgesi olmuşlarsa o dili kullanıyorlar, ama diğerleri kendi dillerinde yapıyorlar üniversite eğitimlerini. Söz gelimi, bir Yunanistan, bir İsrail, abcleri (alfabeleri) bile farklı iken, yine de kendi dillerini kullanıyorlar.

Peki, bizdeki bu İngilizce eğitim modası nereden geliyor?

Acaba, Atatürk'ün Erzurum Kongresi'nde manda olma düşüncesine karşı çıkışı yani, biz birşey yapamayız bizi başka birileri gelsin kurtarsın, biz de onların egemenliğinde yaşayalım düşüncesine karşı çıkışı yanlış mıydı? O gün, topla tüfekle ülkemizi elde edemeyenler bugün başka yöntemleri mi deniyorlar? Yoksa bizler, kendiliğimize, genç kuşaklara meslek edindiremeyecek denli kendi dilimizi ve dolayısıyla kendimizi yetersiz sanma dönemine mi girdik?

Siyasetçilerimiz, Balkanlardan Orta Asyaya dek Türkçe konuşuluyor diyorlar ve bu ülkelerin yol göstericisi, önde gelen ülkesi olduğumuzu söylüyorlar ama, gelin görün ki,

üniversite eğitimini bile Türkçe yapamadığımız ortada.

Bugünlerde, özellikle yeni Türk Cumhuriyetlerinden ülkemizdeki üniversitelere büyük akın var. Bu gelen öğrenciler, Türkiye'ye Türk dilinde eğitim yapmak üzere geliyorlar, İngilizce değil. İngilizce eğitim yapmak isteselerdi, İngiltere ya da Amerika Birleşik Devletleri'ne giderlerdi. Türkçe eğitim yapamadığımızı görünce, kısa bir süre sonra onların da gözünden düşeceğimiz açık.

İşin aslına bakacak olursak, iki değişik konuyu bir potada eritme çabasının verdiği yanlışlıktır bu yabancı dilde üniversite eğitimi. Genç kuşaklara yabancı dil (bugün için moda olan İngilizce) öğretmek başka şeydir, meslek öğretmek başka şey.

Bana göre yabancı dil öğretmek üniversitenin bir görevi değildir, olmamalıdır. Yabancı dil öğrenmede en verimli yaşlar, orta öğretim yaşlarıdır. Yabancı dil öğretme, orta öğretimin görevi olmalıdır; sorun burada çözülmelidir. Üniversiteye gelen öğrenci, yabancı dil değil, bir meslek öğrenmek için üniversiteye gelir. Bu meslekle ilgili bilgileri, kendi anadili varken, yabancı dilde öğrenmesinin ne bir gereği, ne de bir anlamı vardır. Kaldı ki, Türk öğretim üyelerinin, kendi bilgilerini öğrencilere en iyi ve verimli olarak, kendi dillerinde aktarabilecekleri de su götürmez bir gerçektir. Düşününüz ki, bir sınıfta bir Türk öğretim üyesi meslekle ilgili bir konuyu, yine Türk öğrencilerine yabancı dilde anlatmaya çalışıyor. Önce şu soruyu soralım: Türk öğretim üyesi o yabancı dili ne denli biliyor? Ne denli iyi bilirse bilsin, kendi ana dili gibi kullanabilir mi? Ayrıca, o öğretim üyesinin oradaki görevi, meslekle ilgili bir konuyu yabancı dilde anlatabilme gayretinde olmak değildir ve o öğretim görevlisi iyi yabancı dil konuşmak zorunda da değildir. Çünkü onun işi, kendi mesleğindeki bilgi birikimini en verimli bir biçimde karşısındaki öğrencilere aktarmaktır. Görevi budur ve bunun için orada bulunmaktadır. Bunu da en iyi kendi dilini kullanarak yapabileceğinden kimin kuşkusu



olabilir?

Şimdi de öğrenciler için şu soruyu soralım: Öğrenciler, yeni gördükleri, yeni öğrenmek durumunda oldukları bilgileri, bu bilgilerin yabancı bir dilde anlatılmasıyla ne denli verimli öğrenebileceklerdir? Söylenilen kaç cümleden kaçını tam anlayabileceklerdir? Hele, hem kendilerinin hem de öğretim üyesinin yabancı dilleri yetersizse; ki çoğunlukla durum böyledir.

Bir de öğrencilerin, o anlayabildiklerini kağıda geçirme, not tutma durumunu düşünün; hele İngilizce gibi neredeyse her sözcüğü için ayrı bir yazım kuralı olan dilde. Sonra da, o tuttıkları notlardan, çahşırken yararlanmalarını...

Hem öğretim üyesi, hem de öğrenciler Türkçeyi kendi anadilleri olarak bilirken, böyle bir "oyun"a, işi böyle bir "karmaşaya" sokmaya ne gerek vardır? Kime ne kazandırmaktadır, götürdüklerinin yanında?

Şöyle bir sav ileri sürülmektedir: "Efendim, bugün bilimde en yaygın kaynaklar İngilizcedir. Çocuklarımız mesleklerini İngilizce olarak öğrenirlerse bu İngilizce kaynaklardan da kolayca yararlanabilirler ve daha iyi yetişirler". Oysa, mesleklerini tam öğrenememektedirler ki, o kaynaklardan yararlanabilsinler, o kaynaklarda yazılanları anlayabilsinler.

Ayrıca, bundan yüz yıl önce bu denli yaygın İngilizce kaynak yok idi. Bunlar gökten inmedi, birileri bunları yazdı. Öyleyse, öğretim üyelerini İngilizce ders vermeye zorlamak yerine, en azından İngilizce kaynakları Türkçeye

çevirmeye yönlendirmek, Türkçe kaynaklar yaratmaya yönlendirmek daha akıllıca olmaz mı?

Toparlayacak olursak, bugün toplumun da benimseme durumuna geldiği yabancı dilde eğitim yanlışır ve bizleri bir açmazda sürüklemektedir. Nasıl Osmanlı Devletinde bilim ve yazın diline Arapça ve Farsça sokulmuş ve sonuçta içinden çıkılmaz bir duruma gelinmişse, aynı yanlış günümüzde de yapılmaktadır. Anababalarca, çocuklarının yabancı dilde eğitim görmeleri isteği, daha önceleri Avrupa ülkelerine ve diğer gelişmiş ülkelere öğrenci gönderilmesi ve oralarda daha iyi öğrenim göreceği inancının bir uzantısıdır. Ama unutulmamalıdır ki, o ülkelere gönderilen öğrenciler de o ülkenin dilinde eğitim görürler; İngiltere'ye giden bir öğrencinin, İngiliz hocalardan Fransızca mühendislik öğrenimi görmesi düşüncesi ne kadar ters ise, Türkiye'deki bir öğrencinin de Türk hocalardan İngilizce öğrenim görmesi o denli terstir.

Unutmayalım, bugün hastalanıp bir doktora gittiğinizde, onun yabancı dil bilgisinden değil, tıp konularındaki bilgilerinden yararlanırsınız. İngilizce bilen ama tıp bilgisi yarım yamalak olan bir doktor yetiştirmenin kime yararı olabilir?

Bugün Türkiye güçlü bir ülke ve ulus olmak istiyorsa, dilini her alanda kullanmak, kullandırmak, geliştirmek zorundadır. Dil, bir toplumun düzeyini, gelişmişliğini gösteren bir aynadır. Üniversite, bir toplumun düşünce ve bilgi lokomotifidir. Orada kendi dilimizi kullanmazsak, nasıl güçlü bir ülke olabiliriz?

## FEYNMAN ŞAKA YAPAR!

Z. Zekeriya AYDIN

Ankara Fen Fakültesi'nden mezun olup asistan kaldığımda, pek modern olmayan bir fizik programından geçtiğimi duyumsuyordum. O yıl yurt dışından gelen bir genç hocamız (Burhan Cahit Unal), yanında getirdiği İngilizce üç kitap verdi bize ve bunları okumamız gerektiğini söyledi. "Feynman'ın Fizik Dersleri" adını taşıyan bu kitapların ilk sayfasında "muzip"çe bir tebessüm içinde *davul çalan* bir adam resmi vardı. "İşte bu Feynman!" dedi genç hocamız.

Bu kitaplar Richard Feynman'ın iki yıl önce CALTECH (California Institute of Technology)'de küçük bir gruba deneme niteliğinde verdiği derslerin teyp kayıtlarından derlenmişti. Bu kitapları zevkle okuduğumuzu, akşamları program dışı olarak bölümümüzdeki beş kişilik NATO barslusu bir gruba anlattığımızı, senli-benli dilinin bizi rahatlattığını hiç unutmam. Asıl önemlisi, esas fiziği ve fizik kavramlarını bu kitaplardan öğrenmiş olmamdır. Kitapların önsözünde Feynman, bu denemesinin öğrenciler açısından başarısızlığa uğradığını söyler; ama bizim NATO grubumuz büyük bir başarı sergilemişti...

Daha sonraları Feynman'ın dünyanın en büyük kuramsal fizikçilerinden biri olduğunu öğrendik. Bunun yanında, dünyanın en renkli fizikçisi olduğu da kesin... 1985 yılında, herşeye merak duyan bu kişinin serüvenlerini anlatan "Herhalde şaka yapıyorsunuz, Bay Feynman!" adlı bir kitap çıktı. Feynman'ın renkli kişiliğini birazcık da olsa görebilmeniz için, biraz sonra bu kitaptan bir öyküyü aktaracağım size.

Ama önce Feynman'ın kısa bir özgeçmişi... Feynman 1918'de New York'un Far Rockaway adlı küçük bir kasabasında doğdu ve 1935 yılına dek orada yaşadı. O yıl 17 yaşındayken, dört yıllığına Massachusetts Institute of Technology (MIT)'ye gitti ve 1939'da lisansüstü öğrenimi için Princeton Üniversitesi'ne geçti. Princeton'da bulunduğu sırada meşhur "Manhattan Projesi"nde çalışmaya başladı ve 1943 Nisanında Los Alamos'a geldi. Kasım 1946'dan 1951'e dek Cornell Üniversitesi'nde çalıştı. Bu

sıralarda, elektronlarla elektromagnetik alanı etkileşmesini anlatan *kuantum elektrodinamiği* üzerinde çalışıyordu. Bu çalışmalarıyla kuramı en modern biçimine soktu; Feynman diyagramlarını buldu ve renormalizasyonunu yaptı. Bu nedenle kendisine, Schwyinger ve Tomonaga ile birlikte, 1965 Nobel Fizik Ödülü verildi. O yıllarda kuantum mekaniğinin yol integrali formülasyonunu da kurmuş bulunuyordu. 1951'de CALTECH'e gitti ve hayatının sonuna dek (18 Şubat 1988) orada kaldı. Bu dönemde, zayıf etkileşmelerin V-A kuramını, sıvı helyumun üstün akışkanlığını ve proton, nötron gibi kuvvetli etkileşen parçacıkların parton modelini geliştirdi. 1949 yazını ve 1951 yılının altı ayını Brezilya'da geçirdi. Üç kez evlendi.

Herhalde dünya tarihinde;

- bir yanda sıvı helyumun esrarını çözerken, öte yanda amatör nü ressamlığını çıplak bir kadın-matador tablosu siparişi alacak kadar ileri götüren,
- bir yanda Los Alamos'ta atom bombasının geliştirilmesi projesinde çalışırken, öte yanda bu proje sırasında en sıkı "güvenlik" önlemlerini çeşitli muzipliklerle delen,
- bir yanda Einstein, von Neumann ve Pauli gibi "dev beyinlere" fiziği yorumlarken, öte yanda bir Brezilya samba grubunda geceleri ustaca elle davul çalan,
- bir yanda İsveç Akademisi'nce 1965 Nobel Fizik Ödülüne layık görülürken, öte yanda Amerikan Ordusunda bir ruh doktoru tarafından kendisine akılca noksanlık teşhisi konan tek kişi Feynman'dır!...

1987'de Challenger uzay mekiği felaketini araştırmak üzere ABD Başkanı tarafından kurulan Araştırma Komisyonunun en gözüpek üyesi gene Feynman olmuş ve bu felakete yol açan hatayı, televizyonda bir gösteri deneyiyle açıklamaya kalkışmıştır.

