

FİZİK

Dergisi



TÜRK FİZİK VAKFI

- BAŞLARKEN
- TÜRK FİZİK VAKFI
Zekeriya Aydın
- BİR ASTRONOMİ
YASASININ ÖYKÜSÜ
Osman Demircan
- PARÇACIK FİZİĞİ ve
PARÇACIK
HIZLANDIRICILARI
Perihan Tolun
- LAZERLER ve
UYGULAMALARI
Tekin Dereli
- YAŞAM ÖYKÜSÜ:
FEZA GÜRSEY
Tekin Dereli
- ULUSLARARASI FİZİK
OLİMPİYATLARI
Ali Ulvi Yılmaz
- YARIŞMA PROBLEMLERİ

İÇİNDEKİLER

- BAŞLARKEN 1
- TÜRK FİZİK VAKFI 2
Zekeriya Aydın
- BİR ASTRONOMİ YASASININ 6
ÖYKÜSÜ
Osman Demircan
- PARÇACIK FİZİĞİ ve 9
PARÇACIK HIZLANDIRICILARI
Perihan Tolun
- LAZERLER ve UYGULAMALARI 16
Tekin Dereli
- YAŞAM ÖYKÜSÜ:FEZA GÜRSEY 23
Tekin Dereli
- ULUSLARARASI FİZİK 25
OLİMPİYATLARI
Ali Ulvi Yilmazer
- YARIŞMA PROBLEMLERİ 31

FİZİK DERGİSİ **SAHİBİ**

TÜRK FİZİK VAKFI adına
Yürütme Kurulu Başkanı
RAUF NASUHOĞLU

YAYIN KURULU

RAUF NASUHOĞLU, ZEKERİYA AYDIN
DİNÇER ÜLKÜ, MEHMET TOMAK
MERAL SERDAROĞLU, TEKİN DERELİ

EDİTÖR

TEKİN DERELİ

KAPAK Z.AYDIN

BASKI

SANEM MATBAACILIK A.Ş. ANKARA
Fizik Dergisi, Türk Fizik Vakfı tarafından
üç ayda bir yayınlanmaktadır.

ABONE KOŞULLARI

Yurt içi yıllık: 40.000 TL
Yurt dışı yıllık: 15 \$

YAZIŞMA ADRESİ:

Prof. Dr. Tekin Dereli
Ankara Üniversitesi
Fen Fakültesi Fizik Bölümü
06100 Tandoğan, Ankara
Tel: 2126720 /1103

TÜRK FİZİK VAKFI
P.K. 78, 06662
Küçükesat-ANKARA
Tel: 4281969

BAŞLARKEN

Gelişmiş ve bazı gelişmekte olan ülkelere kıyasla Türkiye'de temel bilimlerle ilgili yayın sayısı gerçekten çok azdır. Salt fizik konuları içeren dergi veya diğer yayınlar bir elin parmakları kadar sayılıdır. Fizik konuları daha çok geniş temel bilimler yelpazesinde karışık bir şekilde yayımlanmaktadır. Bunun nedeni toplumumuzun ilgisizliği değildir kanısındayız. Kendisine nitelikli yayınlar sunulduğunda toplumumuz bunlara duyarlıkla sahip çıkmaktadır. Öyleyse sorun üstün nitelikli yayın gerçekleştirilmede karşılaşılan organizasyon güçlükleridir.

Türk Fizik Vakfı bu eksikliği görerek çok yerinde bir şekilde Fizik Dergisi'ni çıkarma kararı almıştır. Derginin son şeklini duyulan gereksinim belirleyecektir. Bize göre, yurt dışındaki örneklerini büyük bir beğeniyle izlediğimiz, orta öğrenim ve üniversite öğrencileri ile fizik öğretmenlerini hedef alan; ayrıca toplumun değişik kesimlerinde temel bilimlere ilgi duyan insanlara seslenecek bir dergi oluşturulmalıdır. Elinizdeki bu ilk sayıya sadece bir örnek olarak bakabilirsiniz.

Orta öğrenimdeki öğretmen ve öğrencilere yönelik nitelikli yayın sunmanın sayısız yararları olacaktır. Orta öğretimde kullanılan fen kitaplarının bugünkü durumu da göz önüne alındığında Fizik Dergisi'nin önemi daha iyi anlaşılacaktır. Derginin açıklık kazandıracığı fizik konuları, ödüllü problemler, kitaplarda henüz yer almayan güncel konulardaki derleme ve haberler, öğretilmesi zor konulardaki açıklayıcı yazılar ilgi ile karşılanacaktır sanıyoruz. Üniversite düzeyindeki öğrencilere hitap ederken, ders konu-

larının yanı sıra fizik kültürlerini artıracak yazılar hazırlanacaktır. Haberlerle, fizikte yaşanan heyecan okuyucularımızla paylaşılacaktır. Fizik Dergisi kanalıyla okuyucularımızla etkili bir iletişim kurmayı amaçlamaktayız. Ödüllü fizik problemlerinin yanısıra, fizik dünyasından haberler, yayın kurulundan görüşler ve okuyucu mektupları, dergi ile izleyiciler arasında sürekli ve etkili organik bir bağ oluşturacaktır kanısındayız. Dergi, fizik tartışılacak canlı bir forum yaratabildiği ölçüde başarılı olacaktır. Bu konudaki fikirlerinizi bize yazmanızı beklemekteyiz .

Amaçlanan Dergi'yi istenilen düzeyde sürekli olarak yayımlayabilmenin kolay iş olmadığını farkındayız. Bilim adamlarımız, öğretmenlerimiz ve öğrencilerimiz ile temel bilimlere ilgi duyan herkese görevler düşmektedir. Böyle bir dergiyi yaşatmak, katkı yaparak düzeyini yüksek tutmak, ve bu güzel girişiminde Türk Fizik Vakfı'nı desteklemek ortak çıkarlarımızın bir gereğidir.

Son yıllarda fizik dünyasında büyük bir canlılıkla, çığır açan heyecan verici gelişmeler yaşanmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda üstün iletkenlik, kesirli kuantum Hall olayı gibi Nobel ödülü ile onurlandırılan buluşların yanı sıra, yeni temel parçacıkların keşfi, evrenin oluşumuna değin yeni gözlemler gibi birçok konu yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Derginiz, fizik dünyasında yaşanan bu heyecanı toplumumuza aktarabilmektedir.

Fizik Dergisi'nin ilk sayısında bulacağınız yazılar şunlardır: Ayın konusu olarak " Lazerler ve Uygulamaları " işlenmiştir. Bu başlık altında diğer ilginç olduğunu sandığımız konu-

lar da ileriki sayılarda tanıtılmaya devam edilecektir. Astronomi-Bilim tarihi olarak. "Bir astronomi yasasının öyküsü" 'nü izleyeceksiniz. Parçacık fiziği konusunda "Parçacık dedektörleri ve hızlandırıcıları"nın tanıtıldığı bir yazı bulacaksınız. Bir yaşam öyküsü başlığı altında Nisan ayında yitirdiğimiz ünlü fizikçimiz Feza Gürsey'i tanıtan bir yazı hazırladık. Ünlü fizikçileri tanıtan yaşam öyküsü yazıları ileriki sayılarda da sürecektir.

Ödüllü yarışma soruları olarak mekanik ve

yakın konularda 6 problem seçtik. Çözümlerinizi bize yollayın. Başarılı bulunan çözümler ileriki sayılarımızda yayınlanacaktır. Ödüllü yarışma sorularını vermeyi sürdüreceğiz. Bu soruları genellikle uluslararası Fizik Olimpiyatlarında sorulanlar arasından seçmekteyiz. Bu nedenle Uluslararası Fizik Olimpiyatları'nı tanıtan bir yazı hazırladık. Fizik Dergisini çıkaran Türk Fizik Vakfı'nı tanıtan, şu ana değin etkinliklerini ve amaçlarını anlatan yazımızı ilgi ile okuyacağınızı umuyoruz.

"İnsan toplumun bir parçasıdır. Ama unutmayalım ki toplum da tabiat içinde yer alır. O yüzden temel bilim tabiata dönüktür. Toplum temel bilime dönük olduğu nisbette bilim de insanlara uygulamalı meyvalarını bırakır. Temel bilimi unutan medeniyetler sonunda teknoloji kıtlığından ve fikir yoksunluğundan kurtulamazlar."

Feza Gürsey

(1968 TÜBİTAK Bilim Ödülü Töreni Konuşmasından)

"Temel bilim yapmak geleceği yapmak demektir. Bazen deniliyor ki, gelişen toplumlar yalnız teknoloji kursunlar, teknoloji satın alsınlar. Temel araştırma onlar için bir lükstür, temel bilimleri zengin milletler yapsın. Ben uzun zamandır bu fikrin doğru olmadığını savunuyorum."

Asım Orhan Barut

(1982 TÜBİTAK Bilim Ödülü Töreni Konuşmasından)

TÜRK FİZİK VAKFI

Zekeriya Aydın

Doğa bilimlerinin temsilciliğini fiziğin yaptığı konusundaki düşünce birliği epey eskilere gider; günümüze yaklaştıkça da bunun doğruluğu sürekli olarak artmıştır. 1930'lerde kuantum mekaniğinin kuruluşu tamamlandığında, kimyanın, esas olarak atom ve molekül fiziği olduğu anlaşılmıştır. Son yılların biyolojisi de moleküler biyoloji ve biyofizik olarak fizikten vazgeçemez duruma gelmiştir. Bugünün teknoloji toplumunda, tüm teknolojik gelişmeler, ister istemez doğa bilimlerindeki (matematiği de katarsak, temel bilimlerdeki) bulguların uygulamaya geçirilmesiyle olmaktadır. Bu nedenle tüm ileri ülkeler, temel bilimler ve özellikle de fiziğe en büyük önemi vermekte, bu dala en büyük yatırımı yapmaktadırlar.

Her geri kalmış ülkede olduğu gibi, Türkiye'de ise bilimsel kuruluşlarımız bile, sadece teknolojik uygulamaların transferiyle gelişme yoluna giri-lebileceği yanılgısı içindedirler. Oysa ülkemizin temel bilimlerde iyi yetişmiş, uluslararası düzeyde araştırma yapabilen ve üretilmiş bilgiyi teknolojiye dönüştüren büyük insan gücüne gereksinim vardır.

Bu gereksinimledir ki Türkiye'de fizik eğitiminin ve fizik araştırmalarının desteklenmesi amacıyla, Prof.Dr. Rauf NASUHOĞLU, Prof.Dr.Erdal İNÖNÜ ve 15 arkadaşı tarafından 1985 yılında TÜRK FİZİK VAKFI (TFV) kurulmuştur. Kamu yararına bir kuruluş olan Türk Fizik Derneği (TFD) de vakfın kurucu ortakları arasındadır. Kuruluşundan beri kurucular Kurulu Başkanlığını Prof.Dr.Erdal İnönü yapmaktadır. Mayıs 1992'de 3 yıllığına seçilen yürütme kurulu ise Prof.Dr.Rauf NASUHOĞLU,

Prof.Dr.Zekeriya AYDIN,Prof.Dr. Dinçer ÜLKÜ, Prof.Dr. Tekin DERELİ ve TFD yönetim kurulundan bir üyeden oluşmaktadır. Vakfın sermayesine esas katkısı Nasuhoğlu ailesi yapmıştır. Tüm fizikçi arkadaşların bildiği gibi,Prof.Dr. Nasuhoğlu kırk yılı aşkın bir süreden beri Türk orta ve yüksek öğretimindeki fen ve fizik eğitimine hizmet etmektedir. Orta öğretim sıralarında tümümüz Prof.Dr.Nasuhoğlu'nun yazdığı çok sayıdaki fizik kitabından birkaçını okumuşuzdur. Fiziksel Bilimler İnceleme Komitesi (PSSC)'inde fizik üyesi olarak, 60'lı yıllarda Fen Lisesi ve diğer seçkin liselerimizde PSSC fizik programlarının yerleşmesinde emeği sonsuzdur. 70'li yıllarda üniversitelerimizin fizik bölümlerine Berkeley Fizik Programını, ders kitapları ve laboratuvarlarıyla kazandıran gene Nasuhoğlu hocamızdır.

VAKFIN AMAÇLARI

Başlangıçta belirttiğimiz gibi, doğa bilimlerinin temelini oluşturan fizik, geliştirdiği kavram ve yöntemlerle uygulamalı fen dallarının ve teknolojinin gelişmesini sağlamış ve insanoğlunun yaşamını derinden etkileyen bir bilim niteliği kazanmıştır. Çağımızın temel bilimlerinde, tüm uygulamalı fen dallarında ve teknolojiye başarılı olabilmek, en başta fizik kavramlarını iyi anlamış olmaya, fiziğin geliştirdiği yöntem, araç ve gereçleri iyi kullanabilmeye bağlıdır. Bunun bilincindeki kişilerce kurulan Türk Fizik Vakfı, şu amaçları gerçekleştirme uğraşı içindedir:

-Fiziğin, her düzeydeki eğitim kurumlarında çağdaş içeriğinin gerektirdiği biçimde uygun yöntemlerle öğretilmesine ve böylece kültürümüzün temel bir ögesi durumuna getiril-

mesine katkıda bulunmak.

-Fizik ve fizikle ilgili bilim dallarının ve bunların uygulaması olan teknolojinin ülkemiz koşullarına göre geliştirilmesini, yaygınlaştırılmasını ve bunların oluşturduğu ürünlerden toplumumuzun etkili biçimde yararlanmasını sağlamak.

-Ülkemizin teknolojik ve ekonomik gelişmesinde fiziğin ve fizikçilerin katkılarının teşvik edilmesini, değerlendirilmesini ve artırılmasını sağlamak.

ETKİNLİK ALANLARI

Türk Fizik Vakfı'nın, bu amaçları gerçekleştirmek üzere etkinlik göstereceği alanları ve yöntemlerini Vakıf Senedi'nden birlikte okuyalım:

-Fizik öğretimi ile ilgili programlar hazırlar; uygulama ve değerlendirme yöntemleri üzerinde inceleme ve araştırma yaptırır. Bu tür çalışmalar yapan kurum ve kuruluşları destekler; onlarla işbirliği yapar. Bu konulardaki bulgularını ilgili kurum ve kuruluşların bilgisine sunar.

-Fiziğin öğretilmesi, geliştirilmesi ve uygulaması ile ilgili araştırma merkezi, enstitü, kitaplık, laboratuvar gibi tesisleri kurar; ya da bu amaçla kurulmuş olanları destekler ve işbirliği yapar. Bu gibi kurum ve kuruluşlarda, öğretim ve araştırma elemanlarının yetiştirilmesine katkıda bulunmak üzere, kurs, konferans, yaz okulu gibi çalışmalar düzenler ya da düzenleyenleri destekler.

-Genel olarak fizik dalında ya da seçilmiş özel fizik alanlarındaki çalışmalarını gözden geçirmek ve katkıları açığa çıkarmak üzere, belirli aralıklarla kongre, simpozyum gibi bilimsel toplantılar düzenler; ya da düzenleyen kuruluşları destekler.

