SALI TOPLANTILARI 92-93

yarınına koşan bilim

BİR XX. YÜZYIL TAKVİMİ

YAPI KREDİ YAYINLARI

YARININA KOŞAN BİLİM

YKY

Yarınına Koşan Bilim
Bir XX. Yüzyıl Takvimi

Yarınına Koşan Bilim
Bir XX. Yüzyıl Takvimi

REDAKSİYON:
ORHAN BURSALI

YKY

Yapı Kredi Kültür Merkezi Etkinlikleri 92-93
Dizi no: 93-4

ISBN 975-363-227-4

YARININA KOŞAN BİLİM
Bir XX. Yüzyıl Takvimi
Redaksiyon: Orhan Bursalı

© Yapı Kredi Yayınları Ltd. Şti., 1993
Tüm yayın hakları saklıdır.
Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında
yayıncının yazılı izni olmaksızın
hiçbir yolla çoğaltılamaz.
1. Baskı İstanbul, Ekim 1993

İstiklal Caddesi, No: 285-287 Kat: 5 B Blok
Beyoğlu 80050 İstanbul
Telefon: (212) 293 08 24 Faks: (212) 293 07 23

Kapak Düzeni: Mehmet Ulusel
Ofset Hazırlık: Nahide Dikel
Baskı: Altan Matbaacılık Ltd. Şti.

içindekiler

7 Önsöz

13 Yeni Yaratıcılar İşbaşmda
İnsanın Evrime, Doğaya Müdahalesi Nereye Kadar?
Beyazıt Çırakoğlu, Nermin Gözükırmızı, Faruk Bozoğlu

29 Yeni İnsan Yaratmanın Neresindeyiz?
"Yaşamın Molekülü Genetik ve İnsanın Çözülen Sırları"
Beyazıt Çırakoğlu, Aslı Tolun, Nazlı Başak

53 İnsanlık Yeni Serüvenin Eşiğinde "Bilimin En Küçükle
En Büyük Evrende Yolculuğu: Sınırların Ötesinde Fizik"
Ömür Akyüz, Cihan Saçlıoğlu, Gülen Aktaş

83 Hastalıksız İnsan Nasıl Yaratılır?
Hasan Yazıcı, Ercan Tuncel, Beyazıt Çırakoğlu, Selim Badur

115 Düşüncenin, Duyuların Kimyası ve Ötesi
İnsan Beyni, Çözülen Sırları ve Biyolojinin Meydan Okuyuşu
Lütfiye Eroğlu, Öget Öktem, Olcay Yazıcı

147 Bilgisayarın Yarını ve İnsan
Duran Leblebici, Avadis Hacınlıyan, Emre Harmancı

173 Canlılar Yokoluşa mı Programlı?
Nüzhet Dalfes, Celal Şengör, Mustafa Aktar

207 Bilim Nereye Koşuyor?
Nüzhet Dalfes, Celal Şengör

Yönetici: Orhan Bursalı

Önsöz

Dünya tarihine bakınız, toplumsal *dönüşümlerin eksenlerinde* insan düşüncesinin billûrlaştığı, yoğunlaşıp doruklaştığı dönemlerin yattığını görürsünüz. Yeryüzü tarihi o andan başlayarak bu yeni oluşumun ekseninde dönmeye başlamış veya yeni yatağında durdurulması olanaksız bir akışa geçmiştir artık.

Bu yeni ekseni oluşturan düşünce, evreni ve varlığı yorumlayan salt *felsefi* akıldan kaynaklanabildiği gibi, onunla etkileşim içinde, *toplumsal-sosyolojik* karakterde de olabilmekte. Bir *sanat* akımının bile burada önemli katkılarını görürüz.

Uygarlıkların gelişiminde, toplumsal dönüşümlerin ekseninde bazen çağ açar ve kapatır nitelikte ve ölçülerde etkisi olan *diğer* bir düşünce/eylem süreci ise, *bilimdir*. Bilimin çok güçlü ve özel bir yeri vardır, öyle ki, uygarlık tarihini salt bilim açısından anlatabilir, sınıflandırabilirsiniz... Bu, üretim araçlarının keşfini ve gelişimini, üretim ilişkilerinde tümden değişiklikleri başlatan *buluşları* temel alan, öne çıkartan bakıştır.