**Herhalde Şaka Yapıyorsunuz, Bay Feynman!**

MIT'de lisans öğrencisiyken, orasını çok sevmiştim. Büyük bir yer olduğunu düşünürdüm ve kuşkusuz lisansüstü okuluna da orada gitmek isterdim. Fakat Profesör Slater'e gidip, ona bu niyetimi söylediğimde, "seni burada tutmayacağız" dedi.

"Ne diyorsunuz?" dedim hayretle.

"Lisansüstü öğrenimini niçin MIT'de yapman gerektiğini düşünüyorsun?" diye sordu Slater.

"Çünkü ülkede bilim için en iyi okul MIT'dir".

"Öyle mi sanıyorsun?"

"Evet".

"İşte bu nedenle bir başka okula gitmelisin. Dünyanın geri kalan kısmının nasıl olduğunu öğrenmelisin".

Böylece Princeton'a gitmeğe karar verdim. Princeton bir tür inceliğe sahipti. Ne de olsa bir İngiliz okulunun takliidiydi. Benim oldukça kaba ve senli-benli davranışlarımı bilen yurttaki arkadaşlar "dur bekle, Princeton'a kimin geldiğini hele bir görsünler! Yaptıkları hatayı hele bir anlasınlar!" gibi uyarılar yapmağa başladılar. Ben de Princeton'a vardığımda, orada kibar olmaya çalışacağıma kendi kendime karar verdim.

Babam beni Princeton'a arabasıyla götürdü; odama yerleştim ve babam geri döndü. Orada henüz bir saat bile geçirmeden bir adamla tanıştım: "Ben bu yurtların yöneticisiyim; size söylemeliyim ki, Dekan bu öğleden sonra bir çay veriyor ve tümünüzün gelmesini istiyor. Oda arkadaşımız Bay Serette'ye de bildirme nezaketini gösterirsiniz herhalde". Bunları Fransız aksanıyla söylemeğe çalışıyordu.

Princeton'da tüm öğrencilerin orada yatıp kalktığı lisansüstü "kolej"ine başlamam böyle oldu. Oxford ya da Cambridge taklidi gibi bir yerd - aksanları bile öyle... (Yurtların yöneticisi "Fransız Edebiyatı"ndan bir hocaydı). Merdivenin altbaşında bir kapıcı vardı; herkes güzel odalara sahipti ve yemeklerimizi, akademik giysilerimizi giyerek, pencereleri buzlu camla kaplı büyük bir salonda hep birlikte yedik.

İşte Princeton'a vardığım ilk günün öğleden sonrasında Dekan'ın çayına gidiyor; fakat "çay"ın ne olduğunu ya da niçin yapıldığını bile bilmiyordum! Herhangi bir üstün sosyal niteliğim yoktu; bu tür şeylerde hiç bir deneyime sahip değildim.

Böylece kapıya yanaşıyorum; işte Dekan Eisenhart orada, yeni öğrencileri karşılıyor: "Oooh, siz Bay Feynman'sınız" diyor, "aramızda olmanızdan mutluyuz". Bunun biraz yardımı oldu; çünkü her nasılsa beni tanıdı.

Kapıdan giriyorum; içerde hanımlar var, kızlar var. Herşey çok resmi ve nereye otursam diye düşünüyorum. Şu kızın yanına otursam mı oturmasam mı; acaba nasıl davransam? derken, arkamda bir ses duyuyorum:

"Çayınıza süt mü, limon mu istersiniz, Bay Feynman?" Bu, çayımı doldurmakta olan Bayan Eisenhart'dır.

"Her ikisini de; teşekkürler" diyorum, hala oturacak bir yer araştırırken. Ansızın şunu duyuyorum: "Heh heh heh heh heh. Herhalde şaka yapıyorsunuz, Bay Feynman".

Şaka? Şaka yapmak? Ne dedim ki ben şimdi? Biraz sonra ne yaptığımı anladım. Böylece bu, benim "çay" konusuyla ilgili ilk deneyimim oldu.

Sonraları, yani Princeton'da uzun süre kaldıktan sonra, bu "heh heh heh heh heh"leri anladım. Aslında daha şu ilk çayda, oradan ayrılırken anlamıştım ki, bu "heh heh heh heh"ler, "siz sosyal bir hata yapıyorsunuz" demekti.

Bir başka kez, herhalde bir yıl kadar sonra, bir başka çayda Profesör Wildt ile konuşuyordum. Kendisi, Venüs üzerindeki bulutlar hakkında bir kuram geliştirmiş olan bir astronomdur. Bu bulutların formaldehit oldukları sanılıyordu (bir zamanlar nelere tasalandığımızı bilmek ne olağanüstü bir şey!), ve o, formaldehit'in nasıl çökeltildiğini vs. yi tam hesaplamıştı. Bu, aşırı derecede ilginçti. Küçük bir bayan bana yaklaşıp "Bay Feynman, Bayan Eisenhart sizi görmek istiyor" dediğinde, biz tüm bu zımbırtıları konuşmaya dalmıştık.

"Tamam, sadece bir dakika..." dedim ve Wildt ile konuşmayı sürdürdüm.

Küçük bayan yeniden geri geldi ve dedi ki "Bay Feynman, Bayan Eisenhart sizi görmek istiyor".

"Tamam, tamam!" dedim ve Bayan Eisenhart'ın yanına geçtim. Bayan Eisenhart çay koyuyordu.

"Biraz kahve ya da çay ister miydiniz, Bay Feynman?"

"Bayan falan filan, benimle konuşmak istediğinizi söylüyor".

"Heh heh heh heh heh". Kahve ya da çay



ister miydiniz, Bay Feynman?"

"Çay" dedim "teşekkür ederim".

Biraz sonra Bayan Eisenhart'ın kızı ve bir okul arkadaşı bize yaklaştı ve birbirimize tanıştırdık. Az önceki "heh heh heh heh"leri birden anladım. Bayan Eisenhart'ın asıl amacı benimle konuşmak değildi; kızıyla arkadaşı ona doğru yaklaşıncı, çay almak için benim oraya gelmemi istemişti; böylece onlarla konuşacak birini hazırlıyordu. Bunun yolu buydu. "Heh heh heh heh"leri duyduğumda, ne yapmam gerektiğini artık anlamıştım. "Heh heh heh heh" ile ne kastediyorsunuz" diye sormazdım. Bilirdim ki "heh heh heh heh" demek "hata yaptın" demekti ve en iyisi bunu düzeltmekti.

Her akşam yemek için akademik giysilerimizi giyerdik. İlk gece bu benim hayatımı kaydıracak sandım; çünkü formaliteden hoşlanmıyordum. Fakat kısa sürede anladım ki, bu giysiler büyük bir avantajdı. Dışarda tenis oynayan arkadaşlar hızla odalarına girip, akademik giysilerini kaptıkları gibi üzerlerine geçirebilirlerdi. Çamaşırlarını değiştirmek ya da bir duş almak için zamanları yoktu. Dolayısıyla akademik giysilerin altında çıplak kollar, T-şörtler, velhasıl herşeyler vardı. Üstüne üstlük, "akademik giysiyi asla temizlemeyeceksiniz" şeklinde bir kural vardı; böylece bir yıllık adamı, iki yıllıktan, üç yıllıktan, bir domuzdan ayırabilirdiniz! Akademik giysinizi asla temizleyemiyordunuz; asla onaramıyordunuz; böylece bir yıllıklar çok hoş, oldukça temiz akademik giysilere sahiptiler; fakat zamanla üçüncü yıla falan gelince, bunlar artık omuzlarınızda, orasından burasından paçavralar sarkan, bir tür karton nesneden başka birşey değildiler.

Böylece Princeton'a varır varmaz, daha o pazar günü öğleden sonra şu çaya gitmiş ve o gece "kolej" de akademik giysiyle yemek yemiştim. Pazartesi günü yapmak istediğim ilk iş, siklotronu görmektir.

Ben öğrenciyken, MIT yeni bir siklotron kurmuştu; tam anlamıyla çok *güzel*di! Siklotronun kendisi bir odada, kontroller bir başka odadaydı. Mühendisliği bir barikaydı. Teller, kontrol odasından siklotrona yeraltından kanallar içinde gidiyordu; düğmelerin ve ölçüm metrelerin yer aldığı bütün bir konsol vardı. Altın kaplamalı siklotron diyebileceğim gibi bir şeydi.

O ana kadar siklotron deneyleri üzerine birçok makale okumuştum ve çoğu MIT'den değildi. Herhalde daha yeni başlıyorlardı. Sonuçların çoğu Cornell ve Berkeley gibi yer-

lerden ve herşeyin üzerinde de Princeton'dandı. Bu nedenle, gerçekten de görmek istediğim, dört gözle beklediğim PRINCETON SIKLOTRONU idi. O *gerçek birşey* olmalıydı!...

Pazartesi ilk iş olarak fizik binasına gidiyorum ve soruyorum: "Siklotron nerede - hangi bina?"

"Alt katta, zeminde - koridorun sonunda".

*Zeminde mi?* Eski bir binaydı bu. Zeminde siklotron için hiç oda yoktu. Aşağıya, koridorun sonuna yürüdüm; kapıdan içeriye girdim ve on saniye içinde Princeton'un neden benim için uygun olduğunu, okula gitmek için bana göre en iyi yer olduğunu anladım. Bu odada *her yere takılmış* teller vardı! Tellerden şarteller sarkmaktaydı; soğutma suyu vanalardan damlıyordu; oda ıvır-zıvırla *dopdoluydu*; herşey açıktaydı. Aletlerle tepeleme dolu masalar her yerdedeydi; durmadan gördüğünüz allahın belası karışıklıktı. Tüm siklotron burada bir odadaydı; tamamıyla mutlak kaostu!...

Burası bana evdeki laboratuvarımı hatırlattı. MIT'de hiç birşey hiç bir zaman bana evdeki laboratuvarımı hatırlatmamıştı. Birdenbire Princeton'un neden çok sonuç elde ettiğini anladım. Onlar aletle çalışıyorlardı. Aleti onlar *kurmuşlardı*; herşeyin nerede olduğunu biliyorlardı; herşeyin nasıl çalıştığını biliyorlardı; işe karışan hiçbir mühendis yoktu. MIT'deki siklotrondan çok daha küçüktü. "Altın kaplamalı" mı? Ne gezer, tam tersiydi. Vakum tutturmak istedikleri zaman, üzerine gliptal damlatırlardı; öyle ki yerlerde gliptal damlaları olurdu. Ne olağanüstü şeydi! Çünkü onunla bizzat *uğraşırlardı*. Diğer odada oturup, düğmelere basmazlardı! (Var olan kaosvari düzensizlikten - aşırı sayıdaki tellerden - ötürü, bazen o odada yangın çıkardı ve bu siklotronu mahvederdi. Fakat en iyisi bunları söylememek!...)

(Cornell'e gittiğimde, oradaki siklotronu görmek istedim. Bu siklotron için neredeyse bir odaya bile gerek yoktu: Bir yandan öbür yana - yani tüm nesnenin çapı - bir adım kadardı. Dünyanın en küçük siklotronuydu; fakat oradakiler hayret verici sonuçlar elde ettiler. Her türden özel tekniklere ve kurnazlıklara sahiptiler. D'lerde - parçacıkların dolandığı D - şekilli yarım daireler birşeyler değiştirmek istediklerinde, ellerine tornavidayı alıp D'leri elleriyle çıkarırlar, onarırlar ve tekrar yerlerine geri koyarlardı. Princeton'da bu iş daha da zordu. Ama MIT'de tavandaki ray üzerinde yuvarlanarak gelen vinci alır, çengelleri alçaltırdınız ve ... sanki

çok büyüük bir işti!)

Farklı okullarda birçok farklı şey öğrendim. MIT çok güzel bir yerdir; onu aşağılamak istemiyorum. Oraya aşık oldum. Kendine özgü bir "hava" yaratmıştı; öyle ki oranın her üyesi, dünyada en olağanüstü yerin orası olduğunu düşünür - dünyada değilse bile, Birleşik Devletlerde bir bakıma bilimsel ve teknik gelişmenin merkezidir. Bu, New York'a bir New York'lunun bakışı gibidir: Onlar ülkenin geri kalanını unurlar. Orada iyi bir karşılaştırma duygusu elde edemezsiniz; ancak mükemmel bir onun ile ve onun içinde olma duygusu hissedersiniz ve bunu korumak için neden ve istek duyarsınız - siz özel olarak seçilmiş ve orada olduğunuz için şanslısınızdır.