-Fizik öğrenimi gören yetenekli gençlere burslar verir; fizik öğretimine ve araştırmalarına katkıda bulunan her düzeydeki öğretim ve araştırma elemanlarına olanaklar ölçüsünde destek sağlar.

-Fizik ve fen öğretiminde kullanılan ders kitapları, ders araçları ve uygulamalı çalışma kılavuzları hazırlar. Fizikle ilgili her düzeyde dergiler yayımlar.

GERÇEKLEŞTİRİLEN ETKİNLİKLER

Burslar

Vakıf, üniversitelerin Fizik ve Fizik Mühendisliği bölümlerinde okuyan başarılı 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerine her yıl 12 burs vermektedir. Burs tutarı, üniversite öğrencilerine verilen kredi tutarı düzeyindedir. Şimdiye dek verdiğimiz toplam burs sayısı 40 kadardır. Şu anki bursiyerlerimizin ikisi Ankara Ü.'den ikisi ODTÜ'den, ikisi Çukurova Ü.'den, ikisi Karadeniz Ü.'den, biri Boğaziçi, biri ITÜ, biri Hacettepe ve biri Yıldız Ü.'dendir.

Vakıf aracılığı ile kendi adlarına burs vermek isteyen kişilerin burslarının dağıtımını da Vakıf üstlenmiş durumdadır. Bu tür burs bağışlarının artması dileğimizeyizdir.

Trieste ICTP ile İlişkiler

Trieste'deki Uluslararası Teorik Fizik Merkeziyle Vakıf arasında 1987 yılında yapılan Federasyon Anlaşması her yıl yenilenmektedir. Bu anlaşma uyarınca, her yıl doktoralı 3 genç araştırmacı, herbiri 3-4 hafta süreyle, tüm masrafları karşılanarak Trieste ICTP merkezindeki etkinliklere katılmaktadır. Bu olanaktan yararlanmak isteyen genç öğretim elemanlarının her yıl Şubat-Mart aylarında çalışma programlarıyla Vakfa başvurmaları gerekmektedir.

Simpozyumlar

4-5 Haziran 1987 tarihlerinde Ankara'da Türkiye Odalar Birliği Salonlarında "Fizik ve Sanayi Simpozyumu" yapılmış; bu simpozyumu Odalar Birliği, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. ve Trieste Teorik Fizik Merkezi de desteklemiştir. Konu ile ilgili yetkin genç fizikçi ve mühendislerimizin konuşmacı olarak katıldığı simpozyumu 250 kadar meslektaşımız izlemiştir.

Yapılan konuşmalar 128 sayfalık bir kitap halinde hazırlanıp dağıtılmıştır.

İkinci simpozyumumuz 16-17 Haziran 1988 tarihlerinde ODTÜ'de "Ortaöğretimde Bilgisayar Destekli Fen Eğitimi ve Sorunları" konusunda yapılmıştır. Bu simpozyumu ODTÜ, IBM ve TÜBİTAK desteklemiştir; yapılan konuşmalar 100 sayfalık bir kitap olarak yayınlanıp ücretsiz olarak dağıtılmıştır.

1-3 Kasım 1990'da Milli Eğitim Şura Salonunda gerçekleştirilen üçüncü simpozyumumuz "Fizik Öğretiminde Çağdaş Eğilimler" üzerineydi. MEB ile işbirliği yapılarak lise öğretmenlerinin de katıldığı bu simpozyum, ortaöğretim sorunlarını ve gereksinimlerini saptamak açısından çok yararlı geçmiş ve 110 sayfalık bir kitap halinde toplanan konuşmalar, katılanlara ve ilgili kuruluşlara dağıtılmıştır.

Anket ve Bir Yarışma

Vakfın kuruluşunun hemen ardından, fizikçilerimizin mezuniyet sonrası eğitim gereksinimleri, iş olanakları ve çalışma yaşamları boyunca karşılaştıkları sorunlarla ilgili kapsamlı bir anket hazırlanmıştır. Büyük ilgi gören bu anketle, fizikçi potansiyelimizin bir envanteri çıkarılmış oldu.

Gene 1986 yılında lise öğrencileri arasında "Fizik'in Yaşamdaki Yeri" konulu bir yazı yarışması düzenlenmiştir. MEB'nin işbirliği ile yürütülen bu çalışma çok büyük bir ilgi görmüştür. Fizik öğrenmeye yeni başlayan gençlerimizin fizikten ne anladıklarını görmek ve onları daha çok fizik düşünmeye yöneltmek amacıyla dönük bu yarışmada başarılı bulunan 25 öğrenciye para ödülleri verilmiştir.

Yazıyı bitirirken, elinizdeki bu derginin de Vakfın yeni başlattığı bir başka etkinlik olduğunu hatırlatalım.

TÜRK FİZİK VAKFI KURUCU ÜYELERİ

1-Türk Fizik Derneği	10-Mustafa Gülenç
2-Rauf Nasuhoğlu	11-Demir İnan
3-Erdal İnönü	12-Fikret Kortel
4-Şükran Nasuhoğlu	13-Fevzi Köksal
5-Yahya Zabunoğlu	14-Nuran Özalp
6-Yaşar Alıçlı	15-Meral Serdaroğlu
7-Ender Aktulga	16-Perihan Tolun
8-Sait Akpınar	17-Ali Toprak
9-Zekeriya Aydın	18-Cengiz Yalçın

ONUR KURULU ÜYELERİ

1-Feza Gürsey (rahmetli)	3-Dinçer Ülkü
2-Asım O.Barut	4-Mehmet Tomak

BİR ASTRONOMİ YASASININ ÖYKÜSÜ

Osman Demircan

Bu yazıda gezegenlerin güneşe uzaklıklarını veren Titius-Bode yasasının öyküsünü ve yorumunu bulacaksınız.

Öykü 1764 yılında Amsterdam'da meşhur filozof Charles Bonnet (1720-1793)'in yazdığı "Contemplation de la Nature" başlıklı kitabı ile başlar. Kitap çok tutulduğu için dört dile çevrilmiştir. Bizi ilgilendiren kitabın Almanca çevirisidir. Bu çeviriyi Johann Daniel Titius (1729-1796) yapmıştır. Çeviride ilginç olan şey orijinalinden farklı olarak eklemeler içermesidir. Titius basit çeviriyi yeterli bulmayıp kitabın bazı yerlerine eklemeler yapmıştır. Bu eklemeleri de çevirmenin notu şeklinde ayrı olarak değil, fakat metin içine hiç belirtmeden koymuştur. Alışılmışın dışında olan bu eklemeler sonradan Titius'un alçak gönüllülüğüne yorumlanmıştır. Almanca çeviride birinci kısmın dördüncü bölümüne yapılan eklemeler oldukça önemlidir. Bu ekte şöyle denmektedir: Satürn gezegeninin Güneşten uzaklığı 100 birim alınırsa Merkür'ün güneşten uzaklığı 4 birim, Venüs'ünki $4+3=7$ birim, Dünya'nunki $4+6=10$ birim, Mars'ınki $4+12=16$ birim olmakta fakat bu sıraya göre Mars'tan sonra $4+24=28$ birim konumunda bilinen hiçbir gezegen bulunmamaktadır. Bu yörünge boş olabilir mi? Kesinlikle hayır. Bu yörünge henüz keşfedilmemiş bir cisim ait olmalıdır. Bu cisim Mars'ın veya Jüpiter'in uydusu olabilir. Bu cisimden sonra Jüpiter'in güneşe uzaklığı aynı kuralla $4+48=52$ birim, Satürn'ünki $4+96=100$ birimdir. Ne kadar ilginç bir bağıntı! Bağıntı gerçekten ilginçti. O zaman bilinen gezegenlerin güneşe uzaklıklarını tahmin etmek bir yana Mars'la Jüpiter gezegenleri arasında bilinmeyen bir cismin varlığını da haber veri-

yordu. Dünyanın güneşe ortalama uzaklığı (149,6 · 10⁶ km = 1 Astronomik birim) birim alındığında Titius kuralının öngördüğü gezegen uzaklıkları bugün gözlemsel olarak bilinen gezegen-güneş uzaklıklarıyla Neptün ve Pluto dışında çok iyi uyumaktadır. Bu uyum bugün bilinen tüm gezegenler için Tablo 1'de gösterilmiştir. Yasanın yorumuna girmeden önce öyküye devam edelim. 1772'de Titius çevirisinin ikinci baskısı yapılmış ve bu baskıda eklemeler çevirmenin dipnotu olarak ayrılmıştı. Aynı yıl zamanın Berlin Rasathanesi Müdürü Johann Elert Bode (1747-1826) bir astronomi kitabının ikinci baskısını yayınlamıştı ve ilginçtir ki Bode kitabının bu baskısına Titius yasasını kendisi bulmuş gibi eklemiş, Titius'ten hiç söz etmemiştir. Bazı kaynaklara göre Titius Gezegen-Güneş uzaklıklarını veren basit bağıntıyı farkettikten sonra Rasathane müdürü Bode'ye gitmiş; Bode ise yasayı çalıp kendi adına yayınlamış, fakat Titius'un bu bulguyu daha önce yayınlamış olabileceğini düşünmemiştir. Bode yıllarca birçok kitabında ve makalesinde bu yasadan kendi bulgusu olarak söz etmiştir. Sonuçta söz konusu yasa yüzyıllarca hatta bugün bile birçok kaynakta Bode yasası olarak bilinmektedir. Yasanın Bode yasası olarak bilinmesinin iki temel nedeni vardır. Birincisi Titius yasayı başkasının kitabında sadece çevirmen olarak not ederken yasanın önemini çok iyi kavrayan Bode onu birçok kitabında ve makalesinde duyurmuş ve savunmuştur. İkincisi ise Titius içine kapanık alçakgönüllü kendi halinde bir bilim adamı iken; Bode dünyaca meşhur, girişken, hırslı ve kendini iyi satabilen bir Rasathane müdürüydü. Böylece Titius yasası haksız yere Bode yasası olarak bi-

linmiştir. Hep böyle olmaz mı? Bugün bile günlük yaşamda namuslu dürüst insanların hakları bin-bir dolapla açığözler tarafından kullanılır, onlar söz sahibi olur, onlar meşhur olur, onlar zengin olur her zaman. Söz konusu yasa Bode yasası olarak meşhur olduktan çok sonra geçmişi incelendiğinde Bode'dan altı yıl önce Titius tarafından not edildiği öğrenildiği halde bilimsel kaynaklarda hata hâlâ tam olarak düzeltilmemiştir. Yasa bugün sadece bazı kaynaklarda Titius-Bode yasası olarak bilinmektedir.

Aslında yasa tam olarak Titius'e de ait değildir. Olayı başından ele alırsak eski Yunanda Aristarchus okulu Babillilerin yaptığı duyarlı ve sistematik gezegen gözlemlerini yorumlayarak gezegenlerin Güneşe olan görelî uzaklıklarını bulmuşlar ve bu uzaklıkların bir düzen içinde değiştiğini farketmişlerdi. Aristo okulu gök cisimlerini yörüngede tutan kuvveti kristal kürelerle açıklarken bir düzen içinde değişen küre büyüklüklerinden ve yörünge hareketlerindeki düzenden müzik notalarını geliştirmişlerdi. Daha o zaman gezegenlere ilişkin yörünge büyüklüklerinin bir düzen oluşturduğu, yani bir kurala göre değiştiği biliniyordu, ancak o kural bugün bildiğimiz anlamda formülleştirilmemişti.

Çok daha sonra Harezmi, Ebul Vefa, El-Battani Beyruni, Nasireddin Tusi ve Ulug Bey gibi İslâm astronomları ve Avrupa'da Rönesans sonrasında Nicolaus Copernicus ve Tycho Brahe gibi astronomlar gezegen verilerini yeniledikçe yörünge hareketlerine ilişkin düzen daha iyi anlaşılmuş ve sonunda Johann Kepler bu verilere dayanarak meşhur üç yasayı bulmuştu. Burada bu yasalardan sözetmeyeceğiz. Ancak özellikle belirtmek gerekirken Kepler biriken verileri kullanarak bir şeyin daha farkına varmış fakat bunu formülleştirilememiştir: Gezegenlerin Güneşe uzaklıkları bir düzen oluşturuyordu. Gezegen yörüngelerini çember kabul edip bunları içeren küreler ölçekli olarak çizildiğinde bir küreye dıştan çizilen bir çokgen bir sonraki küreye içten teğet oluyordu, ancak farklı küreler arasında farklı

çokgenler çizilmesi gerekiyordu. Bu çizimler tamamlandıktan sonra iki tane de önemli sonuç çıkıyordu: Merkür'le Venüs arasında ve Mars'la Jüpiter arasında birer boş yörünge vardı ve bu yörüngelerde görünmeyen birer küçük gezegen bulunmalıydı. Böylece Kepler formülleştiremediği bu yasayla gezegen yörüngelerindeki düzeni ve hatta görünmeyen gezegenlerin varlığını öngörmüştür. Kepler'in Merkür Venüs arasında öngördüğü küçük gezegen için nasıl yanıldığını bilmiyoruz; ama bugün Asteroid kuşağının olduğu yerde görünmeyen bir gezegenin varlığını ilk kez Kepler açık seçik belirtmiştir. Kepler'in gezegen yörüngelerinin düzeniyle ilgili bu bulgusu henüz formülleştirilememiş olan Titius-Bode yasasının ta kendisidir. Kepler'den sonra Titius'a gelinceye kadar gezegen yörüngelerindeki düzen von Wolf (1679-1754), Immanuel Kant (1724-1804) ve Johann Lambert (1728-1777) gibi meşhur bilim adamları tarafından da tartışılmıştır. Örneğin Kant Mars'la Jüpiter arasında görünmeyen bir gezegenin var olması gerektiğini uzun uzun tartışmak bir yana yörünge dış merkezliklerini dış gezegenlere gidildikçe arttığını farketmiş ve o zaman bilinen en dış gezegen olan Satürn'ün dışında başka gezegenlerin var olması gerektiğini savunmuştur. Tüm bu gelişmeler Titius-Bode yasasını hazırlayan gelişmelerdir. Ne Bode ne de Titius durup dururken akşam yatıp sabah kalkarak bu yasayı keşfetmemiştir. Titius bulgusunu çeviri kitapta not ederken von Wolf ve Lambert'in çalışmalarından yararlandığını açıkça belirtmiştir. Böylece Babillilerin gözlemlerinden Titius zamanına kadar gezegen yörüngelerine ilişkin küçük bulgular birbirine eklene eklene Titius-Bode yasasını oluşturmuştur. Yasanın matematiksel ifadesi

$$r_n = 4 + 3 \cdot 2^n$$

şeklinindedir. n indisi Merkür için $-\infty$ ve diğerleri için sırasıyla 0,1,2,3,...dir. Bu ifadeden gezegenlerin güneşe olan r_n uzaklıkları olması gerekenin 10 katı olarak tahmin edilir; yani Dünya-Güneş

uzaklığı 10 astronomik birim alınmış ve yasa buna göre düzenlenmiştir. İlginçtirki Titius-Bode yasasının bu matematiksel ifadesi ne Titius ne de Bode'ye aittir. Bu ifade ilk kez 1787 de Vikarius Wurm (1760-1833) tarafından geliştirilmiştir.