İnsanın nerede durduğu, nereye nasıl baktığı önemli!.

Bu nedenle, toplumsal ve ekonomik ilişkilerdeki değişim sürecini, bir de, *doğa bilimlerinin* ve bu bilimlerin açtığı yoldan ilerleyen teknik ve mühendislikteki gelişmelerin belirlediğini rahatlıkla söyleyebilirsiniz.

Büyük yanlış da yapmazsınız!

Bilimin değişim süreçlerini vurgulayan genel kavramlar ürettiğini de nitekim görüyoruz. *Sanayi devrimi* (elektrik, buharlı maki-

ne), *sanayi toplumu* diyoruz. *Atom çağı*ndan (Artık en küçüğün bile en küçüğü parçalanıyor!), *uzay çağı*ndan (İnsanın Yerküre dışına çıkışı, Ay'a Yolculuk, Güneş sisteminin gezegenimizin arka bahçesine dönüşmesi, güneş sistemi dışına uydu gönderme vb.) söz ediyoruz. *Bilgisayar çağı* dilimizden düşmüyor. *Genetik, moleküler biyoloji* ve *biyoteknoloji*, yarını büyük ölçüde belirleyecek yepyeni bir süreci anlatan anahtar sözcükler olarak karşımıza çıkıyor. İletişim ve bilgi toplumu çağı, bilgisayar ve haberleşme teknolojisiyle neredeyse her türlü insan ilişkilerine (aşklara bile!) ışık hızım sokan kavramlar olarak beliriyor.

Gördüğünüz gibi çağımızı hangi bilimsel kavramla tanımlayacağımızı şaşırmış durumdayız!..

Gerçi yukarıdaki listemizin sonlarında yer alan kavramların bir çoğu henüz "çağcık" anlatabilecek durumda, büyüme aşamasındalar. Başlattıkları değişimlerin, toplumları farklı boyutlarda nasıl etkileyeceğini kesin bilmemiz olanaksız olsa da, geleceğin ipuçlarını bugünden elimize verecek kadar içleri doludur ve çağ açıcı niteliktedir...

Günümüz uygarlığının yapılanmasında ve geleceğe doğru akışında, bilimin ve tekniğin iyi ve kötü yönleriyle rolü kısaca tek kavramla, *bilimsel teknik devrimle* anlatılıyor. Yaşadığımız dünyanın gerçeğine bakarsak, dünya ekonomisi bu kavramın üzerinde dans etmekte. *Bilim ve teknik*, iktidar, güç, egemenlik gibi kavramların payandaları, birinci kümede sınıflandırılan ülkelerin eti kemiği durumunda. Ve bu kavramın, yaşadığımız ekonomik yansımalarının yanısıra, düşünsel ve toplumsal boyutunun da çok zengin olduğunu, tartıştırdığını, yeni düşüncelere, üstelik dahası sistemlere doğurgan durduğunu söylemek gerekir.

Gelelim ülkemize.

Ne kadar bilim toplumu olduğumuzu çoğumuz az çok biliyoruz. Ülkemizdeki bilimsizliğin nedenlerini anlatmanın yeri de burası değil. Ama sözü uzatmadan, iki sözcük ve iki rakamla bilim dünyasındaki yerimize değinmeyelim mi?

Ülkemiz biliminin durumu ile ülkelere kıyasla 10 kez daha geridedir:

• Ülkemizde 10 bin çalışan nüfusa sadece 7 bilim adamı/araştırmacı düşüyor (Bunların da kaçı gerçek araştırmacı acaba?). ABD'de bu sayı 70, Fransa'da 40'tır.

• Araştırma-geliştirme için yapılan harcamaların gayri safi milli gelirimize oram sadece yüzde 0,33, yani yaklaşık 100 milyon dolar. Bu rakam ABD'de yüzde 2,7 ve İsveç'te ise 2,8. Yani ileri ülkeler, bilime milyarlarca dolar akıtıyorlar.

• Dünya bilim havuzuna yaptığımız katkı yılda 1100 bilimsel makale kadar. Bu sayı ile Türkiye dünya bilim sıralamasında 40.lıktan daha iyi bir derece alamıyor.