Doğrusu, MIT güzeldi; fakat lisansüstü çalışmalarım için bir başka okula gitmem konusunda beni uyarmakta Slater haklıydı. Ben de sık sık öğrencilerime aynı doğrultuda öğütler veririm: Dünyanın geri kalan kısmının nasıl olduğunu öğrenin. Çeşitlilik herşeye değer...

Bir kez Princeton'da siklotron laboratuvarında, tüyler ürpertici sonuçlar vermiş olan bir deney yapmıştım. Şimdi onu anlatayım: Hidrodinamik kitabında tüm fizik öğrencileri tarafından tartışılmakta olan bir problem vardı. Problem şudur: S-şekilli bir çim sulama fıskiyesi - bir eksen üzerine oturtulmuş S şeklinde bir boru - var. Eksen içinden gelen su, S nin iki ucundan eksene dik açılarda fışkırıyor ve fıskiyeenin belirli bir yönde dönmesini sağlıyor. Hangi yönde döneceğini herkes bilir; fışkıran suyun tersine doğru döner. Şimdi soru şudur: Bir göl ya da yüzme havuzu - büyük bir su deposu - düşünün ve çim sulama fıskiyesini tamamiyle su içine koyun. Bu kez S nin uçlarından su fışkırtmak yerine, su emilmesini sağlayın. Fıskiye hangi yönde döner? Havaya su fışkırttığı zamankiyle aynı yönde mi döner, yoksa diğer yönde mi?...

İlk bakışta yanıt tamamiyle açıktır. Sıkıntı şurdadır: Bazı çocuklar apaçık olarak bir yönde döneceğini düşünüyorken; bazıları ise diğer yönde döneceğini söylüyordu. Böylece herkes bunu tartışıyordu. Hatırlıyorum, bir seminer ya da çayda, birisi Prof. John Wheeler'e yaklaşıp "siz fıskiyeenin hangi yönde döneceğini düşünüyorsunuz?" demişti.

Wheeler'in yanıtı ise şu olmuştu: "Dün Feynman, beni ters yönde döneceğine inandırmıştı, bugün ise aynı yönde döneceğine inandırdı; yarın beni neye inandıracamı bilemiyorum!..."

Bir argüman söyleyeceğim ki, bu sizi bir yöndeki dönüşü düşünmeye yöneltecek; diğer argümanım ise size diğer yöndeki dönüşü düşündürülecek. Tamam mı?

Bir argüman şu: Suyu içeriye emerken, bir bakıma hortumla su çekiyorsunuz; dolayısıyla fıskiye ileriye, içeriye giren suya doğru gidecektir.

Fakat o zaman bir başka çocuk ilerler ve der ki "fıskiyeyi durgun tuttuğumuzu varsayalım ve durgun tutmak için ne tür bir kuvvet momentine (tork'a) gereksinim duyduğumuzu soralım. Suyun dışarı fışkırması halinde, suyun merkezkaç kuvveti S nin kavislerine doğru olduğundan, tümümüz biliriz ki kavislerin dışından elimizle dayanmalıyız. Şimdi, su gene aynı kavislerin içinden diğer yönde akarken, aynı merkerkaç kuvveti uygulanır. Dolayısıyla her iki hal aynıdır ve suyu dışarıya doğru fışkırtsanız da, içeriye doğru emseniz de fıskiye aynı yönde dönecektir".

Biraz düşünüp sonunda yanıtın ne olduğuna karar verdim ve bunu göstermek için bir deney yapmak istedim.

Princeton siklotron laboratuvarında hasır kılıflı dev bir su şişesi vardı. Deneyim için bunun yeterince büyük olduğunu düşündüm. Bir bakır boru parçası aldım ve onu S şeklinde bükтім. Sonra ortasına bir delik açtım; bir lastik hortum parçasını buraya sokup yapıştırdım; diğer ucunu da şişeye takılı mantar tapadaki delikten dışarı çıkardım. Tapada ikinci bir delik vardı; oraya da bir başka lastik hortum parçası sokup, dıştaki ucunu laboratuvardaki hava basıncı pompasına bağladım. Şişeye hava basarak, tam olarak emiliyormuş gibi, suyu S şekilli bakır borunun içine itmeğe zorlayabiliyordum. Şimdi, S şekilli boru, eksen rolü oynayan lastik hortum etrafında dönemiyordu, ama burulabilirdi (lastik hortumun esnek olması nedeniyle). Şişenin tepesinden suyun ne kadar yukarı fışkırdığını gözleyerek su akışının hızını ölçecektim.

Kurguyu tamamladım ve hava pompasını açtım. "Puup!" diye bir ses; hava basıncı şişeden mantar tapayı fırlatmıştı. Tapayı çok iyi bir biçimde telle bağladım; artık fırlayamazdı. Şimdi deney oldukça iyi gidiyordu. Su dışarı fışkırıyor ve lastik hortum buruluyordu. Basıncı biraz daha arttırdım; çünkü daha yüksek hız ile ölçümler daha kesin olurdu. Açığı dikkatlice ölçtüm; mesafeyi de ölçtüm. Basıncı tekrar arttırdım ve ansızın tüm sistem patlayıverdi; laboratuvarın her yerine her doğrultuda su ve cam parçaları saçıldı. Seyretmeye gelen bir çocuk tümüyle

ıslandı; eve gidip giysilerini değiştirmek zorunda kaldı (camlardan hiçbir yerinin kesilmemiş olması bir mucizeydi!). Daha kötüsü, siklotron kullanılarak sabırla çekilmiş sis odası resimlerinin çoğu tümenden ıslanmıştı. Fakat nedense ben yeterince uzaktım ve dolayısıyla çok ıslanmadım. Ama siklotronun sorumlu büyük profesör Del Sasso'nun şöyle üzerime doğru gelip sert bir şekilde "birinci sınıf deneyleri, birinci sınıf laboratuvarında yapılmalıdır!" deyişini her zaman hatırlayacağım.

Ne dersiniz, şekildeki fıskiye sizce hangi yönde dönecektir?



Ne dersiniz, şekildeki fıskiye  
sizce hangi yönde dönecektir ?

# MADDENİN SIVI KRİSTAL HALLERİ

Tekin DERELİ

## §Sıraya Dizilebilen Moleküller

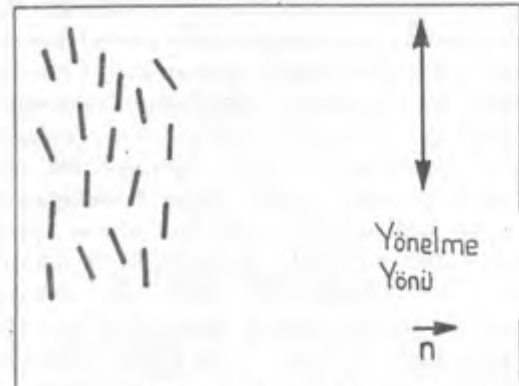
Kristal halindeki madde, maddeyi oluşturan atomların veya moleküllerin 3-boyutlu düzgün bir yapı verecek şekilde dizilmeleriyle oluşur. Genelde, bu düzenli yapı içindeki bir atom veya molekül termal dengedeki konumundan pek uzağa gidemez. Halbuki maddenin sıvı halinde böyle bir yapısal düzen bulunmadığı için atomlar veya moleküller serbest dolaşırlar. Bu yazıda maddenin *sıvı kristal* adı verilen yeni bir hali tanıtılacaktır. Sıvı kristaller, bir katı kristal kadar düzen göstermezler, ancak sıvı haldeki kadar da düzensiz değildirler. Sıvı kristal maddeyi oluşturan moleküllerin geometrik şekli sıvı kristalin fiziksel nitelikleri belirlemede önemli rol oynar. Bir molekül küre veya çubuk şeklinde olabilir, disk veya çanak gibi olabilir; veya bunlardan da karmaşık bir geometrik şekilde bulunabilir. Örnek olarak, çubuk şeklinde özdeş moleküllerden oluşan bir maddeyi sıvı halinde ele alırsak; bu sıvı, moleküllerinin kendiliğinden bir sıraya dizilmesi sonucu sıvı kristal haline geçebilir. Hesap makinalarımızın ekranlarının, elektronik kol saatlerimizin göstergelerinin yapımında *nematik* adı verilen sıvı kristaller kullanılmaktadır. Bu tür sıvı kristallerde, her bir molekül bağımsız olarak gelişigüzel termal hareketler yapmakta ise de moleküllerin tümü uzayda belli bir doğrultuyu gösterecek şekilde dizilmişlerdir. Doğada bazı moleküllerin uzayda sıraya dizilebilme özelliklerine *uzun erimli yönsel düzen* denir. Maddenin sıvı kristal halini belirleyen fiziksel parametre budur. Nematik sıvı kristal halini veren çubuk şeklindeki moleküllerin boyutu tipik olarak  $20^{\circ}A$  uzunluğunda  $5^{\circ}A$  çapındadır. Nematik hal bu tür moleküllerin topluca uzayda belli bir doğrultuya yönelmesiyle oluşur (şekil 1).

Dikkat ederseniz maddenin sıvı kristal halini tartışırken, maddeyi oluşturan moleküller tek tek değil, çok sayıda özdeş molekül bir arada ele alınmaktadır. Bunların uzaydaki yönelimini bir  $\hat{n}$  birim vektörüyle gösterelim.  $\hat{n}$  vektörü nematik halin optik eksenini belirler.

Sıvı kristal göstergelerin çalışmasını açıklayan fizik ilkelerinin en önemli ikisi şunlardır:

- $\hat{n}$  yönelimi zayıf elektrik alanlar ve/veya yüzey kuvvetleri gibi küçük kuvvetlerle kontrol edilip değiştirilebilir.
- Sıvı kristal üzerine düşen kutuplanmış ışık,  $\hat{n}$ 'ye paralel yayılırken başka,  $\hat{n}$ 'ye dik yönde yayılırken başka davranır.

Bu yazıda, düşük güçlü elektronik göstergelerin yapımında yukarıdaki iki fizik ilkesinden nasıl yararlandığı anlatılmaktadır.



Şekil 1. Nematikler

## $\hat{n}$ Yöneliminin Belirlenmesi

Yüzey kuvvetleri  $\hat{n}$  yönelimini belirlemenin en kolay yoludur. Bir mikroskop camı beyaz filtre kağıdına hep aynı yönde sürtüle sürtüle zımparalanırsa; zımparalanmış cam yüzeyine değen nematik haldeki maddenin  $\hat{n}$  vektörü zımparalanma yönüne paralel olacak şekilde yönelmiş olur. Bu yönelmenin nedenini anlamak zor değildir. Cam yüzeyine zımparalanma sırasında bulaşan bir miktar kir veya yağ bu yönelmeden sorumludur. Zımparalama sırasında yağ içinde oluşan mikroskobik yarıklar sıvı kristalle dolarak  $\hat{n}$  vektörünün kolayca yöneleceği bir doğrultuyu belirlerler. İki adet zımparalanmış cam levha yüzeyi



arasına konan nematik malzeme ile  $\vec{n}$  vektörü cam yüzeyine ve dolayısıyla zımparalanma yönüne paralel olan düzgün bir sıvı kristal ortam elde edilmiş olur.