İlk bakışta fiziksel bir temele oturmadığı düşünüldüğü halde Titius-Bode yasası gezegenlerin Güneşe uzaklıklarını oldukça doğru vermektedir. Hatta ilginçtirki Titius döneminde Uranüs, Neptün, Pluto ve küçük gezegenler bilinmediği halde önceden yasa tarafından varlıklarının tahmin edilmesi yasanın ne kadar genel ve ne kadar

güçlü olduğunu ortaya koydu. En dış gezegenlere gidildikçe yasadaki bulunan uzaklık tahminleri gerçek değerlerden sapmalar göstermektedir. (Tablo 1) Sonradan yapılan çalışmalar Titius-Bode yasasının, çekimsel bozucu etkilerinin minimum olduğu yörüngeleri belirlediğini ortaya koymuştur. Gezegenler, çarpışmalar ve çekimsel etkileşimler sonucu sadece en az etkilenebilecekleri yörüngelerde kararlı durumda kalabilmektedirler. Aksi halde, yani diğer konumlarda çarpışmaların seçim etkisiyle yok olup gitmektedirler.

Gezegen	Titius-Bode yasasına göre uzaklık	Gerçek uzaklık
Merkür	0.4	0.39
Venüs	0.7	0.72
Dünya	1.0	1.00
Mars	1.6	1.52
Küçük gezegenler	2.8	2.80
Jüpiter	5.2	5.20
Satürn	10.0	9.52
Uranüs	19.6	19.18
Neptün	38.8	30.03
Pluto	77.2	39.62

Tablo 1: Gezegenlerin Güneşe ortalama uzaklıkları (Astronomik birim cinsinden)

PARÇACIK FİZİĞİ ve PARÇACIK HIZLANDIRICILARI

Perihan Tolun

“Yüksek Enerji Fiziği” veya “Temel Parçacıklar Fiziği” veya sadece “Parçacık Fiziği” olarak adlandırılan bilim dalı, evrenin sırlarını anlayabilmemiz, daha açık bir deyişle, evreni oluşturan enerji ve maddelerin özelliklerini, etkileşmelerini, dönüşümlerini inceleyebilmemiz, gözleyebilmemiz, anlayabilmemiz için gerekli bilgi birikiminin esasını oluşturmakta, temelinde bulunmaktadır. Bu dalda bilimsel araştırma çalışmaları ve yeni buluşların ve kuramların ortaya atılması büyük bir hız ve yoğunlukla devam etmektedir. “Parçacık” nükleus-altı parçacık anlamındadır.

Parçacık Fiziğinin Başlangıcı ve Gelişmesi

Bilindiği gibi evrendeki maddelerin kendi özelliklerini taşıyan en küçük parçacıklarına molekül denir. Element denilen saf maddelerin en küçük parçacıkları ise atomlardır. Molekül değişik atomların bir araya bağlanmasından oluşur ve kimyasal reaksiyonlar sonucu birbirlerine dönüşebilirler.

1910’larda Rutherford deneyleri sonucunda atomların da bir iç yapısı olduğu anlaşılmıştır: artı elektrik yüklü çekirdek (veya nükleus) ve etrafında eksi elektrik yüklü elektronlar. Çekirdek yapısının ise proton ve nötronların birbirine sıkıca bağlanmasıyla oluştuğu daha sonraki araştırmalarla ortaya çıkmıştır; ve nükleer reaksiyonlar sonucunda çekirdeklerin dolayısıyla atomların birbirine dönüşmesinin mümkün olduğu görülmüştür. Bu durumda en temelde üç çeşit parçacık olduğu varsayılmıştır: proton, nötron ve elektron. Ancak 1940’ların ikinci yarısında

müonların ve pionların keşfedilmesi ile temel parçacık sayısı birden yükselmiş ve parçacık fiziği nükleer fizikten ayrı ve daha temel bir dal olarak ortaya çıkmıştır. (Tablo 1.).

Daha sonraki yıllarda kaonların ve çeşitli hiperonların keşfiyle temel parçacık sayısı daha da arttı. Bütün bu yeni parçacıklar çok kısa ömürlüydü: $10^{-8} - 10^{-10}$ saniye mertebesinde belirgin bir süre içinde kendiliklerinden bozunmaya uğruyorlardı. Halbuki elektron, proton ve nötronun, kendi başlarına bırakıldıkları zaman sonsuza kadar veya çok uzun bir süre yaşadığı (değişmediği) biliniyordu.

1960’lı yıllarda daha da kısa ömürlü (10^{-24} saniye mertebesinde) birçok yeni parçacık keşfedildi. Artık bütün bu parçacıkları sınıflandırmak ve belki de daha temel unsurlardan oluştuklarını düşünmek gerekiyordu. Bu sınıflandırmada parçacıkların statik özellikleri ile birlikte aralarındaki etkileşmeler, birbirleri üzerindeki kuvvetler de göz önüne alındı. Çekirdek içindeki gibi “kuvvetli etkileşmeler” e duyarlı olan parçacıklara lepton (elektron, müon, v.b.), duyarlı olan parçacıklara ise hadron (proton, nötron, pion, kaon v.b.) adı verildi. Leptonların basit parçacıklar olduğu hadronların ise daha basit unsurlardan oluşan bir iç yapısı bulunduğu ortaya çıkıyordu. Hadronların özelliklerini izahta en başarılı kuramsal modele göre kuark denilen üç temel unsur değişik kombinasyonlar halinde bütün hadronları oluşturabiliyordu. Yeni deneysel sonuçlar ve modelin daha gelişmesi ile kuark sayısı dörde, son yıllarda ise altıya çıkarıldı. Bugün en temel parçacık olarak altı lepton ve bütün hadron-

ları oluşturabilen altı kuark biliniyor. Ancak kuarklar kendi başlarına gözlenemiyor. Leptonlar, kuarklar ve hadronlara istatistik özelliklerinden dolayı fermiyon deniyor. Ayrıca etkileşmelerde aracı rolü üstlenen bozonlar var. (Tablo 2, Tablo 3).

Temel Etkileşmeler

Temel parçacıklar ve bileşik sistemler arasındaki bütün etkileşmeler incelendiği zaman bunların dört tür olduğu görülmektedir:

1) Kuvvetli Etkileşme: Protonları, nötronları ve diğer hadronları oluşturan kuarkların kendi aralarında bağlanmalarını, çekirdeklerin bütünlüğünü sağlar.

2) Elektromanyetik Etkileşme: Elektrik yüklü tüm parçacıkların etkileşmelerinde etkindir. Atom içinde elektronları çekirdeğe, moleküllerde atomları birbirine, yoğun maddede molekül veya iyonları komşu molekül veya iyonlara bağlar.

3) Zayıf Etkileşme: Birleştirici gücü yoktur. Bazı radyoaktif çekirdeklerin ve pion, kaon gibi 10^{-8} - 10^{-10} saniye " ömürlü " birçok parçacığın bozunmalarından sorumludur.

4) Gravitasyonel etkileşme: Atomlar düzeyinde ve daha alt düzeylerde gücü çok az olduğundan ihmal edilebilir.

Yukarıda sıralanan etkileşmelerde aracı rolü oynayan, etkileşme enerjisini veya kuvveti, etkileşen sistemin kısımları arasında taşıyan bozonlar da şöyle belirlenebilir: Kuvvetli etkileşmelerde gluon adı verilen 8 bozon rol oynamaktadır. Elektromanyetik etkileşmeler foton değiş tokuşu, zayıf etkileşmeler ise 3 vektör-bozon değiş tokuşu ile oluşur. Gravitasyonel etkileşmelerde de graviton olduğu varsayılmaktadır. (Tablo 3).

Bu dört temel etkileşme veya kuvvetin birleştirilmesi, yani bunların aslında bir tek kuvvetin değişik görünümleri olduğunun kanıtlanması için büyük çaba harcanmaktadır. Son yıllarda zayıf kuvvet ve elektromanyetik

kuvvetin, "elektro-zayıf" denen tek bir kuvvetin iki değişik şekli olduğunun gösterilmesinde başarı sağlanmıştır. Kuvvetli etkileşmenin de bunlara benzer bir şekilde formüle edilebilmesi, ileride daha geniş bir birleşme umudunu geliştirmektedir.

Parçacık fiziğinde kuramsal çalışmalar ileri matematiksel metodlar gerektirmiştir. Önemli gelişmeler ve bugün kabul edilen başarılı kuramlar grup teorisine ve kuantum alanlar teorisine dayanır.

Parçacık Hızlandırıcıları

Deneysel parçacık fiziği çalışmaları başlangıçta kozmik ışınlarla yapıyordu. Ancak bunlar yeterince kontrol edilemediği için 1950'lerden itibaren hızlandırıcı kullanımı ön plana geçmiştir. Bugün farklı parçacıkların deneysel amaçlarla yüksek enerjilerde istenildiği gibi elde edilmesi sinkrotron tipi hızlandırıcılar ile mümkün olmaktadır. Çok büyük masraf gerektiren bu çalışmalar dünyada birkaç merkezde yürütülebilmektedir: Cenevre'de CERN, Hamburg'da DESY, Chicago yakınlarında FERMLAB, California'da SLAC bugün için en yüksek enerjilere ulaşılabilen hızlandırıcıların bulunduğu merkezlerdir. Buralarda ve diğer bazı merkezlerde yapılan parçacık fiziği araştırmaları çok başarılı, çok ilginç sonuçlar vermekte ve evrenin sırlarının bulunmasında birinci derecede rol oynamaktadır.

Hızlandırıcı merkezlerindeki büyük tesislerde hızlandırılan parçacıklar genellikle elektronlar ve protonlardır; çünkü bunlar elektrik yüklü, sonsuz ömürlü ve temini kolay parçacıklardır. Ender olarak, özel amaçlarla, bazı daha ağır iyonlar da hızlandırılmaktadır.

Hızlandırma, elektrik yüklü parçacıkların elektrik veya manyetik alanlardan geçirilmesi ve dolayısıyla bunların bu alanlarda elektrik veya manyetik kuvvetlerin etkisine girerek daha fazla hız kazanmaları yoluyla gerçekleşir. Bu alanlar değişik şekillerde ve geometrilerde temin edilirler.

Parçacık hızlandırıcıları yüzyılın başlarından

beri süren gelişmelere göre şöyle sıralanabilir:

1) İlk Hızlandırıcılar

Yüzyılın başlarında esaslı bir iyon kaynağı ve uygun bir yüksek voltaj farkından oluşan sistemler üzerinde çalışmalar yürütülüyordu. 1930'larda Cockroft-Walton jeneratörleri ve birkaç sene sonra da Van der Graaf jeneratörleri hızlandırıcı olarak başarıyla kullanılabilirdi. Bunlarda birkaç MeV'lik enerjiye çıkılabiliyordu. Bazı geliştirilmiş tiplerinden hâlâ nükleer fizikte yararlanılmaktadır.

2) Düzçizgisel hızlandırıcılar

Bu tür hızlandırıcılarda bir RF voltaj farkı kaynağı vasıtasıyla iyonların düzçizgisel yolu üzerinde belli aralıklarla uygun yönde voltaj farkları oluşturularak ardarda, tekrar tekrar hızlandırılmaları ve sonunda çok yüksek enerjilere eriştirilmeleri mümkün olabilmektedir. Hızlandırma işlemi parçacıkların düzgün hareketi boyunca koruyucu işlevi gören metal bir silindirin belli aralıklarla kesintiye uğraması ve bu boşluklarda hızlandırıcı yönde elektrik alan oluşturulmasıyla veya bütün sistemin bir elektromanyetik dalga iletici gibi davranmasının temin edilmesi ve parçacıkları uygun şekilde etkileşmesiyle gerçekleştirilir. Özellikle elektronlar için tercih edilir; çünkü radyasyon ile enerji kayıpları düşük düzeydedir. Son onyıllardaki gelişmeler ile çok yüksek enerjilere erişmek mümkün olmuştur.

3) Dairesel Hızlandırıcılar

Hızlandırma işleminin defalarca tekrarlanması kolayca mümkün olan daireysel hızlandırıcılar ilk defa 1930'larda Lawrence tarafından gerçekleştirilen sayklotron ile ortaya çıktı. Şekil 1.'de görüldüğü gibi, "De" denilen iki metal "yarım-disk" in iç boşluğunda, protonlar, üzerlerindeki dikey manyetik alan dolayısıyla daireysel bir çizgi üzerinde hareket etmekte ve bir De' den diğerine her geçişlerinde De'ler arasındaki voltaj farkı dolayısıyla hızları ve buna bağlı olarak daireysel yörüngelerinin yarıçapı artmaktadır. Sonuçta hızları ve yarıçapları mümkün olduğunca

artmış ve De'lerin dış çevresine yaklaşmış protonlar bir sapma ile De'lerin dışına alınıp çeşitli reaksiyonlar oluşturmak için kullanılırlar.

Yüksek hızlarda, proton kütleindeki relativistik büyüme, protonların De'ler arasındaki hızlandırma boşluğuna eşit zaman aralıklarıyla ve elektrik alan hızlandırma yönündeyken gelmelerine engel olur. Bu problem, daha gelişmiş bir tür olan sinkrosayklotron'larda, De'lere uygulanan voltajın frekansının, protonların De'ler arasındaki hızlandırma boşluğuna varış zamanlarıyla sinkronize olarak değiştirilmesi yoluyla çözülmüştür.

1940'larda inşa edilen ve ilginç bir prensibe göre çalışan betatron'da hem hızlandırma, hem de daireysel yörüngede tutma, manyetik alan ile gerçekleştirilmiştir. Hızlandırma daireysel halkanın içinden geçen manyetik akının zaman içinde değiştirilmesi dolayısıyla ve Faraday kanununa göredir. Bu sistemle birkaç yüz MeV enerjiye çıkılabilmıştır.

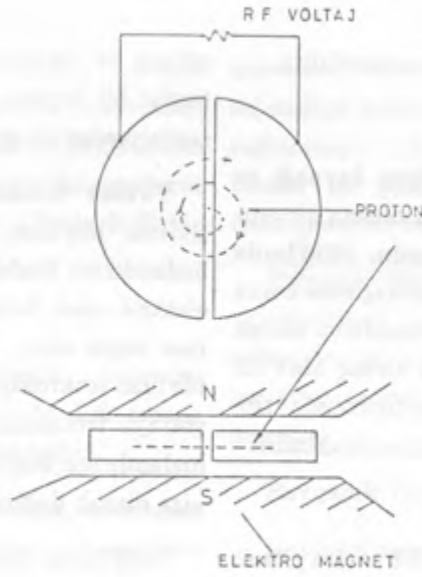
4) Sinkrotronlar

Sayklotron ve sinkrosayklotron'larda hızlandırılan protonların yarı çapı zaman içinde büyüdüğü yani değişken olduğu için, manyetik alanın en büyük yarıçapa kadar bütün daire alanı üzerinde bulunması gereklidir. Enerji ve yarıçap büyüdükçe bu tip hızlandırıcıların masraflı ve hantal olacağı görülebilir.