• Üniversite kütüphanelerimize giren yıllık yabancı kitap ve süreli yayın sayısı şadece 20 bin. (1988 sayımı). 5 milyonluk Danimarka'da ise üniversite ve kütüphanelere her yıl 303 bin (1981) kitap ve süreli yaym giriyor. Bu rakam Japonya'da 7 milyonu, Almanya'da 2,5 milyonu aşıyor. (Üniversite öğretim üyeleri, öğrencileri ve hepimiz ne kadar okur, araştırıcı vb.yız değil mi?)

Bütün bunların sonucu olarak: Teknolojimiz yok, patentimiz yok, dünya çapında bilim adamımız 3-5 tane var. Ekonomimiz geri, 60 milyar dolar borcumuz var... Siyasi partilerin hiç birisinin bir bilim politikası yok. Devletin bilimsel bir tutumu, bakışı ve uygulaması yok. Bütün bu tablonun doğal sonucu: Bilim adamı olmak isteyen de yok!

Bu yıl ülkemizde yapılan Matematik Olimpiyatlarına katılan Türk takımındaki seçkin liseli matematikçilerimizin hiç biri, bilim adamı olmayı, hele matematikçi olmayı hiç mi hiç düşünmediklerini söylüyorlar. Faslılar hariç, diğer yabancı gençlerin hepsi ise bu soruya tartışmasız "Tabii ki fen bilimleri.." yanıtım verirken...

Bu olgular, ülkemizin şiddetle bir bilim eksenine, toplumsal hayatın ve ülke ekonomisinin güçlü bir bilim ayağına gereksinimi olduğunu gösteriyor.

Bilimin önemine ve ülkemizdeki bilim yoksunluğuna değindikten sonra kitabımıza gelebiliriz.

Bu kitap, Yapı Kredi Bankasının kültür ve sanat etkinlikleri kapsamında düzenlenen *Salı Toplantıları* çerçevesinde yapılan *bilim üzerine konuşmaları* kapsıyor.

Kültür ve sanata gönül veren arkadaşlarımızın, bilimin de bu etkinlikler içinde yeri olduğunu düşünmeleri ve ayda bir sah gününü bilime ayırmaları, hoş bir incelikti. Biz de, *bilim nereye koşu-*

yor, ana düşüncesinden yola çıkarak ve biraz ülkemizdeki koşulları da dikkate alarak 8 ayrı bilim konusu saptadık. Ülkemizin değerli ve seçkin 25'e yakın bilim adamının katılımıyla, bu etkinliğe katkıda bulunmaya çalıştık.

Söyleşi konularının, bilim nereye koşuyor, sorusuna yamt verecek içerikte olmasına dikkat ettik. Bilimin dününe bakmaktansa, bugünü ve yarım üzerinde durmak, söyleşileri çok daha verimli ve canlı kılar diye düşündük. Ancak bazı konuların, bugününü anlayabilmek ve yarım hakkında söz söyleyebilmek için dününü anlatmak zorunluydu ve söyleşilerde bu gerçek yer yer karşımıza çıktı...

Bu açıdan baktığımızda bu kitapta yer alan söyleşilerin, temel bilim konularının günümüzdeki yönelişleri, yaşadığımız hayata etkileri üzerinde okura genel bir fikir verdiğini, hatta yer yer meraklısı için biraz ayrıntıya bile indiğini söyleyebiliriz.