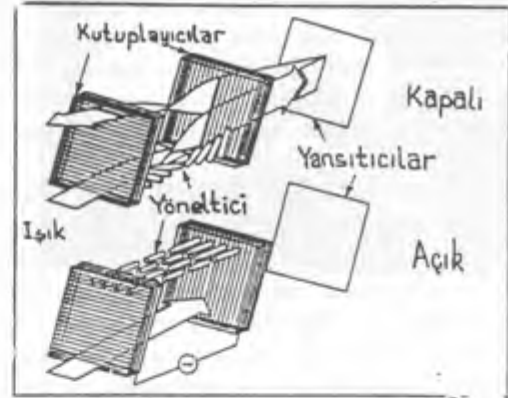
Uzayda düzgün bir  $\vec{n}$  yönelimi elde etmenin diğer bir yolu  $\vec{E}$  elektrik alanıdır. Bazı sıvı kristal malzemede  $\vec{n}$  vektörü  $\vec{E}$ 'ye paralel yönelirken, diğer bazılarında  $\vec{n}$ ,  $\vec{E}$ 'ye dik yönü alır. Sıvı kristal göstergelerin yapımında,  $\vec{n}$  vektörünün  $\vec{E}$ 'ye paralel yönlendiği malzeme kullanılır. Bu tür sıvı kristallere "pozitif malzeme" denebilir.  $\vec{n}$  yönelimini sağlamak için doğru veya değişken akım kullanılması fark etmez. Çünkü aynı doğru üzerinde buldukları sürece  $\vec{n}$  ile  $\vec{E}$ 'nin aynı yönde olmaları ile zıt yönde olmaları arasında fark yoktur. Genelde sıvı kristal göstergeler değişken akımla çalıştırılmaktadırlar.

### Bükümlü Nematik Sıvı Kristaller

Elektronik göstergelerde en çok kullanılan malzeme bükümlü nematik sıvı kristallerdir. Nematik haldeki sıvı kristal, iki adet paralel ince polarize cam levha arasında katmanlanır. Cam levhaların dış yüzeylerine evaporasyon yöntemiyle saydam elektrodlar kaynatılmış olup, polarize camlar kutuplanma yönleri birbirine dik olacak şekilde yani çapraz olarak konmuşlardır. Bir cam levhadan diğerine, sıvı kristal içinde düşey doğrultu üzerinde gidildiğinde,  $\vec{n}$  vektörü düzgün bir biçimde  $90^\circ$  döner. İki elektrod arasındaki mesafe genelde  $6\mu\text{m}$  kadardır. Gelen kutuplanmış ışık sıvı kristal içinden geçerken, ışığın kutuplanma eksenini de  $\vec{n}$ 'nin dönmesine uyarak  $90^\circ$  döner. Böylece, bükümlü nematik bir malzeme, iki adet çapraz (yani kutuplanma eksenleri birbirine dik) kutuplayıcı arasından parlak gözükecektir. Pozitif malzeme kullanıldığını hatırlayalım. Bu durumda dışarıdan uygulanan bir elektrik alanı ile  $\vec{n}$  vektörü elektrik alan vektörüne paralel olacak şekilde yönlendirilerek bükümlü yapı bozulabilir. Böylece gelen kutuplanmış ışık ikinci kutuplayıcı tarafından söndürülecek ve malzeme koyu gözükecektir (Şekil 2). Elektrik alanı yok olunca,  $\vec{n}$  yönü tekrar yüzey kuvvetleri tarafından belirlenecek ve malzeme başlangıçtaki bükümlü nematik haline geri dönecektir. Bu kısa açıklamadan görüleceği gibi bir sıvı kristal gösterge üzerindeki simgeler ancak elektrik alan uygulandığında parlak zemin üzerinde koyu bölgeler gibi görülmektedir. Bu tür göstergeler çevre ışığından yararlandıkları

in pek az güç harcarlar. Sıvı kristal malzemenin iki yanına kutuplayıcı cam levhalar konduktan sonra, ikinci levhanın gerisine geçen ışığı yansıtacak bir ayna yerleştirilir. Kutuplayıcılardan ışık geçmezse aynadan da geriye ışık yansımaz. Bükümlü nematik yapıların sıvı kristal gösterge olarak kullanımına olanak veren önemli bir niteliği beyaz ışıkla çalışabilmeleridir. Bu tip göstergelerin açma-kapama zamanı 10-100 milisaniyedir. Bazı uygulamalar için bu zaman aralığı yeteri kadar kısa olmadığı için, günümüzde sıvı kristal gösterge araştırmaları açma-kapama zamanını kısaltma yollarını bulmak üzerinde yoğunlaşmıştır.

Saat gibi sadece rakam gösteren göstergelerde elektrodlar parçalı bir sekiz şeklinde evapore edilmişlerdir. Böylece 0'dan 9'a kadar tüm rakamlar, uygun elektrodla elektrik alanı verilmek suretiyle elde edilirler. Bilgisayar ekranları için gerekli daha karmaşık göstergelerin yapımı için elektrodlar kesişen sütunlar ve sıralar halinde bir matris gibi dizilirler. Böylece elektrik alanı uygulayarak minik noktalardan ibaret harfler ve şekiller oluşturmak mümkün olur.



Şekil 2. Sıvı kristal göstergelerin çalışma şeması

### Sıcaklığın Etkisi

Sıvı kristal hale geçebilen maddelerin yakından incelenmesi, madde içinde bir düzenin nasıl yaratıldığı veya yok edildiğini anlayabilmek için çok yararlıdır. Eğer çubuk şeklindeki moleküller uzayda bir yön gösterecek biçimde dizilirlerse, aynı moleküllerin gelişigüzel yönlendikleri bir duruma göre daha büyük bir yoğunluk elde edileceği açıktır. Tıpkı, bir masa üzerinde yığın halinde duran kibrit çöplerini kutularına istiflediğinizde daha büyük bir yoğunluk elde etmeniz gibi. Düşük sıcaklıklarda, çubuk şeklindeki moleküller yoğun, yönlümlü olarak

istiflenmişlerdir. Sıcaklık yükseldikçe, sistemin yoğunluğu azalır, iç enerjisi artar. Bir çubuğun kendi komşusu bir diğer çubukla aynı doğrultuda yönelmesi olasılığı küçülür. Geçiş sıcaklığı adı verilen belli bir sıcaklık değerine ulaşıldığında uzun erimli düzen göstermeyen bir diğer hale, yani bir başka faza, ani bir geçiş gözlenir. Nematik sıvı kiral halinden izotropik sıvı haline bir hal değişimi veya diğer bir deyişle faz geçişi olmuştur. Bu faz geçişini kendiniz kolayca gözleyebilirsiniz. Sıvı kristaller kimyasal madde satan dükkanlarda bulunabilir. Bir kaç mm. kalınlığındaki bir nematik sıvı kristal, moleküllerinin denge yönelimi etrafındaki termal titreşimleri nedeniyle, tıpkı bir buzlu cam gibi yarı saydamdır. Çünkü, termal titreşimler örneğin kırılma indisinde ufak değişimlere yol açarak ışığın saçılmasına neden olmaktadır. Aynı örnek ısıtılarak izotropik sıvı hale geçirildiğinde saydamlaşır. Çünkü kalınca bir örnekte bile moleküllerin gelişigüzel dizilmiş olmaları, yani düzensiz olmaları nedeniyle yukarıda açıklandığı gibi kırılma indisinde oynamalar olmaz. Bilgisayar ekranlarının yapımında kullanılan tipik malzemeler,  $-25^{\circ}\text{C}$  ile  $60^{\circ}\text{C}$  arasında nematik halde bulunurlar. Bu sıcaklık aralığı pek çok uygulama için uygundur. Sıcaklık daha yüksek olursa, gösterge malzemesi izotropik sıvı haline geçer ve yönsel düzenini yitirir. Böylece göstergenin kontrastı yok olur. Aksine sıcaklık çok düşük olursa, malzeme daha düzenli hale geçer ve artık yönelimi kolay kolay değiştirip kontrol etmek mümkün olmaz.

### Diğer Sıvı Kristaller

**Smektik A:** Kimyasal bileşiklerin pek çoğu katı hale geçmeden önce birden fazla sayıda sıvı kristal halinden geçerler. Nematik halden farklı diğer bir sıvı kristal halini, yapısı sabun yapısına benzediği için, smektik A diye adlandırırız. Sabun köpüğü, ince bir smektik A tabakasına iyi bir örnektir. Smektik A fazında moleküller katmanlar halinde, molekül eksenleri her zaman katman yüzeyine dik olacak şekilde dizilmişlerdir (Şekil 3). Moleküller buldukları katman içinde serbest hareket edebilirler, ancak bir katmandan diğerine geçebilmek için onları buldukları katmana bağlayan kuvvetleri yenmek zorundadırlar.

Moleküller smektik A fazındayken, nematik faza göre daha düzenli durumda oldukları için hareketleri de daha kısıtlıdır. Bu nedenle

smektik A fazı daha az akışkandır. Nematik fazdaki bir madde smektik A fazındakinden hızlı akar. Nematik faz sıvı kristaller arasında en akışkan olanıdır. Dolayısıyla bu fazda yönelim eksenini değiştirmek için daha zayıf kuvvetler yeterli olmaktadır. **Kiral sıvı kristaller:** Alelade bir vida veya insan eli gibi kiral adını verdiğimiz cisimler; aynadaki görüntüleri kendilerinden farklı olan cisimlerdir. Örneğin, sağ elin aynadaki görüntüsü sol eldir. Sol el hiç bir şekilde uzayda döndürülerek sağ el ile çakıştırılmaz. Kiral bir organik molekülde, bir veya daha çok sayıda karbon atomu diğer değişik 4 gruba aynadaki görüntüleri farklı olacak şekilde, yani kiral bağlanmışlardır. Canlı sistemleri oluşturan amino asitler, yağlar, proteinler gibi moleküllerin hepsi kiral moleküllerdir.



SMECTIC A

Şekil 3. Smektikler

### A. Kolesterik Sıvı Kristaller

Sıvı kristal bileşiklerin pek çoğu kiraldır. Bunlardan bir kısmı, kolesterik denen sıvı kristal fazında, kendiliklerinden nematiklerinkine benzer bükümlü bir yapı oluştururlar. Zımparalanmış iki paralel cam yüzey arasında konan bir bükümlü nematik içinde,  $\hat{n}$  vektörü iki cam levha arasında düşey mesafe boyunca sadece  $90^{\circ}$  dönerken, aynı düzende kolesterik içinde  $\hat{n}$  vektörü  $360^{\circ}$  döner. Bir tam dönmenin tamamlandığı mesafeye kolesteriğin temel açıklığı denir. Bu mesafe değeri kolesterik maddenin temel niteliklerinden birisidir.

$\hat{n}$  vektörü birbirine zıt iki yöne dönebilir. Bunları sağ-elli veya sol-elli dönmeler diye ayırd edebiliriz. 3. şekilde gösterilen dönme yönü sol-ellidir. Bunu kanıtlamak için sol elinizin baş parmağını dönme yönünde, yani cam levhalara dik ve 2. cama yönelik tutun. Hangi cama birinci hangisine ikinci dediğiniz önemli değildir. Sonra sol elinizin diğer parmaklarını  $\hat{n}$  vektörüne

paralel hale getirin. 1. levhadan 2. levhaya giderken sol elinizin parmakları  $\vec{n}$  vektörü ile aynı yöne kıvrılıyorsa, söz konusu dönme sol-elli bir dönmedir denir. Aksi halde sağ-elli bir dönme söz konusudur. Bu durumda yukarıdaki işlem aynen sağ-elle tekrarlanabilir. Sağ elin aynadaki görüntüsünün sol el olduğunu biliyoruz. Dolayısıyla sol-elli bir dönme aynada sağ-elli dönme olarak gözükür. Bu nedenle, sağ-elli bir bükümlü yapının aynadaki görüntüsü sol-elli bir bükümlü yapı olacaktır.