Sinkrotron'larda ise hem RF voltaj frekansını, hem de manyetik alanı zaman içinde değiştirerek, hızlandırılan parçacıkları başından itibaren sabit yarıçaplı bir yörüngede tutma yoluna gidilmiştir. Sabit bir halka çevresine dizilen bükücü dipol magnetler, odaklayıcı kuadropol magnetler ve hızlandırıcı RF voltaj farkı boşlukları sinkrotron'un esas elemanlarını oluşturur. Bu sistemle çok büyük yarıçaplı halkalara ve çok yüksek enerjilere (birkaç yüz GeV) çıkmak mümkündür.

5) Çarpıştırıcılar

Sinkrotronlarda iyonlar, özellikle protonlar ve



Şekil 1: İlk dairesel hızlandırıcı türü sayklotronunda hızlandırma prensibi ve hızlandırılan protonun üstten ve yandan izdüşümü.

elektronlar, hızlandırılabilirdiği gibi bunların anti-madde karşılıkları yani antiproton ve pozitronlar da aynı sistem içinde ters yönde (ters elektrik yük taşıdıkları için) hızlandırılabilir. Aynı halka üzerinde birbirlerine karşıt yönlerde hızlandırılan bu iki parçacık demetinin yörüngeleri dalgalandırılarak genellikle aralarında biraz mesafe bulunması ancak belli noktalarda çakışmaları sağlar. Bu noktalarda çarpışmalar olabilir ve reaksiyonlar oluşur. Reaksiyon sonucu ortaya çıkan yeni parçacıkların incelenebilmesi için bu noktaların etrafına dedektör sistemleri yerleştirilir. Bu tip hızlandırıcılara çarpıştırıcı denir. Bunların ilki CERN'de 1960'ların ikinci yarısında inşa edilen ISR halkasıdır. Karşıt yönde hızlandırılan parçacık demetleri $p-\bar{p}$ ve $e-e^+$ olduğu gibi $p-p$ veya $p-e^-$ 'de olabilir. Son yıllarda çalıştırılmasına başlanan SPSC, LEP ve HERA halkalarında bu tür çarpışmalar da başarıyla

gerçekleştirilmektedir. (Şekil 3).

Son Gelişmeler

Önümüzdeki yıllarda inşa edilmesi planlanmış hızlandırıcılardan en önemlileri, eski doğu bloku ülkelerinin öne sürdükleri UNK, CERN'de mevcut tesislerden yararlanılarak gerçekleştirilecek olan LHC ve nihayet Amerika'da Texas'da dev bir kuruluş olarak yeniden inşası planlanan SSC adları verilenlerdir. Buralarda yapılacak deneylerde 10 TeV mertebesinde enerjilere erişebilecek ve keşfedilmesi beklenen yeni parçacıklar örneğin t-kuark içeren parçacıklar aranacaktır.

Parçacık fizikinde son yıllardaki heyecan verici gelişmeleri, buluşları ve ilerideki yıllarda gerçekleştirilmesi planlanan çalışmalarını dergimizin sonraki sayılarında çıkacak ikinci bir yazı içinde anlatacağız.

Maddenin Yapı Unsuru	Boyut	Enerji
Molekül	$\sim 10^{-6}cm$	$\sim eV$
↓		
Atom	$\sim 10^{-8}cm$	$\sim 10^3eV = keV$
↓		
Nükleus	$\sim 10^{-12}cm$	$\sim 10^6eV = MeV$
↓		
Parçacık : nükleon	$\sim 10^{-14}cm$	$\sim 10^9eV = GeV$
↓		
" : kuark	$\sim 10^{-16}cm$	$\sim 10^{12}eV = TeV$

Tablo 1: Parçacık Fiziğinin maddenin yapısının incelenmesindeki yeri. İkinci kolonda ilgili sistemin büyüklük mertebesi verilmiştir. Üçüncü kolonda verilen ise bu sistemin incelenmesi için gerekli enerjinin karakteristik büyüklüğüdür ki bu aynı zamanda sistemi birarada tutan kuvvetlerin veya enerjinin büyüklük mertebesidir. (eV = elektron Volt, bir voltluk potansiyel farkıyla hızlandırılmış bir elektronun kazandığı enerjiye eşit enerji birimidir.)

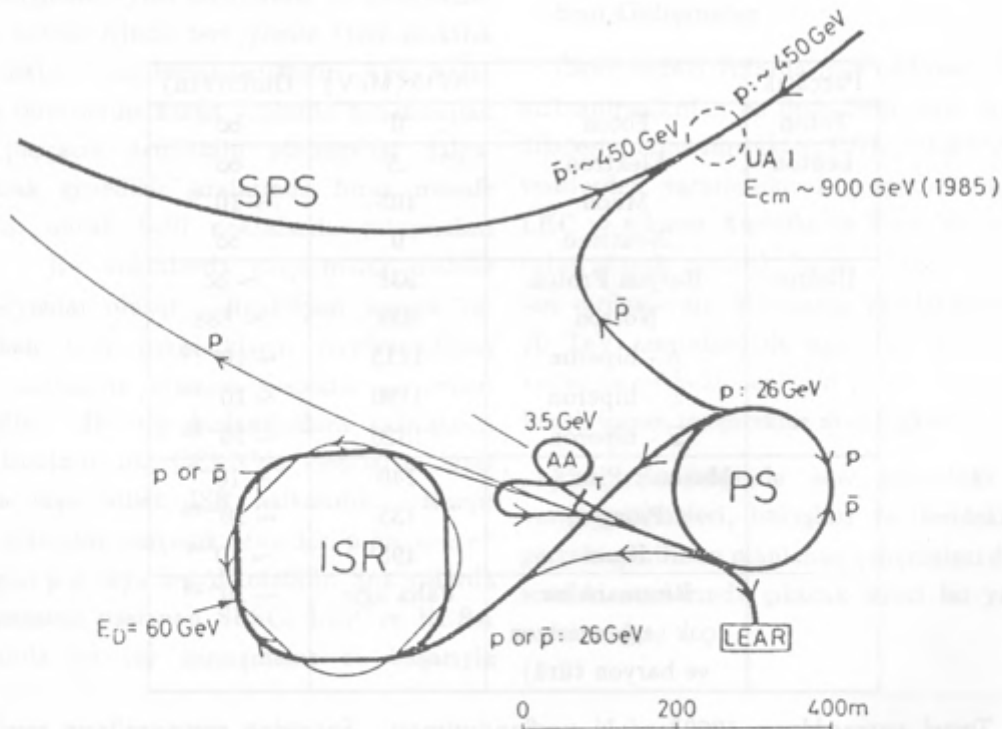
Parçacık		Kütle(MeV)	Ömür(san)
Foton	Foton	0	∞
Lepton	Elektron	.5	∞
	Müon	105	$\sim 10^{-6}$
	Neutrino	0	∞
Hadron	Baryon:Proton	938	$\sim \infty$
	Nötron	939	~ 888
	Λ - hiperon	1115	$\sim 10^{-10}$
	Σ - hiperon	1190	$\sim 10^{-10}$
	Ξ - hiperon	1320	$\sim 10^{-10}$
Mezon : Pion (+,-)	Pion (o)	140	$\sim 10^{-8}$
	Pion (o)	135	$\sim 10^{-16}$
	Kaon	495	$\sim 10^{-8}$
	Rezonans'lar (çok sayıda mezon ve baryon türü)	daha ağır	$\sim 10^{-24}$

Tablo 2: Temel parçacıkların 1960'lardaki sınıflandırılması. Sonradan rezonans'ların sayıları çok artmıştır; ve artık hadronlar temel parçacık sayılmamakta ve kuarklardan yapılmış oldukları kabul edilmektedir. (Kütle, ışık hızının karesiyle birlikte alınıp, aslında enerji birimi olan MeV cinsinden verilmiştir.)

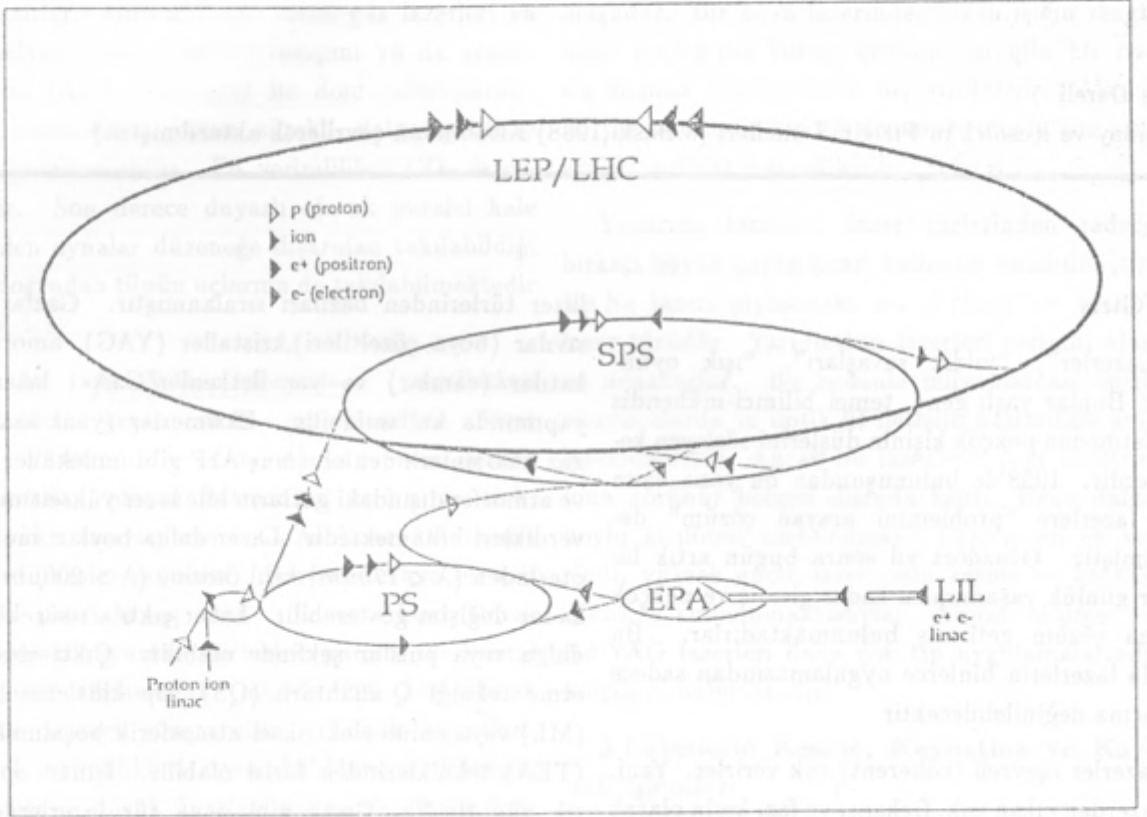
Fermiyonlar :	Lepton (Yaklaşık Kütle)	Kuark (Yaklaşık Kütle)
elektron ailesi	e^- (0.5 MeV) ν_e (0-20 eV)	u (300 MeV) d (300 MeV)
müon ailesi	μ^- (100 MeV) ν_μ (0-25 MeV)	c (1500 MeV) s (500 MeV)
tau ailesi	τ^- (1800 MeV) ν_τ (0-40 MeV)	t ? (50000 MeV) b (5000 MeV)

Bozonlar :	Temel Etkileşme	Aracı Bozon (Yaklaşık Kütle)
	Gravitasyonel	Graviton (0)
	Elektromanyetik	Foton (0)
	Zayıf	3 vektör bozon (80-90 GeV)
	Kuvvetli	8 gluon (0)

Tablo 3: Bugünkü sınıflandırmada en temel parçacıklar.



Şekil 2: CERN'deki hızlandırıcılar ve çarpıştırıcılar.



Şekil 3: CERN deki en yeni çarpıştırıcı LEP ve diğerleri.

LAZERLER VE UYGULAMALARI

Tekin Dereli

(Halliday ve Resnick'in Fiziğin Temelleri (3.Baskı,1988) Kitabından çevrilerek aktarılmıştır.)

1.Giriş

"Lazerler", "yıldız savaşları", "ışık oyunları": Bunlar yaşlı genç, temel bilimci-mühendis ayırdetmeden pekçok kişinin düşlerini süsleyen kelimelerdir. 1958'de bulunuşundan bu yana uzun süre lazerlere "problemini arayan çözüm" denegelmiştir. Otuzdört yıl sonra bugün artık lazerler günlük yaşamımıza kadar girmiş ve pekçok soruna çözüm getirmiş bulunmaktadırlar. Bu yazıda lazerlerin binlerce uygulamasından sadece birkaçına değinilebilecektir.

Lazerler eşvrelili (coherent) ışık verirler. Yani, bir lazerden çıkan ışık, frekansı ve fazı kesin olarak belirli bir elektromanyetik dalgadan ibarettir. Eşvreliliği, lazer ışığının tek renkli (monochromatic) ve yönlendirilmiş olmasını sağlar. Bu nedenle lazerlerin pratikteki kullanımları esas olarak eşvreliliğe bağlanabilmektedir. Örneğin, fazı belirli lazer ışığını bir dürbünden geçirerek daha duyarlı arazi ölçüm ve tarama çalışmaları yapabilirsiniz veya lazer ışığını tek bir nokta üzerine toplayarak çok büyük genliklere ulaşabilirsiniz. Ayrıca lazer ışığının genliğinin yanısıra fazının da bilinmesi sizlere malzemenin yapısı hakkında yeni bilgiler edinebilmek olanağını verir. Aşağıda değinilecek uygulamalarında lazer ışığının bu niteliklerinden yararlanılmaktadır.

2.Lazer Türleri

Eşvrelili ışık verebilmesi için bir lazer hem genlik yükseltici bir ortama, hem de geri beslemeyi sağlayacak bir ayna düzeneğine sahip olmalıdır. 1.Tablo'da bugüne kadar geliştirilmiş

lazer türlerinden bazıları sıralanmıştır. Gazlar, sıvılar (boya çözeltileri),kristaller (YAG), amorf katılar (camlar) ve yarı-iletkenler(GaAs) lazer yapımında kullanılabilir. Eksimerler (yani asal gaz halojenlerinden oluşmuş ArF gibi moleküller) ve atmosfer dışındaki gazların bile lazer yükseltimi verdikleri bilinmektedir. Lazer dalga boyları mor ötesinden ($\lambda < 170nm$) kızıl ötesine ($\lambda > 200\mu m$) kadar değişim gösterebilir. Lazer çıktıları sürekli dalga veya pulslar şeklinde olabilir. Çıktı elde etme tekniği Q-anahtarlı (QS), kip kilitlemeli (ML) veya enine elektriksel atmosferik boşalmalı (TEA) tekniklerinden birisi olabilir. Işınan optik güç He-Ne, GaAs gibi ucuz tür lazerlerde birkaç miliwatt mertebesinde kalırken, pulslu lazerlerde gigawatt mertebelerine ulaşabilir. Verimlilik ve dayanıklılık gibi diğer nitelikleri de lazerlerin pratik kullanımları için önem taşırlar.