8 bilim konusuna da şöyle bir göz atarsak, *"Yeni yaratıcılar işbaşında"* söyleşisinde, günümüzün, canlılara yeni özellikler veren teknolojisi olan biyoteknolojinin dünyada ve Türkiye'de uygulamaları ele alındı. *"Yeni insan yaratmanın neresindeyiz?"* konusunda, gen teknolojisi, genetik ve moleküler biyolojinin insan üzerindeki çalışmaları ve geleceğe ilişkin planları tartışıldı. *"İnsanlık yeni serüvenin eşiğinde"* toplantısında, fiziğin bugün vardığı nokta ve geleceğe ilişkin öngörüleri dile getirildi. *"Hastalıksız insan nasıl yaratılır?"* toplantısında yine insan ön plandaydı ve tıp biliminin böyle bir düşü mümkün kılıp kılamayacağı sorusuna yamt arandı. *"Düşüncenin, duyuların kimyası ve ötesi"*nde, bilimin beynin biyolojisinde günümüzde neleri bilinir kıldığı, düşüncenin ve beynin kimyası hakkında bugün neleri bilebildiğimiz dile getirilmeye çalışıldı. *"Bilgisayarın yarını ve insan"* toplantısında, bilgisayarlı toplum ve insan ilişkilerinin geleceği irdelendi. *"Canlılar yokoluşa mı programlı?"* tartışmasında bilim adamlarımız, dünyanın geçirdiği felaketlerin ve gelecek felaketlerin iç ve dış kökenleri üzerinde dolaşıp durdular. Nihayet, *"Bilim nereye koşuyor?"*da, bilimin yöntemi, toplumla ilişkileri ve teknoloji boyutu gündeme getirildi.

Söyleşilerin amacı –tabii kitabın da– ele alınan konuların eksiksiz bir tablosunu çizmek değildi. Bunu yapmanın olanaksız olduğunu bile düşünebiliriz. Çünkü günümüzde temel bilim konuları kendi içlerinde o kadar çok disipline ayrıştı ki, bir disiplinde uzmanlaşmış araştırmacının komşu disiplinlerin ayrıntısı hakkında

fikri bile olmayabiliyor, dersek biraz abartırız ama gerçeği de bir kenarından yakalamış oluruz.

Ekim 92/Mayıs 93 tarihleri arasında yapılan bilim söyleşileri/konuşmaları, özlerine ve içeriklerinin zenginliklerine dokunmadan biraz özetlenerek, biraz yeniden düzenlenerek, rahat okunur olmasına dikkat edilerek, şimdi kitap halinde daha geniş bir okur kitlesine ulaşıyor.

Umudumuz, bu kitapçıkla bugün bilimin koştuğu ve bizi de peşinden koşturduğu bazı olguları vurgulamak ve bilimin gelecek üzerine tasarılarını okurlarla paylaşmak, öncelikle gençlerin bilime meraklarını daha çok çekebilmek; bilim konularını popüler kılarak yaygınlaştırmak ve bilimle halk arasındaki uçurumun daha da derinleşmesini engellemek.

Bu kitapla umudumuz, aynı zamanda, her türlü safsatanın hemen her köşede, hemen her ekranda boy gösterdiği günümüzde, bilimin düşünsel açıdan da ciddi bir yaşam alternatifi olduğu gerçeğini ve düşüncesini anımsatabilmek!..

Bütün bunların farkında olarak söyleşilerimize katılan ve tartışmalara canlı ilgilerini esirgemeyen bilim dostu izleyicilere teşekkür ederiz.

Bu toplantıların gerçekleşmesinde en büyük katkıları olan bilim adamlarımıza da özel teşekkürlerimizi sunarız.

Orhan Bursalı

yeni yaratıcılar işbaşında insanın evrime, doğaya müdahalesi nereye kadar?

27 Ekim 1992

YÖNETİCİ: ORHAN BURSALI

KONUŞMACILAR: BEYAZIT ÇIRAKOĞLU, NERMİN GÖZÜKIRMIZI, FARUK BOZOĞLU

Orhan Bursalı- Bilimle ilgili bu toplantılara genel bir isim vermek gerekirse buna rahat rahat "Bilim Nereye Koşuyor" diyebiliriz. Amacımız çeşitli bilim dallarının bugününü ve yarımm incelemek ve tartışmak.

Ancak günümüzde bütün bilim dalları öyle hızlı değişim ve ilerleme içinde ki, bilim adamlarının bile bu hızı yakalamaları çok zor. Bu nedenle toplantılarımız çeşitli bilim dallarına genel bir yaklaşımı içerecek.