Kolesterik sıvı kristallerle ışığın etkileşmesi ilginç bir yoldan olur. Bu tür sıvı kristaller optik olarak etkendirler; yani kutuplanmış ışığın kutuplanma düzlemini döndürürler: kutuplanma vektörü;  $\vec{n}$  vektörünün sıvı kristal içindeki dönümünü izleyerek döner. Bu, bir milimetre yol boyunca çok büyük sayıda tam devir demektir. Kutuplanmamış ışık, herhangi bir anda tüm yönlere dağılmış ışık olarak düşünülebilir. Dairesel kutuplanmış ışık ele alınırsa, bu durumda kutuplanma vektörü ışığın dalga boyu tarafından belirlenen bir frekansta düzgün dairesel hareket yapmaktadır. Bir elimizin baş parmağı ışığın yayılma yönünü gösterebilir. Eğer kutuplanma vektörünün dönme yönünde sağ elimizin diğer parmakları kıvrılıyorsa dairesel kutuplanmış ışığa sağ-elli kutuplanmış denir. Eğer sol elimizin parmakları dönme yönüne uyuyorsa bu durumda da sol-elli kutuplanmış ışık denir. Dolayısıyla sol-elli dairesel kutuplanmış ışık için kutuplanma vektörü saat ibresi yönünde dönerken sağ-elli ışık için saat ibresine ters yönde döner. Kutuplanmamış beyaz ışık, beyaz ışığı oluşturan tüm dalga boylarına karşı gelen frekanslarla dönen bütün sağ-elli ve sol-elli dairesel kutuplanmış dalgaların toplamı gibi ele alınır. Kolesterik sıvı kristal fazdaki bir maddenin temel açıklığı; üzerine düşen ışığın dalga boyuna eşitse gelen ışığın, bir istisnayla, tüm kiplerini geçirir. Eğer gelen kutuplanmış ışık kiplerinin kutuplanma eksenini kolesterik sıvı kristalin dönme eksenini ile aynı doğrultuda fakat zıt eli ise ve tam olarak maddenin temel açıklığı ile ışığın geliş açısı cinsinden belirlenen bir dalga boyunda ise sıvı kristalden geçemez, geriye saçılır. Gelen ışığın yayılma yönü, sıvı kristalin dönme eksenini ile aynı doğrultuda ise dalga boyu tam olarak dönme açıklığına eşit olan dalga kipi geriye saçılır. Eğer gelen ışık, dönme eksenini ile bir açı yapıyorsa, ışığın "gördüğü" dönme açıklığı daha küçük olur ve bu nedenle bir önceki duruma göre daha kısa dalga boyunda bir dalga kipi

geriye saçılır. Özetle, bir kolesterik sıvı kristale karışık gün ışığında bakılırsa, değişik yönlere değişik dalga boylarında geriye saçılan dalga kipleri girişim yaptıkları için; kolesterik madde "bir tavus kuşunun tüylerini andıran", haveli renge renk bir görünüm kazanır.

Bazı kolesterik maddelerde, dönme açıklığı sıcaklığa çok duyarlıdır. Bu tür kolesterikler küçük sıcaklık farklarını renk değişikliği ile belirten termometrelerin yapımında kullanılırlar. Bir yüzeyin, örneğin insan vücudunun, sıcaklık haritası çıkarılmak istendiğinde söz konusu yüzey ince bir kolesterik sıvı tabakasıyla kaplanır. Böylece kanserli urların ve hatta cüzzamın erken tanısını yapmak olasıdır. Çünkü hastalıklı hücreler genelde sağlıklı hücrelerden farklı sıcaklıkta bulunurlar.



Şekil 4. Kolesterik

### B. Smektik C\*

Kolesterik sıvı kristal hali ilk kez 1888'de gözlemlendi. Bu, kimyasal olarak düzgün bir maddenin gözlenen ilk sıvı kristal haliydi. Sonradan keşif sırasına göre Roma rakamlarıyla numaralanmış pek çok smektik sıvı kristal hali bulundu. Sabunların ve sinir dokusu gibi biyolojik maddelerin smektik yapıları geçen yüzyılın sonlarına doğru tanımlanmıştı. Smektik A fazı ilk kez 1904'de tanımlandı. 1980'lerde bile yeni yeni smektik fazlar bulunmaktaydı. Smektik C fazı 1960'ların başında bulundu. Bu fazın yapısı katmanlıdır, ancak  $\vec{n}$  vektörü ile katman yüzeyinin normali bir açı yapmaktadırlar. Halbuki sabun köpüğü örneğinden tanıdığımız smektik A fazında  $\vec{n}$  ile katman normali aynı doğrultudadır. Özel olarak, kiral moleküllerden oluşan bir smektik C fazına, smektik C\* fazı adı verilmektedir. Bu fazda moleküller tıpkı smektik A'daki gibi katmanlar halinde dizilmişlerdir ve her bir katman içinde moleküller serbest hareket edebilir.

ler. Smektik  $C^*$  fazı fazlardan kolesterik faza benzeyen bir bükümlü yapıya sahiptir. Ancak kolesterik fazdan farklı olarak  $\hat{n}$  vektörü dönme eksenini ile bir açı yapmaktadır. Bu katmanlı, kiral ve eğik yapının bir sonucu olarak,  $\hat{n}$  vektörünün bir dış elektrik alanla etkileşmesi nematiklerinkinden farklıdır. Nematiklerin doğru veya değişken akımlarla yönlendirilebildikleri söylenmişti. Halbuki smektik  $C^*$  fazında  $\hat{n}$  vektörünün yönlendirilmesi uygulanan elektrik alanının işaretine de bağlıdır. Bunun pratik bir sonucu şudur: Bu tür malzemedan yapılacak bir göstergenin kontrastını değiştirmek için uygulanan elektrik alanının yönünü değiştirmek yeterli olacaktır. Böylece nematik göstergelerden çok daha hızlı göstergelerin yapımı olanak kazanmaktadır. Bu konu sıvı kristal gösterge araştırmageliştirme çabalarının önemli alanlarından birisidir.

Sıvı kristallerin yararı sadece göstergelerle sınırlı değildir. Diğer bir önemli uygulama alanı da canlı sistemler üzerindedir. Beyin ve hücre çeperlerinin bazı bölümleri, sıvı kristal alt birimleri olan karmaşık organik

moleküllerden yapılmışlardır. Bu çeperlerin düzgün çalışabilmeleri, vücudun uzantılı moleküllerle, su gibi daha küresel moleküllerin miktarları arasındaki kritik dengeli bozmadan sıvı kristal halini besleyebilmesi ile mümkündür. Su miktarı fazla olursa sıvı kristal hali normal sıvı haline geçer ve organ işlevini göremez olur. Aksine yeterli su bulunmazsa bu sefer de katı hale geçiş olur ki yine organ işlevini göremez. Genelde biyolojik membranlar (çeperler) kiral moleküllerden yapılmışlardır. Bazıları, tek bir smektik  $C^*$  katmanı yapısının aynısına sahiptirler. O halde bunların sinir impulsları tarafından taşınan elektrik alanına verecekleri yanıt da smektik  $C^*$  yapısının verdiği yanıt gibi olmalıdır. Bunun bilinmesi biyolojik işlevlerin kontrolü ve uyarılmaları açısından önem taşır. Sonuç olarak, sıvı kristaller fiziksel ve biyolojik bilimler arasında, üzerinde daha uzun yıllar çalışılacak bir ilişkiyi kurmuş görünmektedirler.

(R. Resnick, D. Halliday'in *Fiziğin Temelleri* kitabının 3. baskısından çevrilerek aktarılmıştır.)





# ELEKTRONİK GÖSTERGELERDE SON GELİŞMELER

Rıdvan KARAPINAR

Bilgi çağında yaşıyoruz. Günümüzde bilgiye duyulan gereksinim hızlı bir şekilde artmakta ve bilginin bize ulaşımı da, hemen tümüyle görsel yoldan olmaktadır. Bu nedenle, görsel bilgi sunmada kullanılan göstergelerin (gösterge) artan bir ilgiye ve öneme sahip olduklarını görmekteyiz.

Genellikle dijital ve analog sistemlerde, bir görsel çıktının elde edilmesi arzu edilir ve bu bazen gereklidir. Örneğin laboratuvarında kullandığımız bir el aygıtı olan multimetrenin çıktısı ondalıklı sayılardan oluşur. Yine bir hesap makinası için de durum benzerdir. Bir otomobil motorunun sıcaklık sensörünün çıktısı dijital bir sinyale dönüştürülebilir sürekli bir voltaj olup; ondalıklı sayılarla okunabileceği gibi, "HIGH", "LOW" veya "DANGER" gibi basit bir mesajla da temsil edilebilir. Şüphesiz bütün bu örnekler, yalnızca bir kaç karakter içeren küçük boyutlu göstergeler içindir. Büyük içerikli bilginin gösterimi için, katot ışını tüpü gibi büyük göstergeler kullanılır.

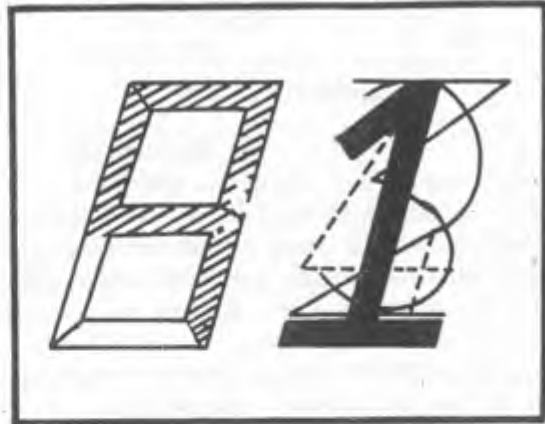
Bu yazıda göstergelerin temel çalışma ilkesi ve bazı fiziksel özellikleri, yalnız bir anlatım biçimiyle ele alınmakta ve son gelişmeler rapor edilmektedir.

Bilginin sayılarla, kelimelerle veya grafiklerle görünür bir temsilini sağlayan; yani bir gözlemciye görsel yoldan bilgi sunmada kullanılan herşey bir göstergedir. Bu tanım, bir televizyon setini, bir saati, hatta bir dergi veya gazeteyi kapsayacak şekilde oldukça geniştir. Ancak, biz kendimizi, görsel bir çıktıyı elektronik sinyallerin kontrol ettiği elektronik göstergeler üzerine sınırlayacağız. Bunun nedeni, bilginin daha genel olarak elektriksel sinyaller biçiminde işlem görebilmesi, taşınabilir olması ve kayıt edilebilmesidir.

Göstergeler her büyüklükte olabilirler. Şu anda en çok, iki tip gösterge kullanılmaktadır: Televizyon gibi yüksek bilgi yoğunluğuna sahip büyük göstergeler ve diğer yandan bazı laboratuvar cihazları gibi küçük sayısal göstergeler.

Küçük sayısal göstergeler, alfa-sayısal göstergeler olarak da bilinirler, bilginin çok az

sayıdaki digitlere sınırlandığı saatlerde, hesap makinelerinde ve sayısal ölçüm cihazlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Sayısal bir bilgiyi temsil etmenin birkaç formatı vardır. Nokta-matrisli, segment (bölmelenmiş) karakterli ve hazır karakterli olmak üzere üç temel format Şekil 1'de gösterilmektedir. Hazır karakterlerin en iyi bilinen kullanım yeri, birkaç hazır karakterli katodun birbiri ardına dizildiği gaz-boşalma tüplü göstergelerdir. Bu basit metot yalnızca sınırlı sayıda semboller için kullanılır. Segment karakterli bir sayısal cihazda rakamların gösterimi için en az 7 segment gerekmektedir. Nokta-matrisli karakterler, çok sayıda gösterge elemanı içermesi nedeniyle avantajlıdır. Okunabilirliği çok iyi olup, diğer iki metoda göre daha az hatalı okuma şansına sahiptir. Ancak, bunun için çok sayıda sürücü devreye gerek duyulur.



Şekil 1. Başlıca sembol formatları

Şimdiye kadar, nispeten basit alfa-sayısal göstergeler üzerinde durduk. Diyelim 1000 tane karakterin, bir grafik veya video bilgisinin gösteriminde çok daha büyük göstergeler gereklidir. Bunlar daha karmaşık ve pahalı sistemler olup, böyle bir gösterge için katod-ışını tüpü örnek verilebilir. Büyük göstergelerin yaşantımız için önemi açıkça ortadadır. Yakın gelecekte görüntülü telefonlar gibi modern iletişim

araçlarını her köşede görebileceğiz. Bu tür ileri iletişim sistemlerinde kullanılmak üzere uygun göstergelere ihtiyaç vardır. Şüphesiz, bunların mevcut olanlardan daha iyi ve ucuz olması gerekir. Günümüzde bankacılık, yolcu ve otel rezervasyonu gibi akla ilk gelen bazı uygulamaları ile üretimin otomasyonu ve testinde, eğitim ve bilgi sistemlerinde göstergelerin kullanımı hızlı bir şekilde artmaktadır.

Şimdi, bir göstergenin iyi olup olmadığını belirleyen faktörlere bakalım.