Işık genliğinin yükseltimi için gerekli uyarılma gazlarda elektrik boşalması ile, yarı-iletkenlerde akım enjeksiyonu ile, katıhal lazerlerinde flaş lambası ile, boya lazerlerinde diğer tür lazerlerle veya kimyasal reaksiyonlar yardımıyla gerçekleşir. Görüldüğü gibi lazerlerin nitelikleri değişik türler arasında büyük farklılıklar taşımaktadır. Tutarları birkaç bin liradan milyarlarca liraya, güçleri mikrowattlardan gigawatlara, boyutları milimetrenin onda birinden bir kaç dekametreye, frekans bant genişliği ($\Delta f/f$) 10^{-1} 'den 10^{-15} 'e, puls aralığı 10^{-4} saniyeden sürekli dalgaya kadar değişebilmektedir.

Gaz lazerleri elektriksel boşalma yoluyla uyarılırlar. Uzunlukları 5 cm'den 5 m'ye kadar

değişebilir; uçları paralel iki ayna ile kapatılmış ve düşük basınçlı gazla doldurulmuş bir tüpten ibarettirler. Görünür ışık veren gaz lazerleri ya bir helyum-neon (He-Ne) karışımı ya da argon-kripton (Ar-Kr) karışımı ile doldurulmuşlardır. Gaz lazerlerinin çıktısı sürekli dalga şeklinde veya pulslu olabilir. En verimlileri CO₂ lazerleridir. Son derece duyarlı olarak paralel hale getirilen aynalar düzeneğe dışarıdan takılabildiği gibi doğrudan tüpün uçlarına da takılabilmektedir (Şekil 1.).

GaAs yarı-iletken lazerinde, yarı-iletken içerisinden geçen akım pn-ekleminde lazer ışığı yaratır. Ga_{0,7}Al_{0,3}As yarı-iletken alaşımından oluşan katmanlar, ışığın ve elektrik yükü taşıyıcılarının GaAs lazer katmanına hapsedilmesini sağlarlar. Böylece ortaya bir çift hetero yapı çıkmış olur. Lazer çıktısı almak için gerekli aynalar, birbirine paralel iki kristal yüzeyini, aralarındaki mesafe 200 μ m olacak şekilde keserek oluşturulur. Küçük boyutları, yüksek verimlilikleri, dayanıklılıkları, modülasyon kolaylığı ve düşük fiyatları nedeniyle günümüzde en çok kullanım bulan lazer türü budur (Şekil 2.).

Katıhal Lazerleri, yarı-iletken olmayan kristallerden ve amorf katılardan (yani camlardan) yapılan lazerlere verilen genel addır. Bu tür lazerler sürekli dalgalarla veya (adi fotoğraf makinelerindeki benzer) pulslu flaş lambalarıyla uyarılırlar. Bulunan ilk lazer olan yakut lazeri bu türdendir. Bugün daha verimli katıhal lazerleri yakut lazerlerin yerini almışlardır. Bu yeni katıhal lazerlerinde YAG kristalleri (Yitrium-Alüminyum-Garnet(Lal taşı)) veya Nd (neodimiyum) katkılı silika camı kullanılmaktadır. Yüksek yansıtma aynalar, birbirini izleyen yüksek ve düşük kırılma indisli ince dielektrik katmanlardan oluşturulmuştur.(Şekil 3.).

Boya lazerlerinde flaş lambaları veya diğer lazer türleri ile uyarılan akışkan sıvılar kullanılmaktadır. Bu sıvılardan en kullanışlısı halen bilinen en iyi floresans madde olan (rodamin 6G)

Rh6G'dir. Boya lazerlerinin en önemli avantajı frekanslarının geniş bir aralıkta ayarlanabilir oluşudur. Bir boya lazerinden çıkan ışığın rengi, lazer boşluğuna konan kırınım ağı gibi bir optik eleman döndürülerek değiştirilebilir. Ayrıca bu tür lazerlerde kip kilitlemesi yoluyla çok kısa aralıklı pulslar elde edilebilir (Şekil 4.).

Yukarıda tanıtılan lazer türlerinden sadece birkaçı büyük çapta ticari kullanım bulabilmiştir. He-Ne lazeri piyasadaki tek görünür ve "ucuz" lazer türüdür. Yarı-iletken lazerleri verimli, ufak ve ucuzdurlar. Bu nedenle milyonlarca optik okuyucularda ve optik lif iletişim hatlarında kullanılmadıkları. Ancak bu lazerlerin ışığı spektrumun görünür bölgesi dışında kalır. Uzun dalga boylu kızılötesi karbondioksit CO₂ lazeri en verimli, yüksek güçlü lazer olup kesme ve kaynak işlerinde kullanılmaktadırlar. Argon; eksimer ve Nd:YAG lazerleri daha çok tıp uygulamalarında kullanım bulmaktadır.

3.Lazerlerle Kesme, Kaynatma ve Kaynak İşlemleri.

Faz eşevreliliği, lazer ışığını yarıçapı yaklaşık olarak dalgaboyuna eşit (10^{-4} cm) bir bölge içine odaklayabilme olanağı verir. Böylece 1 watt gücünde bir lazerle 10^8 watt/cm² 'lik bir ışık şiddetine ulaşılabilir. Örneğin, üniversite öğrenci laboratuvarlarında bulunabilecek türden bir pulslu yakut lazeri (gücü 10^8 watt) ile ışığı 10^{16} watt/cm² şiddetine odaklayabilir ve bir traş bıçağında delik açmak veya havayı iyonize etmek gibi işler yapabilirsiniz. Böylesine büyük ışık şiddetleri lazerlerin tehlikeli olmasına yol açar. Odaklanmamış 1 miliwatt'lık He-Ne lazerinden elde edilen ışık şiddeti, açık hava güneş ışığının şiddetine (10^{-1} watt/cm²) eşittir. Dolayısıyla lazer ışığına doğrudan bakılırsa göze zarar gelebilir. Doğal olarak daha güçlü lazerlerin vereceği zarar daha büyük olacaktır. Örneğin, odaklanmamış 1 watt'lık bir argon lazeri ile 100 watt/cm²'lik bir ışık şiddetine ulaşılabilir ki bununla elbisenizde anında kocaman bir yanık

açılabilir. Bu nedenlerden ötürü lazer laboratuvarlarında belirlenmiş güvenlik önlemlerine dikkat etmek gerekir.

Yüksek ışık şiddeti veren lazerler tıp dünyasında pek çok uygulama bulmuşlardır. Göz retinasındaki yırtıklar lazerlerle kaynaştırılabilmektedir. Operatörler ameliyatları daha sık lazerlerle yapmak istemektedirler; çünkü birincisi yaralar lazer ışığından enfeksiyon kapmaz ve ikincisi lazer ışığı ameliyat yarasını dağıtarak kan akmasına engel olur. Lazer ışığını mide içerisinde optik lifler yardımıyla yönlendirerek kanayan ülser yaraları tedavi edilebilmektedir. Cilt kanserinin tedavisinde veya doğum lekelerinin temizlenmesinde de lazerler kullanılmaktadır.

Odaklanmış CO₂ lazerleri daha çok yüksek ısı gerektiren işlerde uygulama bulmaktadırlar. Tencerelere metal sap kaynatılması bu uygulamalara iyi bir örnek olmaktadır. Burada sorun, iyi pişirmesi için yüksek ısı iletkenliğine sahip bir metal olan bakırdan yapılmış tencereye, el yakmaması için düşük ısı iletkenliğine sahip paslanmaz çelikten yapılmış bir sapın kaynatılmasındaki zorluktan ortaya çıkmaktadır. Standart kaynak yöntemleriyle ısı iletkenlikleri birbirinden çok farklı iki metali kaynatmak son derece zor bir süreçtir. Halbuki lazerlerle sağlanan büyük ısı ile kaynak yapmak o kadar kısa bir zaman aralığında gerçekleşir ki artık ısı iletkenlikleri arasındaki farkın önemi kalmaz.

Lazerle bilgisayarların beraber kullanımı üretim otomasyonu olanakları verir. Örnek olarak bir otomatik kumaş biçme makinası tasarımı verilebilir. Değişik kesimler bir bilgisayara programlanır ve bu bilgisayarın kumanda ettiği hareketli bir ayna düzeneği yardımıyla kesici lazer ışığı istenilen noktalar üzerine düşürülerek kumaş kesilir.

Lazerler metalleri tavlama için gereken yerleştirilmiş ısı temininde de kullanılmaktadır. Örneğin bir otomobilin krank milinin sertleştirilecek kısımlarını tavlatabilmek için standart yöntemlerle krank milinin tümü ısıtıldığında metal

yüzeyinde istenmeyen kabarcıklar oluşur. Bu nedenle tavlanan parçanın toleransını büyük tutmak gerekir. Halbuki lazerlerle metal yüzeyinin sadece tavlancak bölgesi ısıtıldığı için daha düşük toleranslar elde edilebilmektedir.

Yüksek duyarlıkla yöneltilebilen, iyi odaklanmış lazerlerden yarı-iletken endüstrisinin pek çok değişik üretim sürecinde yararlanılmaktadır. Örneğin üretilen direnç elemanlarının lazerlerle traşlanması daha yüksek direnç değerlerinin elde edilmesini sağlamaktadır. Diğer bir örnek olarak, üretim hattından gelen tipik bir tümleşik devre çipi üzerindeki belli bağlantılar Nd:YAG lazeri ile yok edilerek özel amaçlı çipler hazırlanabilmektedir.

Elektriksel (veya kimyasal) olarak enerji depolayabilen ve bu depolanmış enerjiyi çok kısa bir zaman aralığında serbest bırakabilen pulsuz lazerler yardımıyla ulaşılabilen çok yüksek ışık genliklerinin, nötron üretimine yetecek kadar sıcak bir plazmayı oluşturmak için kullanılması tasarlanmıştır. Lazerler yardımıyla başlatılacak termonükleer füzyon olayının (lazer füzyonu) gelecekte en önemli temiz enerji kaynağı olacağı görüşü 1970'lerde çok savunulmuştu. Ancak bu konuda karşılaşılan teknik zorluklar henüz aşılamadı ve ilk iyimser görüşlere artık eskisi kadar sık rastlanmıyor. Yine de yüksek genlikli lazerlerin teknolojik uygulamaları için A.B.D.'de büyük paralar harcanmaktadır. Çok reklamı yapılan yıldız savaşları projesi bu uygulamalardan birisidir.

4.Lazerler ve Bilgi-İşlem Süreçleri

Lazerler bilgi iletişimi amacıyla da sıkça kullanılmaya başlamışlardır. Buna bir örnek olarak Türkiye'deki bazı süpermarketlerde de rastlanmaya başlanan optik okuyucuları gösterebiliriz. Bu aletlerde bir He-Ne lazerinden çıkan ışık, malın üzerine işlenmiş çizgi kodlarını taramak için kullanılmaktadır. Yansıyan ışık aletin içindeki alıcı tarafından, çizgi kodlarına uygun olarak zaman bağımlılığı belirlenmiş bir modüle edilmiş ışık

sinyali halinde algılanır. Modüle edilmiş ışık sinyali dijital elektrik sinyaline dönüştürülerek kodlanmış bilgi kasanın bilgisayarına aktarılır. Test sınavlarını değerlendiren optik okuyucular da aynı esaslara göre çalışır. Süpermarketlerdeki optik okuyucuların algıladığı bilgi çizgi kodları halinde kağıt üzerine basılmaktadır. Bilgiyi kompakt disklerin yüzeyinde gözle görülemeyecek kadar ufak bir dizi delik açarak kodlamak da olanaklıdır. Evlerde kullanılan dijital elektronik aletlerde odio veya video sinyaller elde etmek için optik diskler kullanılmaktadır. Kodlanmış bilgi, modüle edilmiş lazer ışığı yardımıyla yansıtıcı kompakt disk yüzeyine bir dizi minyatür delik açılarak işlenir. Disk çalıcısının kafasında çıktısı yüzeyine düşen bir yarı-iletken lazeri bulunmaktadır. Bu lazerden çıkan ışık disk yüzeyinde bir deliğe rastlarsa yansımaz; aksi halde yansyarak bir alıcı tarafından algılanır. Böylece disk döndükçe, belli bir sıra ile dizilerek bilgiyi kodlanmış olan deliklerden bir dijital sinyal elde edilmiş olur. Bu sinyal odio veya video sinyaline çevrilerak izlenir hale getirilir.

Lazer ışığı yaklaşık bir dalga boyu (10^{-4} cm) yarıçapında bir bölge üzerinde odaklanabildiği için, optik belleklerde çok büyük miktarda bilgi saklanabilmektedir. Sıradan bir kitabın 6 megabitlik bilgi içerdiğini varsayarsak, 12 inçlik tek bir optik disk üzerine 10 bin kitaplık bilginin kaydedileceği anlaşılır. Son 25-30 yıl zarfında önce mikrofilmler, sonra manyetik diskler ve şimdi de optik diskler geliştirilerek bilgi saklamak için gereken hacim olağanüstü küçültülmüş olmaktadır.

Bilgi, lazer ışığının kendisi modüle edilerek de bir noktadan diğerine aktarılabilir. Optik liflerle kurulan bir iletişim sistemine bilgi girişi, bir yarı-iletken lazerinin uyarıcı akımdaki değişimler yoluyla modüle edilmiş çıktısı optik liflere doğrudan verilerek yapılır. Modüle edilmiş lazer ışığı optik lif içerisinde kilometrelerce yol kat ederek alıcıya ulaşır. Bu optik iletişim yöntemi, doğrudan birbirini gören verici ve alıcı optik

düzenekler gerektiren uydu iletişim yöntemlerine göre daha avantajlıdır. Lazerlerin bu uygulamasında, sinyal kesici görevini yapan bir lityum niobat (LiNbO_3) kristalinden ibaret dış modülatör ile beraber kullanılan Nd:YAG lazerinden yararlanılmaktadır.

Eğer lazer ışığı bir optik dalga klavuzu içine alınırsa daha verimli bir modülasyon elde edilebilir. Bu fikre tümleşik optik denmektedir. Tümleşik optiğin amacı karmaşık bir optik sistemler ağı kullanmak yerine, ışık üretme, modülasyon, birleştirme, algılama gibi gerekli tüm optik fonksiyonları gören tek bir yarı-iletken çip kullanabilmektir. Şimdilerde tümleşik elektronik devrelere rakip olacak tümleşik optik devreleri geliştirilme yolundadır. Optik ve elektronik elemanları bir çip üzerine yerleştiren devreler için opto-elektronik deyimi kullanılmaktadır.

5.Lazerler ve Fiziksel Ölçüm Yöntemleri

Lazer ışığının eşevreliliği lazerleri spektroskopi, interferometri ve bu gibi daha pek çok fiziksel ölçüm yöntemleri için ideal birer gereç haline getirmektedir. Son yıllarda yer kabuğunun en ufak sarsıntularını bile izleyebilmek için geniş tabanlı lazer interferometreleri kullanılmaktadır. Lazer radarı (lidar) ile aya ve yapay uydulara olan mesafe çok duyarlı bir biçimde ölçülebilmektedir. Bu amaçla aya ilk ayak basan astronotlar tarafından ay yüzeyine, özel olarak yapılmış, ışığı ayın görelî konumundan bağımsız olarak yeryüzüne yansıtan bir ayna bırakılmıştı. Daha sonra Teksas'taki bir gözlemevinde, pulslu bir yakut lazerinin ışığı teleskoplar yardımıyla yönlendirilerek bu ayna üzerinden yansıtıldı. Geri dönen ışık aynı teleskopta gözlemlendi. Giden sinyal ile gelen sinyal arasındaki zaman aralığı ölçülerek buradan yeryüzünden aya olan mesafe bir kaç cm'lik hata sınırlarıyla belirlendi.