Bugünkü toplantımızın konusu Biyoteknoloji. Bildiğiniz gibi bugün bu alanda bitki ve hayvanlara genetik müdahaleler yoluyla yeni özellikler kazandırılabiliyor, yeni canlılar yaratılabiliyor. Ülkemizde bu alanda çalışmalar yapan bilim insanlarımız Doç.Dr. Nermin Gözükırmızı, Prof. Dr. Faruk Bozoğlu, Prof.Dr. Beyazıt Çırakoğlu bugünkü toplantımızın konukları.

Nermin Gözükırmızı; İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde Biyoteknoloji ile uğraşıyor ve ayrıca TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinde araştırmacı olarak çalışıyor.

Prof.Dr. Faruk Bozoğlu; ODTÜ' de ziraat ve gıda mühendisliği ve biyoteknoloji ile uğraşmakta. Bu akşamki konuşmasında biyoteknolojiye gıda açısından değinecek.

Prof.Dr. Beyazıt Çırakoğlu; İki yerde görevli, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesinde ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinde bilimsel çalışmalarım yürütmektedir.

Toplantının akışı şöyle olacak: Birinci turda biyoteknolojide Dünyada ve Türkiye'de neler yapılıyor? İkinci turda gelecekteki projeler. Üçüncü turda konunun etik yönleri, insan ve evrim açısından sakincaları tartışılacak. Son turda da sizlerin sorularımzla katılmanızı rica ediyoruz.

O.B.- Tarım ve gıda alanında biyoteknoloji kapsamında neler yapılıyor?

Faruk Bozoğlu- Geriye, tarihe dönüp baktığımız zaman, Milattan çok çok önceleri insanların gıda maddelerini daha kullanılır ve-

ya daha saklanılır hale getirmek için bir çok mikroorganizmadan faydalandıklarını görüyoruz. Şarap gibi, peynir gibi, yoğurt gibi. Bu yüzden gıda ile biyoteknoloji birbirine bence diğer dallara göre daha içiçe gibi.

Nasıl faydalanıyoruz biyoteknolojiden? Gıda sanayiinde ilk önce gıda portresini değiştirdik. Biliyorsunuz bugün Avrupa'ya veya diğer Dünya devletlerine baktığımız zaman ılıman iklimlerde mikroorganizmalar genelde şarap yapımında kullanılmış, fakat iklim kuzeye doğru gidildikçe dikkat ederseniz biracılığa başlanmış. Burada mikroorganizmaların değişik aktiviteleri kullanılmış. Bunlardan faydalanarak bir çok enzimolojik aktiviteleri gıda katkı maddeleri veya gıdalara uyguluyoruz. Bunun dışında genetik ilerledikçe, protein mühendisliği denilen bir dal sayesinde gıda maddelerindeki proteinleri daha çok değerli proteinler veya daha fonksiyonel proteinler haline getirmeye başlamışız. Biyopolimerleri kullanmışız, mikroorganizmaları büyüterek. Bunlardan elde ettiğimiz biyopolimerleri kullanmışız veya eldeki biyopolimerleri modifiye etmişiz, daha kullanılır hale getirmişiz.

Biliyorsunuz biyopolimerler hemen hemen yediğimiz bütün gıda maddelerinde bir katkı maddesi göreviyle yapı değiştirici olarak kullanılmaktadır.

Bazı özel katkı maddelerini genetik yardımı ile, bitkilerden veya başka yerden elde edeceğimize mikroorganizmalardan elde etmeye başlamışız. Ve böylece bir de ekonomik değer kazandırmışız.

Mesela süt endüstrisinde kullanılan bir çok mikroorganizma var. Yoğurt yapmak için en azından iki değişik mikroorganizmaya ihtiyaç var, peynir yapmak için, yeni tip sosisler, salamlar yapmak için de... İşte bunların genetik yapılarını modifiye ederek değişik ürünler meydana getiriyoruz.

En çok kullanılan mikroorganizma olan maya, bira mayası olarak veya katkı ekmek mayası olarak kullanılıyor. Bunun genetik modifasyonunu yapmaya başladık. Bizim için daha yararlı hale geliyorlar. Daha çabuk mayalanarak ekmeğin oluşumunu hızlandıran, veya biranın oluşumunda daha değişik tad yapacak mayaların oluşumu için genetik çalışmalar yapıyoruz.