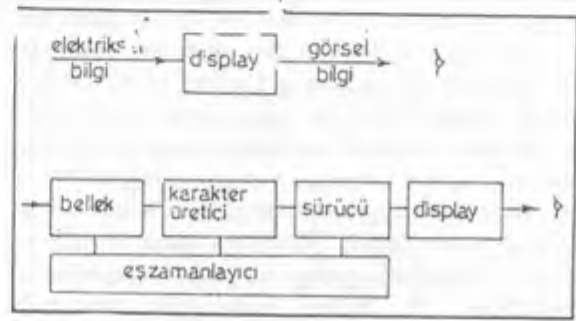
- (i) Okunaklılık, yani bilgi ne derece iyi okunabilir?
- (ii) Sürücü ve şifre-çözücü devre, yani kullanılan fiziksel olayı kontrol etmede gerekli devre ne derece basit ya da karmaşıktır?

Göstergelerin okunaklılığı; parlaklık, kontrast, renk ve çevre ışığının şiddeti gibi birçok parametreye bağlı olup, bunlar arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır. Bir gösterge aktif veya pasif olabilir. Bir aktif devrede, ışık üretilir ve şiddeti bölgesel olarak değişir. En iyi bilinen aktif gösterge, katot-ışım tüpüdür.

Bir aktif gösterge yüksek kontrast, loş ışıpta kolayca okunabilirlik özelliği yanında; ışık üretimi nedeniyle daha fazla elektrik gücüne gerek duyar. Bir pasif gösterge ise, ışık üretimi olmadığından çok az güç harcar. Pasif göstergelere en iyi örnek, sıvı kristalli göstergelerdir.

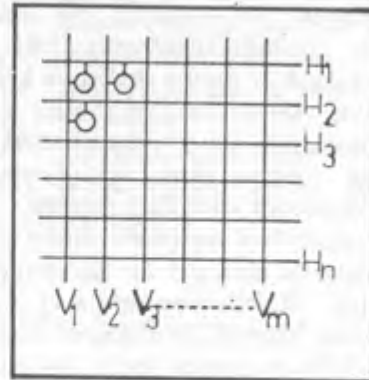
Şimdi, göstergelerin ikinci önemli bir özelliği olan sürücü ve şifre-çözücü devreyi kısaca inceleyelim. Bir gösterge başlıca iki temel kısımdan oluşur: görsel gösterge devre ve dış elektronik devre (Şekil 2). Gösterge devresi, bir elektriksel sinyali görsel bilgiye dönüştüren bir çevirgeçtir. Girişteki elektriksel bilgi, normal mantık gücü düzeylerinde, ikili (binary) kodlar biçimindedir. Bu sinyaller, gösterge cihazı için uygun bir şekle dönüştürülmelidir. Bu işlem şifre-çözücü ve sürücü devrede olur. Bellek, göstergeye gösterilen bilgiyi geçici olarak saklar. Çünkü bilgi gösterilme hızı ve biçimi, gösterge devresinin yeteneklerine uygun değildir. Karakter üretici, gelen sinyali gösterilecek sembollerin formatına uygun bir sinyale dönüştürür. Karakter üreticisinden gelen sinyaller gösterge devresi için gerekli akım ve voltajlardan farklı, normal mantık gücü düzeyindedir. Sürücü devre, gerekli düzeylerde akım veya voltaj sağlar. Eşzamanlayıcı devre, herşeyin aynı anda olmasını sağlar.

Bir göstergede, herbir elemanın seçimi ve ışık üretimi (aktif gösterge için) veya modülasyonu (pasif gösterge için) oldukça önemlidir.



Şekil 2. Gelen elektriksel sinyali görsel bilgiye dönüştüren gösterge devresi.

Katot-ışım tüpünde, bu iki fonksiyon tarayıcı elektron demeti ve katot-lüminesans fosfor ekranı ile yerine getirilir. Diğer göstergelerde ise, bu iki fonksiyon bir arada olabilir. Birçok gösterge elemanından oluşan bir matrisde, her bir eleman ayrı olarak sürücü ve şifre-çözücü devre ile bağlantılı olabilir. Seçim işlemi, her bir elemana ait anahtarlar ile yapılır. Küçük bir gösterge için bu olay uygun olsa da, binlerce elemanlı büyük bir gösterge için kullanışlı değildir. Bu işlem için matris kodlama tekniği kullanılır. Elemanlar, iki sıra karşılıklı, dik elektrotlar arasına yerleştirilir (Şekil 3). Bu durumda,  $n \times m$  elemanlı bir matris için  $n + m$  elektrot ve yine  $n + m$  sayıda anahtar gereklidir.



Şekil 3. Gösterge elemanları için matris düzeni.

Matris kodlama işleminde, herhangi bir elemanın seçimi iki karşılıklı dik elektrodun birbirine uygun kodlanması ile elde edilir. Bütün elektrodlar, gösterge elemanları ile karmaşık bir biçimde birbirleriyle bağlantılıdır. Bu yüzden, kullanılan fiziksel olay bir eşik voltajına gerek duyar. Öyle ki, bu eşik değerinin altında bir gösterge elemanı faal değildir. Matris düzenindeki herbir eleman, ya bir anda bir kere ya da bir anda bir satır şeklinde kodlanabilirler. Her iki durumda da, gösterge elemanları iş faktörü (duty factor) olarak bilinen belirli bir zaman kesri için faaldir. İş faktörü, ardışık iki kodlama arasındaki bir zaman kesri için bir elemanın çalışır olduğunu belirtir. Bazı durumlarda herbir eleman kendi bellek işlevini yerine getirir. Kodlama işlemi süresince, ikinci bir kodlama pulsu onu kapatıncaya kadar açık kalır. Bu durum, göstergenin elektronik bellek işlevini daha da basitleştirir.

Göstergeler genel olarak üç grupta incelenebilirler. Gaz boşalma tüplü göstergeler, matris formunda dizilen ufacık parlak boşalma tüplerinden oluşur. Çok sayıda küçük delik içeren yalıtkan bir tabaka, iki cam pencereye yapıştırılan elektrodlar arasına yerleştirilmiştir. Bu üç tabaka düşük basınçlı bir asal gazla doldurulur ve yapıştırılır. Bu tür bir gösterge aktif niteliktedir. Genellikle orta büyüklükteki panellerde ve alfa-sayısal göstergelerde kullanılır. Bir diğer gösterge türü, ışık yayan diyodlardan oluşan elektro-lüminesans göstergedir. Bir ışık yayan diyod (light emitting diode) *GaP*, *GaAsP* veya benzeri maddelerden yapılan ileri yönlü birleşmiş bir  $p-n$  eklemidir. Işık  $p-n$  eklemi yakınındaki yük taşıyıcıların birleşmesinden ileri gelir. Işık yayan diyodlar düşük impedanslı cihazlardır ve bu yüzden büyük göstergeler yerine küçük sayısal göstergelerde kullanılır.

Son olarak, çok az güç harcamaları nedeniyle büyük ilgi toplayan bir gösterge türü bir Sıvı Kristalli Göstergeler (SKG) dir. Batarya ile çalışabilir olması, kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Günümüzde el çantası tipinde SKG'li bilgisayarlar her yerde rastlamaktayız. Bir SKG'nin çalışma ilkesi, sıvı kristal ortamların anizotropik özelliğine dayanır. Sıvı kristal bir ortamdaki moleküler dizilim, elektrik veya manyetik alan gibi bir dış etkiden kolayca etkilenir. Moleküllerin ortalama yönelim doğrultusundaki bölgesel bir değişim, maddenin bölgesel özelliklerini ortam içinde karanlık ve aydınlık alanlar oluşturacak şekilde değiştirir. Uygun şekilde tasarımı yapılan bir SKG, bir

dış alan (voltaj) uygulanması ile çalışır duruma geçer.

SKG'ler çok az enerji harcamaları yanında, istenilen büyüklükte yapılabilir özelliğe sahiptirler. Ancak sınırlı bir sıcaklık bölgesinde çalışması ve nispeten daha büyük bir yanıt süresine sahip olması ve kısa ömürlü olması gibi bazı problemler taşırlar. Son yıllarda, bu problemleri yenmek için yoğun çalışmalar sürmektedir.

Günümüzde küçük cep televizyonu olarak sıvı kristalli TVler piyasada bulunuyor. Ancak bunlardaki görüntü kalitesi katot-ışını tüplü TVler tarafından elde edilen görüntüye eşit değildir. 1995 yılında yaklaşık 50 cm'lik düz panel sıvı kristalli TVlerin piyasaya sürüleceği tahmin ediliyor. Bunlar tümüyle düz ve yalnızca birkaç mm kalınlığında olduğundan, odamızın duvarını bir tablo gibi süsleyecek ve bu durumda salonlarımızın bir köşesini işgal eden katot-ışını tüplü TVler de ortadan kalkmış olacaktır. Bir karşılaştırma olması bakımından, Katot-ışını Tüplü-TV (KIT-TV) ile bir Sıvı Kristalli-TV (SK-TV) arasındaki bazı önemli farkları sıralayalım:

1. KIT-TV ışık yayar, yani bir aktif göstergedir. Oysa SK-TV, üzerine düşen veya içinden geçen ışığı modüle ettiğinden dolayı pasif göstergedir.
2. SK-TV genellikle titreşimsiz bir kararlı görüntü verir.
3. KIT-TV yüksek voltajlarda (20 kV) ve toplam olarak  $20 \text{ mW/cm}^2$  güç harcar. Oysa bir SK-TV çok küçük voltajlarda (15 V) çalışır ve güç kaybı çok azdır ( $1 \text{ mW/cm}^2$ ).
4. KIT-TVler tümüyle düz ekran olamaz ve oldukça büyük hacim kaplarlar. Oysa SK-TVler belirtildiği gibi tümüyle düz ve birkaç mm kalınlıktadırlar.
5. KIT-TVnin yayınladığı flüoresans ışıkları kısmen perdelenmiş olsa da, yakından izlemede gözler için sakıncalıdır. Oysa SK-TV için bu tür bir zarar söz konusu değildir.

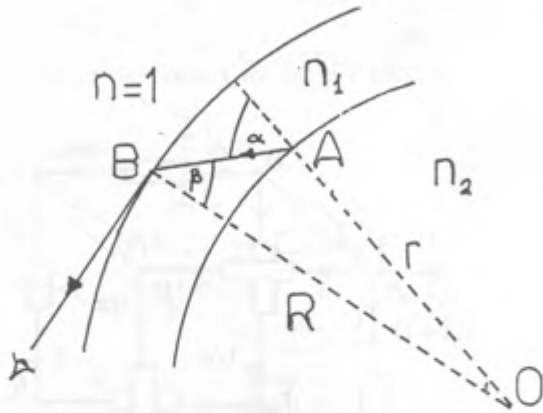
Görüldüğü gibi, sıvı kristalli göstergelerin yalnızca saat, hesap makinesi gibi küçük sayısal gösterge amaçlı kullanımı yanında; bilgisayar, renkli TV amaçlı kullanımı daha da önem kazanmaktadır.

# FİZİK DERGİSİNİN İKİNCİ SAYISINDA YER ALAN YARIŞMA PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMLERİ

Ali Ulvi YILMAZER

**Problem 1.** Bir cam şişenin iç ve dış yarıçapları sırasıyla  $r$  ve  $R$  dir. Şişeye, kırılma indisi  $n_2$  olan bir sıvı konuluyor. Camın kırılma indisi ise  $n_1$  olsun.  $r/R$  oranı nasıl bir bağıntı sağlamalı ki şişe camının kalınlığı dışarıdan sanki sıfırmış gibi algılsın. Günlük hayatımızdan bu fiziksel olaya bir örnek olarak süt dolu şişe verilebilir. Gerçekten de dışarıdan bakıldığında sütun adeta bir dış yüzeyden diğerine kadar şişeyi doldurduğu görülür. (Polonya Ulusal Fizik Yarışması)

**Çözüm 1.** Şişe camının kalınlığının sıfır gibi algılanabilmesi ancak ve ancak şişe içerisindeki sıvıdan gelen ışık ışınlarının, şişenin dış yüzeyine teğet olacak bir doğrultuda göze ulaşmasıyla mümkündür.