Lazer teknolojisinin ölçme sanatına sağladığı eşsiz yöntemlerden birisi de holografidir. Bu yöntemle cisimlerin üç boyutlu görüntüleri elde

edilir. Bunun için cisimden yansıyan lazer ışığı ile yine aynı kaynaktan çıkan bir referans demetindeki ışığın girişim deseni hem genlikleri hem de fazları ile beraber bir fotoğraf filmi üzerine kayıt edilir. Hologram adı verilen bu film daha sonra bir ışıkla aydınlatıldığında cismin üç boyutlu bir görüntüsü oluşur. Günümüzde sanat eserlerinde, reklâmlarda, dergilerde, kredi kartlarında ve daha pek çok yerde hologramlar görülür olmuştur. Bilim ve teknolojiye holografi, cisimlerin distorsiyonunun ölçülmesi için kullanılmaktadır. Bir cisim üzerine yük bindirildiğinde cismin şeklinde en ufak bir değişiklik bile olmuşsa bu değişiklik cismin yük bindirilmeden önceki ve sonraki holografları üst üste çekilerek oluşturulan hologram üzerinde girişim desenleri şeklinde görülür.

Lazer ışığının ideale yakın tek renkliliği, atomik veya moleküler ortamlarda ışığın soğurumu veya ışınımının ölçülmesi demek olan spektroskopi yöntemlerinde devrimsel yeniliklere neden olmuştur. Atomların ve moleküllerin karakteristik dalga boylarının duyarlı olarak belirlenebilmesi, bize bu cisimlerin yapıları hakkında pek değerli bilgiler verir. Bu anlamda spektroskopi fizik, kimya, biyoloji, astronomi gibi temel bilim konularında büyük önem taşımaktadır. Lazerler sayesinde spektroskopi yöntemleriyle dalga boylarının ölçümlerinde band genişliğinin 10^{10} kez daha küçük belirlenebilir olması doğa bilimlerine gerçek bir atılım getirmiştir.

Yeni geliştirilen bir ölçüm yöntemi, fiziksel niceliklerin değerindeki değişimleri kaydetmek için optik liflerden yararlanmaktadır. Bu yöntemde optik lifler başka herhangi bir yolla ulaşılamayan bir bölgeden gelen ışık sinyalini aktarmak için aracı olarak kullanılabilirler veya optik liflerin kendileri birer kayıt cihazı rolü oynayabilirler. Birinci kategorideki uygulamalara örnek olarak, çok derin bir kuyunun dibine sarkıtılan bir sıcaklık kayıt cihazından gelen sinyallerin bir optik lif aracılığıyla aktarılmasını verebiliriz. Optik lifin ucuna takılmış olan sıcaklık kayıt cihazı,

iletkenliği sıcaklığına bağımlı bir yarı-iletken ile bir aynadan ibarettir. Bu düzende optik lif içine geri yansıyan ışığın genliği sıcaklığın bir fonksiyonudur ve böylece uzaktan kullanılan bir termometre elde edilmiş olur. Aynı yöntemle çalışan ve kan basıncını, yer sarsıntılarını, hava kirliliğini uzaktan ölçen cihazlar da yapılabilmektedir.

İkinci kategoriye giren uygulamalarda optik liflerin kendileri birer kayıt cihazı olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla bir optik lif duyarlılığı artırabilmek için bir helezon şeklinde kıvrılarak interferometrenin bir koluna takılır. Bu tür bir optik lif sarımı ile, örneğin elinizin sıcaklığını 10 cm öteden ölçebilirsiniz. Şimdiye kadar geliştirilmiş bulunan ve en çok kullanım bulan optik lif sarımlı ölçüm cihazları akustik sensörler (hidrofonlar) ile eylemsiz dönme sensörleridir (jiroskoplar). Tıbbi, askeri ve ticari uygulamalar için her türden optik lif sensörlerinin geliştirilmesi yolunda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

Lazerlerle ölçüm tekniklerinde en umut veren gelişmeler ilginçtir ki lazerlerin en göze çarpan niteliği olan tek renkliliğinin bozulabilmesi esasına dayanmaktadır. Bu gelişmeler geniş bir frekans aralığında çalışmak üzere ayarlanabilen boya lazerlerinin yapılması ve 10^{-14} saniyelik çok kısa süreli pulslarla çalıştırılması ile olanak kazanmıştır. 10^{-15} saniyeden 10^{-13} saniyeye kadar olan zaman aralıkları femtosaniye adıyla bilinirler. Tipik elektronik tepke süreleri nanosaniye mertebesinde oldukları için femtosaniye süreli pulslarla maddenin iç yapısı çok daha hızlı ve duyarlı taranabilmektedir.

Femtosaniye aralıklı pulslar lazerden "kip-kitlemesi" yoluyla elde edilirler. Bunun için farklı elektromanyetik kiplerde çalışan lazerlere ve bu kipleri birbirine kitlemeye olanak veren bir yöntem gereksinim vardır. Kip kitlemesi sağlandığında, her bir kip belli bir salınım frekansına karşı geldiği için faz eşvreliliği pek kısa bir zaman aralığı içerisinde yitilir ve maksimum frekans farkının tersi ile

belirlenen bir süre sonra tümden yok olur. Böylece çok kısa aralıklı pulslar oluşur. Lazer frekans band genişliği ne kadar büyük olursa, puls aralığı o kadar kısa olur. Pratikte en kısa puls aralıkları, neredeyse spektrumun tüm görünür bölgesini kapsıyan çok geniş bir band genişliğine sahip ayarlanabilir boya lazerlerinin geliştirilmesi ile elde edilmiştir. Böylece femtosaniye değerlerine karşı gelen fiziksel, kimyasal ve elektromanyetik süreçlerin anlaşılmasında yeni adımlar atılabilmifitir.

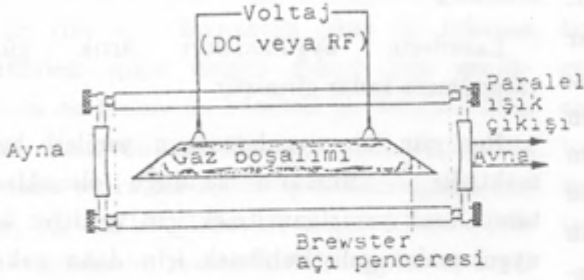
6.Sonuç

Lazerlerin uygulamaları artık günlük yaşamımıza kadar girmiştir.

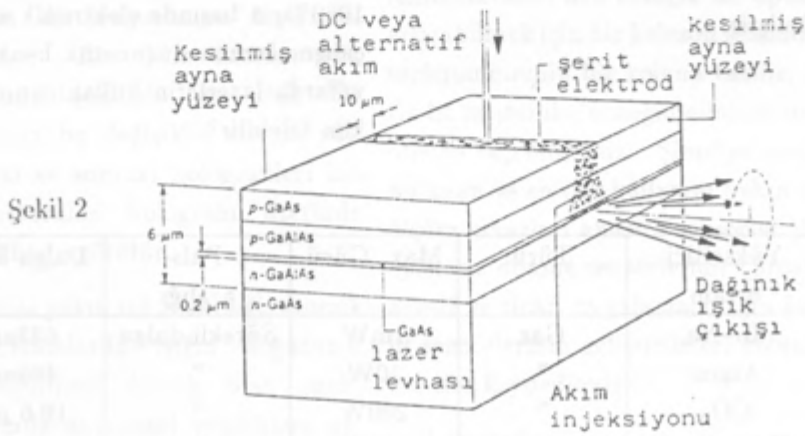
Her gün bu uygulamaların yenileri bulunmaktadır. Bunların sunduğu olanaklardan tam olarak yararlanabilmek için ve diğer başka uygulamalar geliştirebilmek için daha pek çok araştırma yapmak gereklidir. Lazer araştırma-geliştirme çalışmalarının bu günkü durumu 1960'ların başında elektronik araştırma-geliştirme çalışmalarının durumuna benzemektedir. 2000'li yıllarda lazerlerin kullanımının neler getireceğini kim bilebilir?

Yükseltici ortam	Türü	Max. Gücü	Puls aralığı	Dalga Boyu
He-Ne	Gaz	1mW	Sürekli dalga	633nm
Argon	"	10W	"	488nm
CO ₂	"	200W	"	10.6 μ m
CO ₂ (TEA)	"	5MW	20 ns	"
GaAs	Yarı-iletken	10mW	sürekli dalga	840 nm
Yakut (QS)	Katıhal	100MW	10 ns	694 nm
Nd:YAG	"	50W	Sürekli dalga	1.06 μ m
Nd:YAG(QS)	"	50MW	20 ns	"
Nd:YAG(ML)	"	2kW	60 ps	"
Nd:Cam	"	100TW	11ps	"
RhGG(ML)	Boya	10kW	30 fs	600 nm
ArF	Eksimer	10MW	20 ns	193 nm

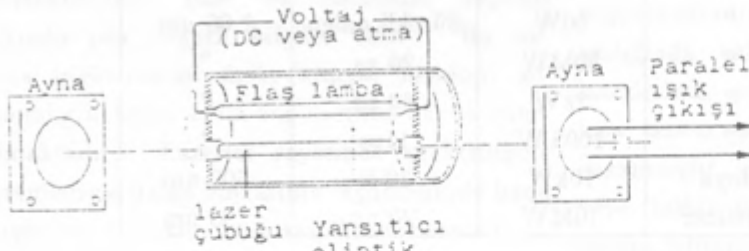
Tablo 1:



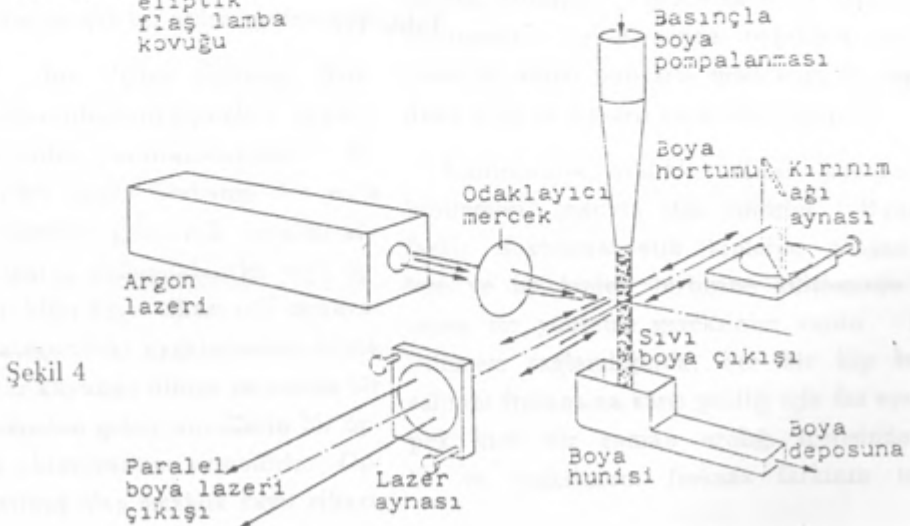
Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3



Şekil 4

YAŞAM ÖYKÜSÜ : FEZA GÜRSEY (1921-1992)

Tekin Dereli

Büyük Türk Fizikçisi Feza Gürsey 13 Nisan 1992 günü Amerika'da yaşama veda etti. Bu ünlü bilginimizin yaşamını ve bilimsel çalışmalarını sizlere tanıtarak anısını tazelemeyi bir görev biliyoruz.

Feza Gürsey 1921 yılında İstanbul'da doğdu. Olağanüstü bir öğrenci olarak Galatasaray Lisesi'ni bitirdikten sonra girdiği İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'nden 1943 yılında mezun oldu. Bir süre asistanlık yaptıktan sonra 2.Dünya Savaşı'nın bitiminde Milli Eğitim Bakanlığının açtığı bir sınavı üstün başarıyla kazanınca 1945 yılında İngiltere'ye doktora yapmak üzere yollandı. 1950'de "Kuaterniyonların alan teorilerindeki Uygulamaları" adlı tezini tamamlayarak ünlü Imperial College'den doktora aldı. Bir yıl da Cambridge üniversitesinde çalıştıktan sonra İstanbul Üniversitesine geri döndü. Askerlik görevini yaptı. Kendisi gibi fizikçi olan eşi Süha Gürsey ile evlendi. Doçentlik tezi, tek oğlu Yusuf'un doğumu derken 1957 yılında o sırada yeni kurulan Türkiye Atom Enerjisi Komisyonu'nun sağladığı burslardan birisi ile A.B.D. 'de Brookhaven National Acceleration Laboratories'e araştırma için gitti. Daha sonra bir süre de New York'taki Columbia Üniversitesi'nde çalışıp 1961'de profesör olarak ODTÜ Fizik Bölümünün kurucuları arasına katıldı. Yakın arkadaşı Erdal İnönü bölüm başkanı idi. Feza Gürsey en önemli çalışmalarından bir kısmını ODTÜ'de gerçekleştirmiştir. Çoğu sonradan Nobel ödülünü de kazanacak olan dönemin en şöhretli fizikçilerini Türkiye'ye getirdi. Çevresine Türk ve yabancı öğrenciler toplayarak yetiştirdi. ODTÜ'yü dünyada ünü olan bir teorik fizik

merkezi haline getirdi. Bu çalışmalarını nedeniyle 1968'de TÜBİTAK Bilim ödülünü aldı. 1969 yılında çıkan olaylar sırasında ODTÜ süresiz tatil edilince A.B.D.'nin ünlü üniversitelerinden Yale üniversitesine profesör olarak gitti. ODTÜ ve Yale üniversiteleri arasında sürekli bir ilişki kurarak genç Türk fizikçilerini uluslararası ortak çalışmalara yönlendirmek niyetindeydi. Bu önerisine dönemin ODTÜ yönetimi şiddetle karşı çıkınca 1974'de ODTÜ'den ayrılmak zorunda kaldı. Ancak Türk meslektaşları ve öğrencileri ile ilişkilerini koparmadı. Her yaz Türkiye'ye gelerek seminer ve dersler verdi. Türk öğrencileri Yale üniversitesine alarak yetişmelerine yardımcı oldu. 1977 yılında Yale üniversitesinde Gibbs Profesörü ünvanını aldı. J.W.Gibbs 19.yüzyılın sonlarında yaşamış, vektör analizi ve istatistik termodinamik konularında öncü çalışmaları bulunan Amerika'nın dünya çapında tanınmış ilk teorik fizikçisidir. Bu nedenle Gibbs Profesörlüğü A.B.D.'de büyük saygınlığı olan bir ünvanıdır. Feza Gürsey'in kazandığı diğer onur ve ödüller arasında Oppenheimer ödülü(1977), Einstein madalyası (1979) ve Wigner Grup Teorisi Madalyasını (1982) sayabiliriz. Feza Gürsey 1991'de onuruna düzenlenen bir konferans sonrasında Yale üniversitesinden emekli oldu. Yakınlarına yıllardır söylediği gibi en büyük emeli Türkiye'ye dönüp dostları ve öğrencileri arasında hiçbir zaman hızı kesilmemiş olan çalışmalarını devam ettirebilmektir. Dönüş hazırlıklarını tamamlamak üzere iken öğrendiği hastalığı bu isteğini gerçekleştirmesine engel oldu. 1991 yılı sonunda Türkiye'yi son kez ziyaretinden sonra tedavi için geri gittiği Amerika'dan dönemedi. Belki de

gelmiş geçmiş en büyük Türk bilimlerinden birisi olan Feza Gürsey'in henüz aktif olarak çalıştığı bir dönemde vakitsiz ölümü Türkiye için büyük kayıp olmuştur.