Tabii bunları yaparken bir sürü amacımız var, amaçlardan birisi genelde ekonomik, daha fazla ürün elde etmek. Çünkü, eğer hâlâ 1950'lerin ziraat yöntemleriyle gıdalar elde etmeye kalksaydık, inanıyorum ki şimdikl dünyanın üçte ikisi kadar büyük araziye ihtiyacımız vardı, bu kadar büyük toplumu doyurmamız mümkün olamazdı.

Daha kaliteli, daha fazla ve daha çok çeşit ürün elde ediyorsak, bu biyofeknoloji sayesindedir.

Sonuç olarak; daha güvenli, kimyasal madde taşımayan, katkı maddelerinin ilavesini gerektirmeyen besin değerleri arttırılmış gıda maddeleri geliştirmek, biyoteknoloji sayesinde gerçekleşiyor.

Nermin Gözükırmızı- Bitkiler güneş enerjisini kullanarak, inorganik bileşikleri organik bileşiklere çevirebildiklerinden insanlar ve hayvanlar için temel besin kaynaklarıdır. Dünya nüfusunun 2025 yılında 8-9 milyara ulaşacağı düşünülünce toprak, su ve zaman açısından biyolojik verimliliği artırmanın gerekliliği ortaya çıkar. Nitekim bitki yetiştiricileri ürünün kalitesini artırma, ürünü ucuza mal etme, verimi artırma, zararlılara karşı dayanıklılık ve değişen çevre koşullarına uyum gösteren bitkiler elde etmek için en gelişmiş yöntemleri uygulamaktadır.

Günümüzde doku kültürü ve gen transferleri, bu yoldaki çalışmalara hız kazandırmıştır.



Muz bitkisinin doku kültürlerinde mikro çoğaltma ile yetiştirilmesi.

Mikroçoğaltma dediğimiz bu yöntem, özellikle tohum eldesi çok uzun yıllar gerektiren ve güç olan bitkiler ile virüssüz bitkiler elde etmek amacıyla yaygın biçimde kullanılmaktadır.



Kereviz bitkisinin somatik embriyolardan eldesi (solda), menekşelerde somaklonal varyasyon (sağda).

Bu kültüre alınmış bitkiler somatik embriyolar oluştururlar, bu somatik embriyolar, araştırıcının elinde görüldüğü gibi uygun maddelerle kaplandıktan sonra tohum olarak kullanılabilir.

Doku kültürüne alınan bitkiler zaman zaman varyasyon da gösterirler. Somaklonal varyasyon teknolojisi dediğimiz bu teknoloji sayesinde değişik tipler elde etmek mümkündür. Slaytın sağ tarafında gördüğünüz menekşeler böyle bir teknoloji ile elde edilmiş süs bitkileridir.

Bunlar doku kültüründe kendiliğinden oluşan varyasyonla elde edilen, değişik renk ve biçimde çiçekler oluşturan genotipleri değişmiş menekşelerdir.

Burada gene sağ üstte, köşede doku kültüründeki varyasyonla elde edilmiş olan domatesleri görüyoruz. Gördüğünüz gibi bu domatesler zirai boyutlarda yetiştirilmekte ve ketçap yapımı gibi bir amaçla kullanılmaktadır. Slaytın diğer tarafında görülen bitkiler, bitkilerin besin amacı dışında başka bir amaçla da kullanılmasına örnektir.

Bildiğiniz gibi bitkiler tıp, eczacılık, boya, kozmetik sanayii gibi çeşitli dallarda kullanılan, sekonder metabolikleri de üretirler. Aşağıda görülen bitki böyle sekonder metabolit olan maddenin vinblastin'in üretiminde kullanılan cezayir menekşesidir ki; bu madde kanser tedavisinde yaygın bir biçimde kullanılmaktadır.