Şekil 1 (Problem 1)

Şekilden görüldüğü gibi  $\beta$  kritik açısı için

$$\sin \beta = 1/n_1$$

yazabiliriz.  $ABO$  üçgeni için sinüs teo-

reminden

$$\frac{r}{\sin \beta} = \frac{R}{\sin(180^\circ - \alpha)}$$

dır, yani

$$\frac{r}{R} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

olur. Gerekli koşul  $\alpha < \alpha_{\max}$  ile sağlanır. Bu ise

$$\frac{r}{R} \geq \frac{1/n_1}{\sin \alpha_{\max}}$$

demektir.  $\alpha_{\max}$  ise  $n_1$  ve  $n_2$  kırılma indislerine şu şekilde bağlıdır:

a)  $n_2 \leq n_1$  halinde  $\sin \alpha_{\max} = \frac{n_2}{n_1}$  dir, dolayısıyla

$$\frac{r}{R} \geq \frac{1}{n_2}$$

koşuluna ulaşırız.

b)  $n_2 \geq n_1$  halinde ise  $\sin \alpha_{\max} = 1$  dir ve

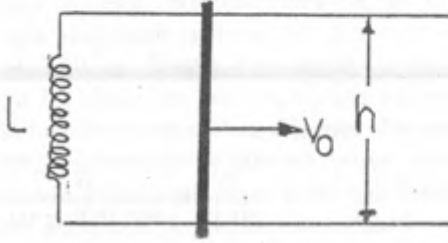
$$\frac{r}{R} \geq \frac{1}{n_1}$$

olur.

**Problem 2.** Yanda görülen devre kağıt düzlemine dik ve düzgün bir manyetik alan içerisine konuluyor.  $m$  kütleli  $h$  uzunluklu çubuk teller üzerinde sürtünmesiz koyabilmektedir. Bütün olası dirençleri ihmal ediniz. Başlangıçta çubuğa sağa doğru bir  $v_0$  hızı veriliyor. Çubuğun bundan sonraki davranışını inceleyiniz. (Fizik ekibini seçme sınav sorusu, Türkiye).



Çözüm 2. Çubuğu ile indüktör arasındaki uzaklık  $x$  olsun.



Şekil 2. (Problem 2)

Kapalı devreden geçen manyetik akı  $Bhx$  dir. Devredeki elektromotor kuvvet  $Bh(\frac{dx}{dt}) = Bhv$  olur. Devredeki akım

$$i = \frac{1}{L} \int Bhv dt$$

olup, çubuğa etkiyen kuvvet

$$F = Bih = B^2 h^2 / L \int v dt$$

dir ve sola doğrudur. Böylece

$$-m \frac{dv}{dt} = B^2 h^2 / L \int v dt$$

yazılır. Her iki tarafın  $t$  ye göre türevi alınırsa çubuğun  $Bh/2\pi\sqrt{mL}$  frekanslı harmonik hareket yapacağı görülür.

Problem 3. Şekilde görüldüğü gibi  $ABCDEFGH$  kübünün kenarlarında herbirinin değeri  $R$  olan dirençler tellerle birbirine bağlanmıştır.

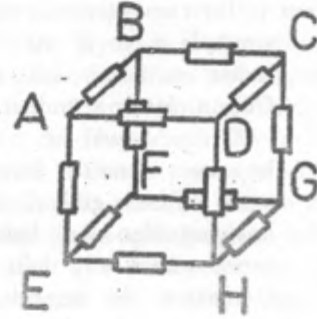
- $A$  ve  $G$  uçları arasındaki toplam direnci hesaplayınız.
- $A$  ve  $D$  uçları arasındaki toplam direnci hesaplayınız.
- $BF, CG$  ve  $DH$  dirençleri kısa devre yapıldığında  $AG$  direncini bulunuz.

(İngiliz Ulusal Fizik Yarışması)

Çözüm 3. a) Simetri nedeniyle dirençlerden geçen akımlar Şekil 4'te görüldüğü

gibidir.  $A$  ve  $G$  uçları arasındaki direnç

$$\begin{aligned} R_{AG} &= \frac{V_{AG}}{I} \\ &= \frac{V_{AD} + V_{DC} + V_{CG}}{3i} \\ &= \frac{\frac{5}{2}iR}{3i} = \frac{5}{6}R \end{aligned}$$



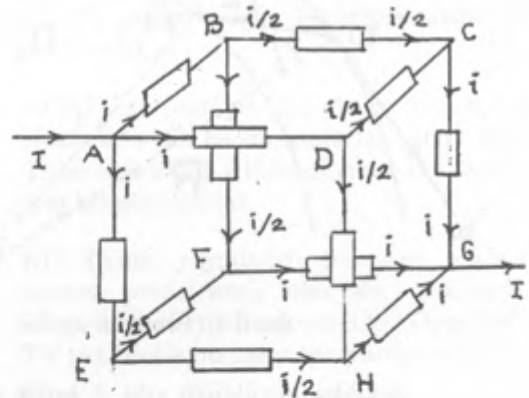
Şekil 4. (Problem 3)

b) Simetri nedeniyle devre elemanlarından geçen akımlar Şekil 5'te görülmektedir.  $A$  ve  $D$  uçları arasındaki direnç:

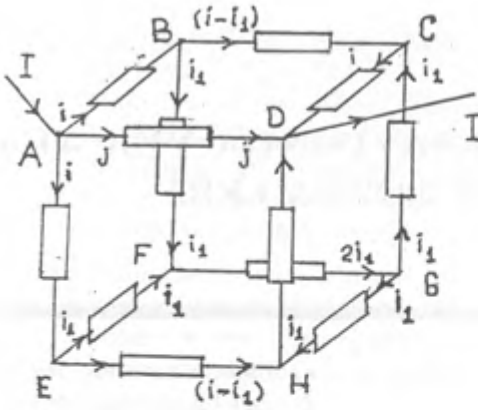
$$\begin{aligned} R_{AD} &= \frac{jR}{I} = \frac{jR}{2i+j} = \frac{14i_1 R}{24i_1} \\ &= \frac{7}{12}R \end{aligned}$$

olur.

(Zira  $i = 5i_1$  ve  $j = 3i - i_1 = 14i_1$  dir.)

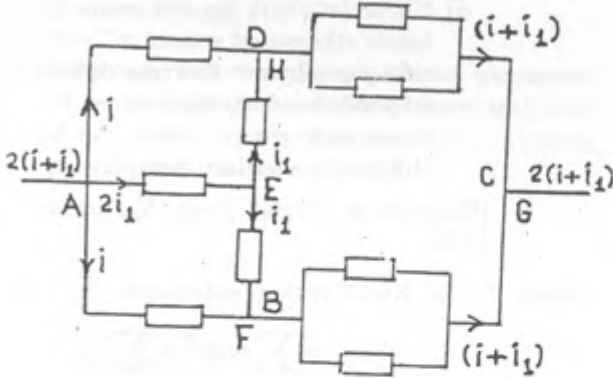
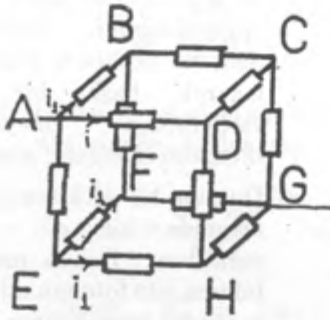


Şekil 3. (Problem 3)



Şekil 5. (Problem 3)

c)  $BF, CG$  ve  $DH$  dirençleri kısa devre yapıldığında devre elemanlarından geçen akımlar Şekil 6a'da görülmektedir. Basitleştirilmiş devre Şekil 6b'de verilmiştir.



Şekil 6a  
Şekil 6b

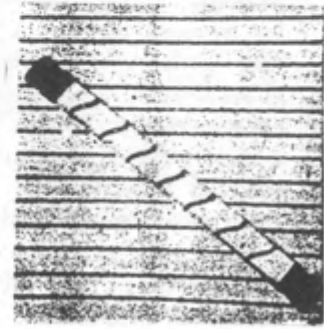
$$R_{AG} = \frac{iR + \frac{R}{2}(i + i_1)}{2(i + i_1)} = \frac{5}{8}R$$

(Zira  $i = 3i_1$  dir) bulunur.

Problem 4. Silindirik biçimli plastik bir çubuk çizgili kağıt üzerine konuluyor ve fotoğrafı çekiliyor.

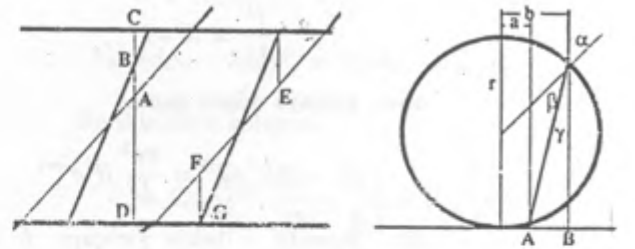
- Çizgilerde görülen bozulmayı nitel olarak açıklayınız.
- Fotoğraf üzerinde ölçümler yaparak plastiğin kırılma indisini kestiriniz.

(İsveç Ulusal Fizik Yarışması)



Şekil 7. (Problem 4)

Çözüm 4. a) Aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi bir A noktasının görüntüsünü inceleyelim.



Şekil 8. (Problem 4)

A'nın görüntüsü eksen doğrultusunda değil de  $CD$  doğrusu üzerindedir. Çubuk bir büyüteç gibi davranacaktır.  $FE$ 'nin görüntüsü  $GH$  olacaktır.

$$b) \sin \beta \approx \beta = \frac{b}{r} \quad \sin(\beta - \alpha) \approx \beta - \alpha = \frac{b-a}{2r} \Rightarrow \frac{b+a}{2r}$$

$$n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \approx \frac{\beta}{\alpha} = \frac{2b}{b+a}$$

# FİZİK DERGİSİNİN ÜÇÜNCÜ SAYISINDA YER ALAN YARIŞMA PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMLERİ

Ali Ulvi Yılmaz

**Problem 1.** Yarıçapı  $r = 10\text{cm}$  ve odak uzaklığı  $f = 1\text{m}$  olan parabolik bir aynanın odağına küçük siyah bir disk konuluyor. Diskin boyutları, güneşin ayna odağındaki görüntüsüyle çakışmaktadır. Diskin erişeceği maksimum sıcaklık ne olur? Güneşimizi sıcaklığı  $T_0 = 6000^\circ\text{K}$  olan siyah bir cisim gibi düşünebilirsiniz. Çevredeki havanın ısı iletkenliğini ihmal ediniz. (Bulgaristan Ulusal Fizik Yarışması, 1985).

**Çözüm 2.** Stefan-Boltzman yasasına göre güneşin yaydığı enerji

$$P = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

dir. Burada  $R$  güneşin yarıçapıdır. Birim katı açığa yapılan ışığa ise

$$\frac{P}{4\pi} = R^2 \sigma T^4$$

olur. Aynaya düşen ışığa

$$P_1 = \Omega R^2 \sigma T^4 = \frac{\pi r^2}{L^2} R^2 \sigma T^4$$

dir. Burada  $r$  diskin yarıçapı,  $L$  ise yer-güneş arası uzaklıktır. Öte yandan disk üzerine düşen enerjiyi yayar.

$$P_2 = 2\sigma T_m^4 A$$

burada  $A$ , diskin bir yüzünün alanı  $T_m$  ise sıcaklığıdır:

$$A = \pi f^2 \left(\frac{R}{L}\right)^2$$

$P_1 = P_2$  halinde sıcaklık maksimum olur.

$$\Rightarrow T_m = T^4 \sqrt{\frac{r^2}{2f^2}} \approx 1600^\circ\text{K}$$

**Problem 2.** a) Toplam momentumu sabit ve  $P$  olan bir parçacıklar sisteminin toplam relativistik enerjisinin tüm parçacıklar aynı yönde ve aynı hızla hareket ederlerken minimum olacağını gösteriniz.

b) Yüksek enerjili bir foton elektron-pozitron ( $e^- - e^+$ ) çifti yaratabilir. Bu çift yaratılma olayı ilk kez 1928'de Dirac tarafından öngörülmüştür. Enerji ve momentum korunum yasalarını kullanarak, başka bir parçacığın varlığında, çift-yaratılmanın mümkün olduğunu gösteriniz.

c) Durgun bir elektronun Coulomb alanında bir  $e^- - e^+$  çifti yaratılsın. Bunun mümkün olabilmesi için fotonun minimum eşik enerjisini hesaplayınız.

d) Ultrarelativistik bir elektronla fotonun etkileşmesi sonucu  $e^- - e^+$  çifti yaratılıyor. Elektron fotona zıt yönde hareket ediyor olsun. Fotonun eşik enerjisi  $10\text{eV}$  ise bu elektronun enerjisini hesaplayınız.