Feza Gürsey en önemli buluşlarını ve dünya çapındaki şöhretini teorik yüksek enerji fiziği konularında yapmıştır. Ancak fiziğin hemen her dalında; özel ve genel relativite teorilerinde, kozmoloji, kuantum mekaniği, istatistik mekanik konularında ilginç makaleleri yayınlanmıştır. Matematikğin fizikteki uygulamalarını konu alan çalışmaları ünlü matematikçiler tarafından da takdirle izlenmekteydi. İstisnai Lie grupları, kuaterniyon ve oktoniyon cebirleri, spinorların fizikteki kullanımlarını inceleyen pek çok makalesi vardır. Süpersimetri ve fizikte entegre edilebilir diferensiyel sistemler üzerinde de çalışmıştır.

Doktora sırasında ve daha sonra uzunca bir süre özel ve genel relativite teorileri ve bunların genellemeleri ile kuantum mekaniğinde spin konuları üzerinde çalışan ve ürün veren Feza Gürsey, dünya fizik camiasında adını ilk kez 1960'da nötrinolar gibi kütleli fermiyon denklemlerinin sahip olduğu kiral simetrisi olarak duyurdu. Ama kuşkusuz en önemli buluşu 1964'de İtalyan fizikçisi Kont Radicati ile birlikte keşfettiği temel parçacıkların SU(6) simetrisidir. Esas olarak baryon ve mezonların SU(3) uniter sınıflandırma grubu ile spin grubu SU(2)'nin çarpımı SU(3)xSU(2)'nin daha geniş

bir simetri grubu olan SU(6) içerisine gömülmesi fikrine dayanan bu model ilk yayınlandığı sırada büyük yankı uyandırdı. Ne varki modelin öngörülleri gözlemlerle tam olarak uyuşmadığı için daha sonra bu model aşıldı. Ancak Gürsey-Radicati modeli kitaplarda yer aldı ve unutulmadı. Nitekim süpersimetri bulunduğundan sonra geç de olsa 1984'te SU(6) sınıflandırma simetrisinin süpersimetriye yol açtığı farkedilmiştir.

Feza Gürsey'in çok ünlü diğer bir çalışması 1976 tarihli istisnai Lie gruplarına dayanan büyük birleştirme modelleri üzerinedir. Bu modeller doğada bilinen tüm lepton ve kuarklar ile bunlar arasında etkin olan elektromanyetik, zayıf ve şiddetli kuvvetleri tek bir alan teorisi kapsamında birleştiren modellerdir. Bunlar arasında Feza Gürsey ve çalışma arkadaşları tarafından E_6 istisnai Lie grubu kullanarak inşa edilmiş model en tanınmışlarıdır.

Dünya fizikçileri ve matematikçileri arasında büyük şöhreti olan Feza Gürsey'in sanat, edebiyat, tarih gibi konulara da ilgisi vardı. Bu konularda yıllar boyu biriktirdiğiengin bilgisi saşırtıcı boyutlardaydı. Feza Gürsey hak edilmemiş şöhret peşinde olmadığı için Türkiye'de adını yakın dostları, öğrencileri ve meslektaşları dışında bilen pek olmadı. Son derece mütevazı, insana değer veren, yardımsever bir kişilik sahibi olan Feza Gürsey'i genç kuşaklara örnek olarak tanıtmak ve bir fizikçi olarak buluşlarını değerlendirmek bizlere düşmektedir.

ULUSLARARASI FİZİK OLİMPİYATLARI

Ali Ulvi Yılmaz

Uluslararası Fizik Olimpiyatları lise öğrencileri arasında her yıl düzenlenen uluslararası bir fizik yarışmasıdır. Bilim ve teknolojinin bütün dallarında fiziğin giderek artan önemi ve genç kuşakların genel eğitiminde oynadığı temel rolü dikkate alan ülkeler, ortaöğretim fizik eğitimi alanındaki uluslararası ilişkileri geliştirmek amacıyla uluslararası bir yarışma düzenlemekteler. İki 1967 yılında Varşova'da gerçekleştirilen Fizik Olimpiyatları, birkaç istisna dışında her yıl bir başka ülkede düzenlenmekte. Uluslararası Matematik olimpiyatlarının ise 1959 yılından bu yana her yıl düzenli olarak yapıldığını ve fizik olimpiyatları düşüncesine kaynak oluşturduğunu belirtmeliyiz. 1992 yazında Finlandiya'nın başkenti Helsinki XXIII.Fizik Olimpiyatına ev sahipliği yapacak¹. Düzenleyici ülke için ciddi bir ön hazırlık süresine gereksinim olduğundan önümüzdeki birkaç yıl olimpiyatların hangi ülkede yapılacağı şimdiden kararlaştırılmış durumda. (bkz.Tablo 1).

Fizik Olimpiyatlarında izlenecek tüm kurallar ve ilkeler esas itibariyle 1967 yılında kabul edilenlerden pek farklı değil. Bazı küçük değişiklikler dışında ilkeler özde korunmuş. Ülkelerden katılan ekipler yirmi yaşından gün almamış beşer öğrenci ve iki sorumlu danışmandan oluşuyor. Yarışma herşeyden önce bireysel bir yarışma; tüm resmi dereceler ve ödüller bireysel başarılar veriliyor, yani takımların yarışması amaçlanmıyor. Soruların üçü teorik, biri (bazen ikisi) deneysel.

Dolayısıyla bütün yarışmacılara eşit deneysel düzeneklerin sunulması büyük masraflar gerektiriyor. Örneğin otuz ülkeden gelen beşer öğrenci için aynı deney setinden yüzelli adet hazırlamak gerekiyor ki bu da organizasyonun boyutu hakkında bir fikir vermeye yeterli. UNESCO ve EPS (Avrupa Fizik Birliği) gibi uluslararası kuruluşlar Fizik Olimpiyatlarının oynadığı olumlu rolü onaylamakta ve destek vermektedirler.

Olimpiyatlara katılan ülkeleri temsil eden ikişer danışmanın eşit oy temelinde oluşturduğu Uluslararası Fizik Olimpiyatları Kurulu her türlü kararı almaya yetkili tek ve üst organ. Özellikle soruların dayanacağı fizik müfredatı ve ağırlığı ayrıntılı bir şekilde tartışıldıktan sonra belirlenmektedir. Son biçimi ise 1990'da Hollanda'daki toplantıda verilmiştir.Öğrencilerin hangi temel fizik bilgisine sahip olmaları gerektiği bu Uluslararası Kurul'un toplantılarında inceden inceye ele alınıp her yıl gözden geçirilmekte ve gerekirse değişiklikler yapılmaktadır.

Yarışma sorularının aşırı matematiksel hesap, kompleks sayılar teorisi ve diferensiyel denklem çözümü gerektirmeyen şekilde hazırlanması, üzerinde anlaşılmuş olan temel ilkelerden birisidir. Soruların güçlük derecesi yıldan yıla değişmekle birlikte ilk olimpiyattan bu yana tümü de yaratıcılık isteyen yüksek standartta problemlerdir. Yarışma soruları o yıl olimpiyatı düzenleyen ülke tarafından hazırlanıyor ve Uluslararası Kurul'un toplantılarında son şekiller ve-

¹Geçtiğimiz günlerde Helsinki'de yapılan 23. Uluslararası Fizik Olimpiyatında Türk ekibinde yer alan öğrenciler büyük başarı elde etmişlerdir. Bu sevindirici habere gelecek sayı daha geniş yer vermeyi amaçlıyoruz.

rildikten sonra öğrencilere yöneltiliyor. Sorular yarışmacılara kendi anadillerine çevrilerek veriliyor. Öğrencilerin çözümleri de yine danışmanların ve çevirmenlerin çabalarıyla resmî diller olan İngilizce ve Rusça'ya çevriliyor. İyiniyete dayalı büyük bir işbirliği sayesinde organizasyona ait her türlü sorunun üstesinden gelmek mümkün olabiliyor.

Uluslararası Fizik Olimpiyatlarının organizasyonu düzenleyici ülkenin Eğitim Bakanlığı ya da onun görevlendireceği kuruluşlar tarafından gerçekleştiriliyor. Pekçok ülke uluslararası Fizik Olimpiyatlarına gidecek öğrenci ekibini belirlemek üzere ayrıca Ulusal Fizik Yarışmaları düzenlemektedir. Bu arada ortaöğretim fizik müfredatlarını gözden geçirmekte, diğer ülkelerle fikir ve tecrübe alışverişinde bulunmakta, modern konuları (görelilik, kuantum mekaniği) programlarına almakta ve yeni yöntemleri benimsemektedir. Böylece olimpiyatlar sayesinde fizik eğitimi alanında uluslararası işbirliği ortamı doğmakta ve en iyi öğrencilerden seçerek gönderdikleri yarışmacılarla ülkeler bir anlamda verdikleri eğitimi sinama fırsatı bulmaktadırlar.

Uluslararası Fizik Olimpiyatlarında yarışmacılara yöneltilen teorik soruların dayandığı müfredat son olarak, 1990 Temmuz ayında Hollanda'nın Gröningen kentinde düzenlenen XXI. Olimpiyatlar öncesinde Uluslararası Kurulun toplantılarında ele alınmış şu konu başlıkları altında yeniden belirlenmiştir: mekanik, katı cisimlerin mekaniği, hidrodinamik, termodinamik ve moleküler fizik, titreşimler ve dalgalar, elektrik yükü ve elektrik alanı, akım ve manyetik alan, elektromanyetik dalgalar, kuantum fiziği, görelilik ve madde. Daha ayrıntılı alt başlıklarla da bu konuların hangi derinlikte kapsandığı saptanmıştır. Bu teorik müfredat dolayısıyla deneysel problemler için de bir temel oluşturur. Yarışmacıların temel fiziksel büyüklükleri ölçme tekniklerini bilmeleri, belli başlı laboratuvar aletlerini kullanabilmeleri (örneğin çift kanallı osiloskopta ölçümler), hata hesabını yapabilmeleri gerekmektedir.

Çözümlerin değerlendirilişi ve ödüllerin dağıtılışı ise şu şekilde yapılmakta: En iyi üç yarışmacının aldığı puanların ortalaması 100 olarak belirlendikten sonra bunun %90'ı ve yukarısı birinci ödüle, %78-89 arası ikinci ödüle, %65-77 arası üçüncü ödüle, %50-64 arası mansiyona lâyık görülmektedir. Böylece 1.ödüle hak kazanan yarışmacıların sayısı birden fazla olabilmektedir. En yüksek puanı alan öğrenci Olimpiyat birincisi olmakta, ayrıca her bir problem için en güzel ve orijinal çözümü sunan öğrencilere de özel ödüller verilmektedir. Uluslararası Fizik Olimpiyatlarına değgin diğer istatistiksel bilgi Tablo 2, 3 ve 4'de sunulmuştur.

Ülkemiz de Uluslararası Fizik Olimpiyatlarına 1985 yılından bu yana katılmaktadır. Üniversitelerarası Giriş Sınavında en başarılı onbeş liseden seçilen ve fizik derslerinde yine en başarılı dörder öğrencinin (lise ikinci sınıflardan) katıldıkları üç aşamalı seçme sınavlarından sonra Olimpiyatlara gidecek olan yarışmacılar saptanmaktadır. Seçme sınavları Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü öğretim üyelerinden oluşan bir komisyonca yapılmakta ve ayrıca yarışmacı öğrenciler yine aynı bölümde belli süreler hazırlık kurslarına katılmaktadır. Diğer ülkelerde de bu ve buna benzer yöntemlerle seçmeler yapılmaktadır. Bütün bu ülkelerde, gerek yarışmacılar ve gerekse onların öğretmenleri ve danışmanları hiçbir maddi-manevi çıkar düşünmeksizin sadece fiziğe olan sevgileri ve tutkularıyla yoğun ve özverili bir çalışma içine girmektedirler. Genç kuşaklara temel bilimlerin sevdirilmesinde ve yetenekli öğrencilerin bilim dünyasına çekilmesinde Ulusal ve Uluslararası Fizik Olimpiyatlarının rolü hiç kuşkusuz büyüktür.

Bu olimpiyatlarda sorulan problemlerden de seçmeler yaparak her sayımızda yarışma problemleri köşesi planlamaktayız. Doğru çözümleri ya da bize gönderilecek olan en ilginç çözümleri bir sonraki sayımızda bulacaksınız. Şimdiden öğrenci

arkadaşlarımıza başarılar dilemek istiyoruz.

Yararlanılan kaynak :

International Physics Olympiads, Waldemar Gorzkowski, World Scientific (1990).