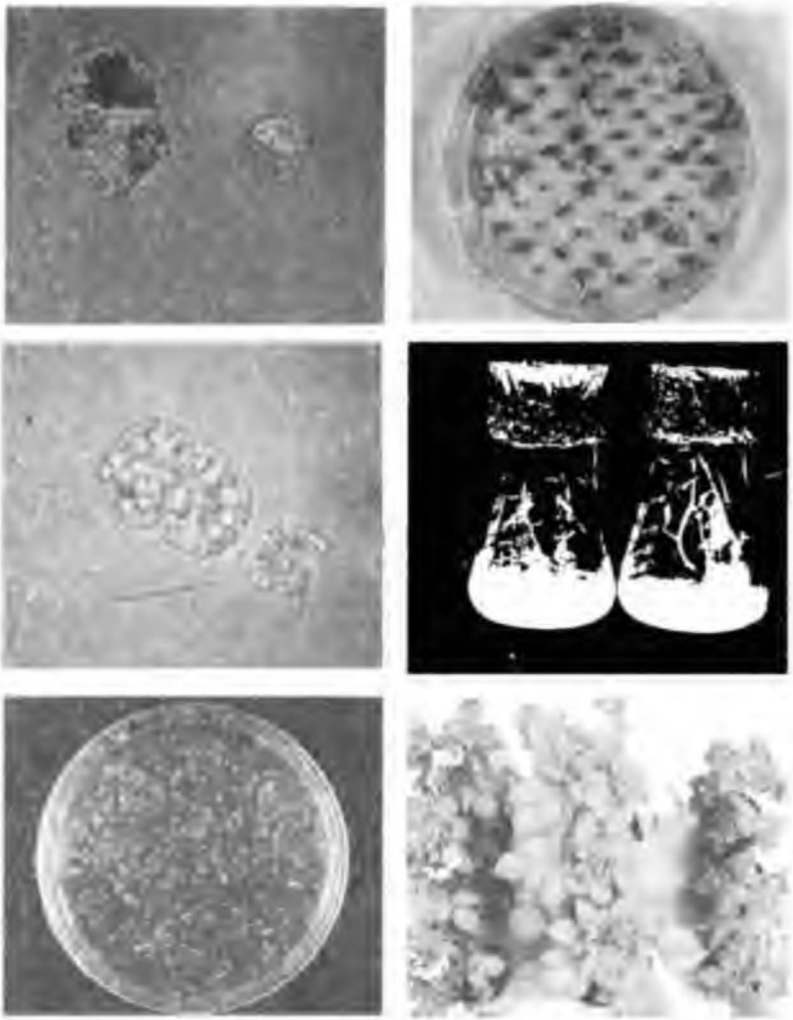
Doku kültürü yöntemleri sayesinde bu maddelerin daha ucuza ve çok miktarda eldesi mümkün olmuştur.

Hücre kültürü yöntemleri bitkilerin tek bir hücresinin kültüre alınmasına ve bu hücreler





Doku kültüründe varyasyonla elde edilmiş domatesler (sağ üstte). Cezayir menekşesi, vinblastin eldesi için kullanılmaktadır (altta).



üzerinde çeşitli genetik manipülasyonlar yapılmasına olanak veren yöntemlerdir.

Bu slaytta, köşede bir patates bitkisinin tek bir hücresini görmekteyiz ve bu hücre çeperinden de arındırılmış protoplast dediğimiz yapıdır. Bu protoplast üzerinde istediğiniz genetik manipulasyonu yapabilirsiniz. Ve arzu ederseniz değişik bitkilere ait olan protoplastları birbiriyle kaynaştırarak istediğiniz amaca uygun bitkiler elde edebilirsiniz. Burada böyle bir uygulamayı patates bitkisinde çeşitli teknik aşamalarıyla görmekteyiz.

Son 10 yıldır bitki biyoteknolojisinde en önemli konulardan birisi de; bitkilere sadece bitki genleri değil mikrorganizma, hayvan, insan, hatta sentetik genlerin Agrobacterium dediğimiz bir mikroorganizma sayesinde aktarılmasıdır. Agrobacterium'un taşıdığı Tiplazmidinde klonlanan genler, istenilen bitkilere aktarılmakta ve bitkilerin bu özellikleri taşımaları sağlanmaktadır.



Böyle bir uygulamayı tütün bitkisinde görmekteyiz. Gördüğünüz gibi tütün bitkisi istenilen geni taşıyan, Agrobacteriula enfekte edilmiş, daha sonra kültürde transgenik bitkiler seçilmiştir. Bildiğiniz gibi yapısında kendisine ait olmayan geni taşıyan organizmaya transgenik organizma diyoruz. Daha sonra bu yöntemler sayesinde bundan tüm bitkiyi de elde etmek mümkündür.