(Bulgaristan Ulusal Fizik Yarışması, 1990)

**Çözüm 2.** a) Kütle merkezi sisteminde

$$E_{k.m.} = \sum m_{0i} c^2 + \sum T_{ci}$$

dir. Burada  $m_{0i}$  ve  $T_{ci}$   $i$ 'inci parçacığın durgun kütlesi ve kinetik enerjisidir.  $E_c$ 'nin minimum olması  $\sum T_{ci} = 0$  halinde gerçekleşir. Bu ise bütün parçacıkların laboratuvar çerçevesinde aynı yönde ve kütle merkezinin hızına eşit hızla hareket etmeleri halinde mümkündür.

- b) Çift yaratılmayı kütle merkezi çerçevesinde inceleyerek  $e^- - e^+$  için  $P = 0$  dır. Oysa fotonun durgun olduğu çerçeve bulunamayacağından momentum korunumu bir üçüncü parçacığın, örneğin bir çekirdeğin, varlığını gerektirir.
- c) Foton enerjisinin minimumu, etkileşmeden sonra üç parçacığın aynı yönde ve aynı hızla hareket etmeleri durumunda olur.

$$\begin{aligned} P_\gamma &= 3P \quad (\text{momentum korunumu}) \\ E_\gamma + E_0 &= 3E \quad (\text{enerji korunumu}) \end{aligned}$$

Ayrıca

$$P = \frac{1}{c} \sqrt{E^2 - E_0^2}, \quad P_\gamma = \frac{E_\gamma}{c}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow E_\gamma &= 4E_0 \quad (E_0 = \text{elektronun durgun enerjisi}) \\ &\cong 2MeV \end{aligned}$$

- d) Enerji ve momentum için Lorentz dönüşümleri kullanarak

$$E_{\text{elektron}} = \frac{E'_\gamma \cdot E_0}{2 E_t} \quad E'_\gamma = E_t \sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$$

$$\begin{aligned} \text{bulunur. } E'_\gamma &= 2MeV, \quad E_0 = 0.5MeV, \\ E &= 10eV, \quad E_c = 52GeV. \end{aligned}$$

Problem 3. Deforme olmuş bir metal parçasının yoğunluğunu belirlemek üzere aşağıdaki deney elemanlarıyla bir yöntem geliştiriniz.

- Cetvel
- Tahta çubuk
- Büyükçe iki kova
- Su
- İnce ip
- Yoğunluğu bilinmeyen metal parçası
- Bakır silindir  $S_{Cu} = 8.3gr/cm^3$ .

Deneyin analizini yapıp şu soruları cevaplandırınız.

- a) Bulduğunuz sonucun muhtemel hataları nelerdir?

- b) Sudan başka bir sıvı kullanılsa sonuç nasıl değişir?
- c) Bakır silindirin içinin boş olması sonucu nasıl değiştirir?
- d) Suyu bir miktar şeker katılsa sonuç nasıl değişir?
- e) Uzunlukları cm yerine inç, karış vb. ile ölçseniz cevabınız nasıl değişir?

(Kolombiya Ulusal Fizik Yarışması, 1988).

Çözüm 3. Aşağıdaki deneysel düzenekleri gözönüne alalım.

Soldaki sistemden :

$$m_{Cu}g\ell_1 = m_xg\ell_2 \quad (1)$$

Sağdaki sistemden :

$$\begin{aligned} (m_{Cu}g - V_{Cu}d_{Su}g)\ell'_1 \\ = (m_xg - V_xd_{Su}g)\ell'_2 \end{aligned}$$

Bu denklemlerde  $d = \frac{m}{V}$  bağıntısı kullanılırsa

$$V_{Cu}d_{Cu}\ell_1 = V_xd_x\ell_2 \quad (3)$$

$$V_{Cu}(d_{Cu} - d_{Su})\ell'_1 = V_x(d_x - d_{Su})\ell'_2 \quad (4)$$

Bu ikisinden kolayca

$$V_x = V_{Cu} \frac{d_{Cu}}{d_{Su}} \left[ \frac{\ell_1}{\ell_2} - \frac{\ell'_1}{\ell'_2} \right] + V_{Cu} \frac{\ell'_1}{\ell'_2}$$

yazılır. Bilinmeyen yoğunluk ise

$$d_x = \frac{m_x}{V_x}$$

bağıntısından elde edilir ( $m_x$  ise ilk eşitlikten bulunup yerine konur).

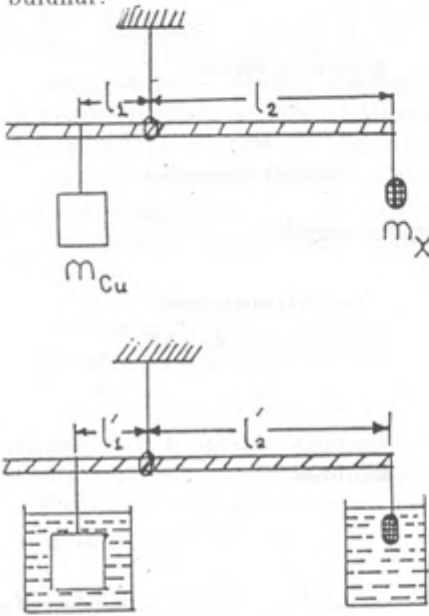
Problem 4. Bir bardağı suyla tamamen doldurup üstünü karton ile kapatın. Bardağı birdenbire ters çevirin, su bardağın içinde kalacaktır. Bardak başlangıçta suyla kısmen doldurulmuş olsa idi ne olurdu? Deneyiniz. Sonucu açıklayınız. (Finlandiya Ulusal Fizik Yarışması, 1990).



Çözüm 4. Bardak kısmen su ile dolu iken, suyun az bir kısmı dökülür ya da karton dışarıya doğru hafifçe bükülür. Bardak içindeki hava basıncı  $p_0$  dan  $p$  ye düşer. Bardağın boyu  $\ell$ , suyun yüksekliği  $h$  ve su yüksekliğindeki değişim  $\Delta h$  olsun.

$$\begin{aligned} pV &= \text{sabit} \\ p_0 A(\ell - h) &= pA(\ell - h + \Delta h) \\ p &= p_0 - dgh \\ \Rightarrow \Delta h &= \frac{dgh(\ell - h)}{p_0} \end{aligned}$$

bulunur.



Şekil, (Problem 3)

Problem 5. Bir kaba su konuluyor. Kabin dibinde küçük bir delik bulunmaktadır. Kaptaki su yüksekliğini zamanın fonksiyonu olarak elde ediniz. (Hollanda Ulusal Fizik Yarışması, 1990)

Çözüm 5. Suyun yüksekliği:  $h = h(t)$   
Delikten suyun çıkış hızı:  $v$   
Delik yarıçapının kabınkine oranı:  $p$   
Enerji korunumundan:

$$\left(\frac{dh}{dt}\right)^2 + 2gh = v^2$$

Kütle korunumundan:

$$\frac{dh}{dt} = p^2 v \quad (p \ll 1)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow v^2 &\cong 2gh \\ \frac{dh}{dt} &= p^2 \sqrt{2gh} \Rightarrow h(t) = \{\sqrt{h(0)} - p^2 \sqrt{g/2} t\}^2 \end{aligned}$$

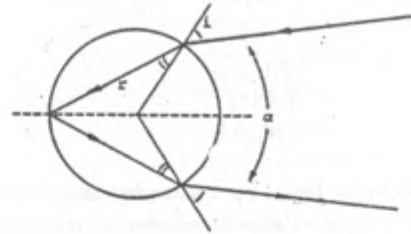
Problem 6. Yağmur damlalarında kırılma ve iç yansımaya gökkuşağına neden olur. Tek yansımaya halini gözönüne alalım.

- Gelen ve giden ışık ışınları arasındaki açının maksimumunun dalga boyuna bağlı olduğunu gösteriniz.
- Gökkuşağı olayını açıklamaya çalışınız.

(Hollanda Ulusal Fizik Yarışması, 1988)

Çözüm 6. Aşağıdaki şekilden

$$\begin{aligned} \alpha &= 2[r - (i - r)] \\ &= 4r - 2i \\ \frac{d\alpha}{di} &= 4 \cdot \left(\frac{dr}{di}\right) - 2 \end{aligned}$$



Şekil (Problem 6)

$\sin i = n \sin r$  bağıntısından

$$\begin{aligned} n \cdot \cos r \frac{dr}{di} &= \cos i \\ \Rightarrow \frac{dr}{di} &= \frac{1 - \sin^2 i}{n^2 - \sin^2 i} \end{aligned}$$

$$\frac{d\alpha}{di} = 0 \text{ dan } \frac{dr}{di} = \frac{1}{2} \quad n \cong 1,33 \text{ için}$$

$$i \cong 59,6^\circ, \quad r \cong 40,4^\circ, \quad \alpha \cong 42,4^\circ$$

## FİZİK DERGİSİ 1.CİLT YAZI DİZİNİ

- Z.Aydın *Türk Fizik Vakfı* (1.3)
- Z.Aydın *Asım Barut: Simetri ve Dinamik* (2.13)
- Z.Aydın *Feynman Şaka Yapar !* (4.14)
- S.Bilikmen *Laboratuvarda kontrol edilebilir nükleer füzyon* (2.13)
- G.Bingöl *Fizikte deneysel çalışmanın yeri* (2.16)
- S.Bozdemir *Fizik öğretiminin günümüzdeki durumu ve bazı öneriler* (2.20)
- A.F.Cesur *Güneşimiz, dünyamız ve enerji* (2.9)
- O.Demircan *Bir astronomi yasasının öyküsü (I)* (1.6)
- O.Demircan *Bir astronomi yasasının öyküsü (II)* (3.10)
- O.Demircan *Evrende yaşam* (4.2)
- T.Dereli *Lazerler ve uygulamaları* (1.16)
- T.Dereli *Bir yaşam öyküsü: Feza Gürsey* (1.23)
- T.Dereli *1991 Nobel fizik ödülü sahibi:P.G.de Gennes* (2.17)
- T.Dereli *Maddenin sıvı kristal halleri* (4.14)
- H.Gür *Denge* (3.29)
- D.İnan *Üniversitede yabancı dilde öğretim* (4.12)
- R.Kamer *Temel bilim dallarında yüksek nitelikli elemanlar yetiştirmek için bazı öneriler* (3.25)
- R.Karapınar *Elektronik göstergelerde son gelişmeler* (4.24)
- A.Mamedov *Elektromanyetik alanın Galile dönüşümü* (2.6)
- A.Mamedov *Elektrik akımının enerjisi* (3.27)
- H.Mutlu *Medikal ultrason* (2.21)
- R.Nasuhoglu *Galileo Galilei ve bilim yöntemi* (2.2)
- R.Nasuhoglu *Madde - antimadde* (3.1)
- G.Önengüt (bkz.Mamedov,A.) (2.6)
- G.Önengüt (bkz. Mamedov,A.) (3.25)
- M.Serdaroğlu *Lise eğitimindeki yönlendirmenin üniversitede yarattığı sorunlar* (2.19)
- P.Tolun *Parçacık fiziği ve parçacık hızlandırıcıları* (1.9)
- B.C.Ünal *Fizikçi teknolojiye* (2.7)
- B.C.Ünal *Bilim, teknoloji ve müslüman üçüncü dünya* (4.7)
- M.Yalçıneli *Safatey: Plazma* (2.15)
- A.U.Yılmaz *Uluslararası fizik olimpiyatları* (1.25)
- A.U.Yılmaz *Problem çözümleri I* (2.25)
- A.U.Yılmaz *Problem çözümleri II* (4.27)
- A.U.Yılmaz *Problem çözümleri III* (4.30)