I	1967	Varşova	(Polonya)
II	1968	Budapeşte	(Macaristan)
III	1969	Brno	(Çekoslovakya)
IV	1970	Moskova	(Sovyetler Birliği)
V	1971	Sofya	(Bulgaristan)
VI	1972	Bükreş	(Romanya)
VII	1974	Varşova	(Polonya)
VIII	1975	Guestrow	(Dem. Alm. Cum.)
IX	1976	Budapeşte	(Macaristan)
X	1977	Hradec Kralove	(Çekoslovakya)
XI	1979	Moskova	(Sovyetler Birliği)
XII	1981	Varna	(Bulgaristan)
XIII	1982	Malente	(Federal Almanya)
XIV	1983	Bükreş	(Romanya)
XV	1984	Sigtuna	(İsveç)
XVI	1985	Portoroz	(Yugoslavya)
XVII	1986	London-Harrow	(İngiltere)
XVIII	1987	Jena	(Dem. Alm. Cum.)
XIX	1988	Bad İschl	(Avusturya)
XX	1989	Varsova	(Polonya)
XXI	1990	Groningen	(Hollanda)
XXII	1991	Havana	(Küba)
XXIII	1992	Helsinki	(Finlandiya)
XXIV			(ABD)
XXV			(Çin)
XXVI			(Avustralya)
XXVII			(Norveç)

Tablo 1: ULUSLARARASI FİZİK OLİMPİYATLARINI DÜZENLEYEN ÜLKELER

Olimpiyat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Yıl	1967	8	9	70	1	2	4	5	6	7	9	81	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Avustralya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	+	+	+
2	Avusturya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	H	+
3	Belçika	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	+	+
4	Bulgaristan	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+	+
5	Kanada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	+	+	+	+	+
6	Çin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	G	+	+	+	+
7	Kolombiya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	+	+
8	Küba	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
9	Kıbrıs R.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
10	Çekoslovakya	+	+	H	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	Danimarka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	-
12	Finlandiya	-	-	-	-	-	-	-	G	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	Fransa	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
14	Federal Alm.	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+	+
15	Alm.Dem.Cum.	-	+	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+	+	+	H	+	+
16	İngiltere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	+	+	H	+	+	+
17	Yunanistan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	G	-	G
18	Macaristan	+	H	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19	İzlanda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
20	İran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	+
21	İtalya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	G	-	+	+	+
22	Kuveyt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	+	+	+
23	Litvanya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	U
24	Hollanda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
25	Norveç	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
26	Polonya	H	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	H
27	Romanya	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+
28	Singapur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	W	+
29	Sov.Birlğ.	-	+	+	H	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	İspanya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	G
31	İsveç	-	-	-	-	G	-	+	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+	+	+
32	Tayland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G
33	Türkiye	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
34	B.A.E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G
35	A.B.D.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	+	+	+	+
36	Vietnam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-
37	Yugoslavya	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	H	+	+	+	+
	UNESCO	-	G	-	-	-	-	-	-	-	-	G	-	-	-	-	G	G	G	-
	EPS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	G	G	G	G	G

Tablo 2: ULUSLARARASI FİZİK OLİMPİYATLARINA KATILAN ÜLKELER

+ :Katıldı G:Gözlencmi - :Katılmadı H:Düzenleyici ülke U :Resmi olmayan katılım W: Bir sonraki yıl katılma isteği

Ülke	PV	I(A)	II	III	HM	Σ	Σ/PV
Avustralya	15	-	-	5	4	9	0.60
Avusturya	40	-	1	3	12	16	0.40
Belçika	10	-	-	-	2	2	0.20
Bulgaristan	97	7(1)	8	18	28	61	0.63
Kanada	25	-	-	4	7	11	0.44
Çin	20	1	9	6	2	18	0.90
Kolombiya	10	-	-	-	1	1	0.10
Küba	40	-	1	-	1	2	0.05
Kıbrıs R.C.	10	-	-	-	2	2	0.20
Çekoslovakya	97	14(4)	21	24	23	82	0.85
Finlandiya	55	1	1	10	21	33	0.60
Fransa	35	2	5	9	14	30	0.86
Alm.Dem.Cum.	94	7	12	34	26	79	0.84
Federal Alm.	70	8(1)	17	23	11	59	0.84
İngiltere	30	3(1)	6	8	6	23	0.77
Yunanistan	5	-	-	-	-	0	0.00
Macaristan	97	16(2)	17	36	19	88	0.91
İzlanda	30	-	-	-	3	3	0.10
İran	5	-	-	2	1	3	0.60
İtalya	25	-	-	1	3	4	0.16
Kuveyt	15	-	-	-	-	0	0.00
Hollanda	40	3(1)	5	8	13	29	0.73
Norveç	30	-	-	3	4	7	0.23
Polonya	97	13(4)	18	27	26	84	0.87
Romanya	97	15(2)	24	29	14	82	0.85
Singapur	5	1	-	1	-	2	0.40
Sov.Birlğ.	94	37(5)	23	20	12	92	0.98
İsveç	60	1	8	8	23	40	0.67
Türkiye	20	-	-	1	2	3	0.15
A.B.D.	20	1(1)	3	8	3	15	0.75
Vietnam	35	-	-	7	10	17	0.49
Yugoslavya	69	1	7	14	10	32	0.46
Litvanya	5	-	-	1	1	2	0.40
TOPLAM	1397	131	186	310	304	931	

Tablo 3: ULUSLARARASI FİZİK OLİMPİYATLARINDA ÖDÜLLERİN DAĞILIŞI

Açıklama :

PV - O ülkeden olimpiyatlara katılan yarışmacıların toplam sayısı I(A) -1. ödülü kazananların sayısı (parantez içindeki sayı olimpiyat birincilerini gösteriyor)

II - 2. ödülü " " III - 3. ödülü " " HM - Mansiyon kazananların sayısı

Σ - Bu dört ödülü kazanan öğrencilerin toplam sayısı Σ/PV - katılanların başarı oranı

Ülke				
Avusturya	3OF	(450d,160d,24d,5)	Ödül	[5 yarışmacı, 3 gün, teorik, evet]
Bulgaristan	4AF	(50000,15000,1000,60d,10)	ÜGK+Ödül	[10 yarışmacı, 20-30 gün, deney+teori, evet]
Kanada	3OF	(500,65d,12d,12)	Ödül+Burs	[12 yarışmacı, 5 gün, deney+teori, evet]
Çin	20F	(56000d,100d,?)	ÜGK+Ödül+Burs	[15 yarışmacı, 60 gün, deney+teori, evet]
Kolombiya	3AF	(4500,500,50d,?)	Ödül+Burs	[30 yarışmacı, 45 gün, deney+teori, evet]
Kıbrıs R.C.	30T	(200,35,10d,?)	-	[10 yarışmacı, 50 gün, deney+teori, evet]
Finlandiya	3AT	(700,100,30d,?)	Burs	[5 yarışmacı, 4 gün, deney+teori, evet]
Alm.Dem.Cum.	2AT	(600,35d,5)	Ödül	[6 yarışmacı, 15 gün, deney+teori, evet]
İngiltere	30T	(20000,500,20d,20)	Ödül	[ön hazırlık yok]
Macaristan	3AF	(6000,600,50d,?)	ÜGK	[60 yarışmacı, 15 gün, deney+teori, evet]
İran	30T	(4000,50d,7d,5)	ÜGK+Ödül	[7 yarışmacı, 50 gün, deney+teori, evet]
İtalya	30T	(3000,400,50,10)	Ödül	[10 yarışmacı, 5 gün, deney+teori, evet]
Hollanda	20T	(1100,20d,5)	Ödül	[5 yarışmacı, 5 gün, deney+teori, hayır]
Norveç	20T	(400,50,8)	Ödül	[5 yarışmacı, 5 gün, deney+teori, hayır]
Polonya	40T	(2000d,1500d,1000t/400d,80,25)	ÜGK+Ödül	[10 yarışmacı, 10 gün, deney+teori, evet]
İsveç	20T	(1000,15d,?)	Ödül+Burs	[5 yarışmacı, 3 gün, deney+teori, hayır]
Türkiye	3AT	(120,80,20d,?)	Ödül	[17-20 yarışmacı, 45 gün, deney+teori, evet]

Tablo 4: ULUSAL FİZİK OLİMPİYATLARI (Karşılaştırma)

Açıklama :

Birinci Sayı: Aşama Sayısı

Harfler:

- O Her seviye için ortak yarışma
- A Her seviye için ayrı yarışma
- F Farklı Katılımcılar İçin değişik Problemler
- T Tüm katılımcılar İçin aynı Problemler

Parantez İçi: Yarışmanın ardışık aşamalarını katılanların yaklaşık sayısı, kazananların sayısı (d harfi, o aşamada deneysel sorunun sorulduğunu gösteriyor.)

Sonraki Harfler:

ÜGK Üniversiteye girişte kontenjan.

Ödül Maddi veya manevi Burs

Burs

Yan Sıra [- -]: Uluslararası Olimpiyat öncesi hazırlık dönemi (katılanların sayısı, süresi, hazırlık döneminin karakteri, hazırlık dönemindeki başarılarına göre öğrenciler arasında son bir seçimin yapıp yapılmadığı.)

PROBLEMLER

1. m_1, m_2 ve m_3 gibi üç kütle, aynı doğru üzerinde bulunmayan P_1, P_2 ve P_3 gibi üç noktaya yerleştirilmiştir. Kütleler arasında yalnızca karşılıklı kütleçekim etkileşimleri söz konusudur; kütleler boş uzayda yalıtılmış durumdadırlar ve başka hiçbir cisim ile etkileşmemektedirler. Üç kütleli bu sistemin kütle merkezinden geçen ve $P_1P_2P_3$ üçgen düzlemine dik olan eksen σ olsun. Sistemin w açısal hızı (σ eksenini etrafında) ve

$$P_1P_2 = a_{12}, P_2P_3 = a_{23}, P_1P_3 = a_{13}$$

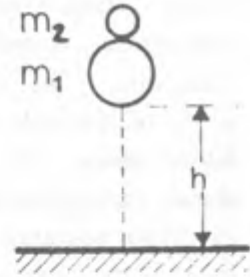
uzaklıkları ne tür koşullar sağlamalı ki sistemin hareketi sırasında $P_1P_2P_3$ üçgeninin biçimi ve büyüklüğü değişmez kalsın; yani hangi koşullar altında sistem, σ eksenini etrafında katı cisim gibi döner? (20. Uluslararası Fizik Olimpiyadı, 1989)

2. Boyu L olan homojen plastik bir çubuk tam ortasındaki destek sayesinde düşey düzlem boyunca serbestçe dönebilmektedir. Çubuk başlangıçta yatay konumdadır. Düşey hızı v_0 olan bir örümcek çubuğun üzerine, çubuğun ucu ile merkezi arasındaki uzaklığın tam ortasına iniyor. Örümceğin kütlesi çubuğunkine eşittir. İner inmez örümcek çubuk üzerinde koşmaya başlıyor, öyle ki çubuğun açısal hızı sabit kalıyor. Örümceğin, çubuğun ucuna ulaşabildiği hal için v_0 hızının en büyük değeri nedir? Çubuk düşey konuma geldiğinde örümceğin çubuktan düştüğünü kabul ediniz. Örümceğin koşarken katettiği yolu çiziniz.

(Finlandiya Ulusal Fizik Yarışması)

3. Kütleli sırasıyla m_1 ve m_2 olan iki cisim h yüksekliğinden birbiri ardınca düşüyor. (Bkz. Şekil 1). Çarpışmaların tümü düşey doğrultuda gerçekleşmektedir ve esnekler.

- a) m_1 kütleli cismin çarpışmalar sonunda hareketsiz kalabilmesi için kütleler arasındaki oran ne olmalıdır?
- b) Bu durumda m_2 kütlelerinin çıkabileceği yükseklik ne olur?



Şekil 1:(Prob. 3)

(Macaristan Ulusal Fizik Yarışması, 1989)

4. Halka biçimli bir tüpte, molar kütleleri sırasıyla M_1, M_2 ve M_3 olan üç değişik ideal gaz bulunuyor. Gazların kütleleri eşittir ve tüp içinde sürtünmesiz hareket edebilen plakalar sayesinde gazlar birbirlerine karışmamaktadır. Bu plakaların oluşturdukları α_1, α_2 ve α_3 açılarının değerleri nelerdir? (Bkz. Şekil 2).

(Kolombiya Ulusal Fizik Yarışması)

5. m kütleli küçük bir metal boncuk, şekilde görüldüğü gibi bir yayın ucuna bağlıdır ve

boncuk içinden geçen R yarıçaplı düşey bir çember tel üzerinde sürtünmesiz kaymaktadır. Başlangıçta boncuk P_0 noktasında tutuluyor, $P_0OA = 60^\circ$ 'dir. Boncuk daha sonra serbest bırakılıyor.

($m=1\text{kg}$ $k=50\text{N/m}$ $R=50\text{cm}$) Yayın kütlesini ve boncukla tel arasındaki sürtünmeyi ihmal ediniz. (Bkz. Şekil 3).

- Boncuğun B noktasına ulaşabilmesi için yukarıda verilen nicelikler arasında nasıl bir bağıntı bulunmalıdır? Verilen değerlerin bu koşulu sağladığını gösteriniz.
- Tel boyunca boncuğun denge konumlarını bulunuz. B noktası bir kararlı denge konumu mudur?
- Boncuğun B noktasına ulaştığı andaki hızını hesaplayınız.
- Özdeş ikinci bir boncuğun B noktasında hareketsiz durduğunu varsayınız. Bu boncuk da içinden geçen tel üzerinde sürtünmesiz kayabiliyor olsun. Bu iki boncuk esnek olarak çarpıştıklarında çıkabilecekleri en yüksek noktaları bulunuz.
(İtalyan Ulusal Fizik Yarışması,1988)

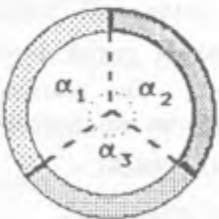
6. Bazı göllerde arasıra ilginç bir doğa olayı gözlenir. "Seiching" (göl suyunun çalkalanması) adı verilen bu olay sığ, uzun ve nispeten dar göllerde görülür. Tüm göl suyunun kütlesi, misafire kahve ikram et-

mek için tepside taşıdığınız fincandaki kahve gibi adeta sallanır; bu topluca salınım göl suyunda her gün normal olarak gözlenen dalgalardan tamamen farklıdır. Bu doğa olayına bir model oluşturması amacıyla dikdörtgensel bir kap düşünelim. Boyu L ve yüksekliği h olsun. Başlangıçta su seviyesinin yatayla küçük bir açı yaptığını varsayalım. Sürekli düzlemsel kalacak şekilde, su seviyesi yatay bir eksen üzerinde ve kabın yarı boyunca salınım yapar.

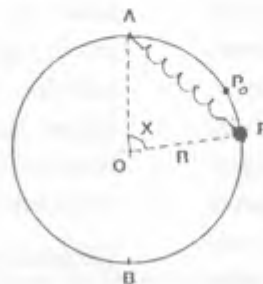
Suyun hareketi için bir model geliştiriniz ve salınımların T periyodu için bir ifade bulunuz. Başlangıç koşulları Şekil 4.'de görülmektedir. $\xi \ll h$ varsayınız. Tablodaki veriler ise değişik uzunluklara sahip kaplar için salınım sürelerine aittir. Bulduğunuz formülün aşağıdaki deneysel verilerle ne ölçüde uyduğunu irdeleyiniz ve modelinizin kullanışlılığını tartışınız.

L=479 mm		L=143 mm	
h(mm)	T(sn)	h(mm)	T(sn)
30	1.78	31	0.52
50	1.40	38	0.48
69	1.18	58	0.43
88	1.08	67	0.35
107	1.00	124	0.28
124	0.90		
142	0.82		

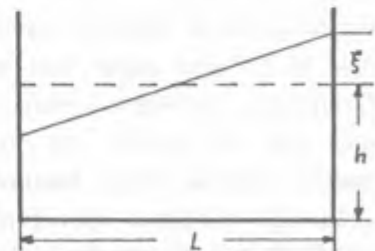
(XV. Uluslararası Fizik Olimpiyatları Sorusu, 1984)



Şekil 2 (Prob. 4)



Şekil 3 (Prob. 5)



Şekil 4 (Prob. 6)

YAZARLARA

Dergimiz yazılarıla katkıda bulunabilecek herkese açıktır. İçeriği hakkında fikir vermek üzere şu konu başlıklarını sayabiliriz:

- Fizikteki son gelişmeler üzerine popüler düzeyde makaleler.
 - Derlemeler.
 - Fizik eğitimi ile ilgili yazılar.
 - Bilim tarihi.
 - Fizik dünyasından haberler.
 - Yarışmalı fizik problemleri.
 - İzleyici mektupları.

Şimdilik olanaklarımız yazarlara telif ücreti ödemeye elverişli değildir. Gönderilecek yazıların okunaklı el yazısı veya tercihan herhangi bir daktilo ile yazılması ve editör adresine yollanması yeterlidir.