En sağda toprağa alınmış transgenik tütün bitkisini görmekteyiz.

Son yıllarda bitkilerle yapılan en önemli uygulamalardan birisi de bitkilerin genom haritalarının çıkarılması ve moleküler markırlarla (işaretleyiciler) haritalama yöntemlerinin geliştirilmesidir. Bu yöntemler çok önem taşımakta ve melezleme çalışmalarında çok uzun yıllar alan seleksiyonun iki yıla kadar inmesini, istenilen tiplerin çok kısa sürede seçilmesini sağlamaktadır.

Bu yöntemlerle bir bitkinin içine herhangi bir geni aktarabilirsiniz, bunun bir bitki geni olması gerekmez. Mikroorganizma, insan, hayvan, hatta sentetik gen aktarabilirsiniz, 1986 yılında dünyada 5 transgenik bitki tarla testinde iken, 1991 yılında 156 bitki tarla testinde bulunmaktadır. Son yıllar içinde 345 bitki tarla testi denemeleri aşamasındadır. Bu denemelerin büyük bir kısmı Kuzey Amerika'da, Batı Avrupa'da, bir tanesi Asya'da, bir tanesi de Çin'de devam etmektedir.

O.B.- Acaba hangi bitkiler seçiliyor, açıklar mısınız?

N.G.- Genellikle model organizmalar seçilir, bunlar hem kültür

koşulları uygulaması kolay olan hem de ekonomik değeri olan bitkilerdir. Bu transgenik bitkiler içersinde testi devam eden bitkilerin büyük kısmını patates oluşturur. 71 patates bitkisi şu anda tarla testindedir, bunu pirinç ve mısır bitkileri takip etmektedir.

O.B.- Patateste ne gibi değişiklikler yapılıyor, bu bitkiye hangi özellikler kazandırılıyor?

N.G.- Burada kazandırılmaya çalışılan özellikler genelde zararlılara karşı dayanıklılıktır, çünkü bitki zararlıları her yıl ürüne çok büyük zararlar vermektedir, şu anda testlerin büyük kısmı bu yoldadır.

O.B.- Sadece zararlılara karşı mı? Acaba ürünün, bitkinin verimini artırmak için de çalışmalar var mı? Türkiye'de hangi çalışmaları yapıyorsunuz?

N.G.- Türkiye'ye gelirsek bu saymış olduğumuz yöntemlerin hemen hemen büyük bir kısmı Ziraat Fakülteleri, Tarım Bakanlığına bağlı Zirai Araştırma Enstitüleri, Fen Fakültelerinin Biyoloji ve Biyoteknoloji bölümleri ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde yapılmaktadır.

Uygulanan yöntemler genellikle mikroçoğaltma yöntemleridir ve bunlar virüssüz, çeşitli bitkiler elde etmek amacıyla yapılmaktadır.

Bizim çalışmalarımıza örnek olarak: Son 5 yıldır NATO'nun da desteği ile TÜBİTAK ve İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde model sistem olarak seçtiğimiz arpa bitkisi ile doku kültürü ve biyoteknolojik çalışmalar yapmaktayız.

Doku kültürü sistemlerini kurduk, bunu da değişik bitki kısımlarından kurduk. Özellikle somaklonal varyasyonun moleküler düzeyde incelenmesi için polimeraz zincir reaksiyonu yardımıyla genomik parmak izi çalışmalarımız var.

Transgenik bitkilere gelince, benim bildiğim kadarıyla Türkiye'de henüz transgenik bitki elde etme çalışmaları başlamadı, fakat TÜBİTAK bu işin alt yapısını tamamladı. Bazı ön çalışmalar yapıldı ve kurduğumuz bu sisteme sadece arpa bitkisi değil patates ve tütün bitkisine özellikle virüslere dayanıklı bazı genler aktarma yolundaki çalışmaları önümüzdeki üç yıllık plana almış bulunuyoruz.

O.B.- Biyoteknolojide nasıl yöntemler kullanıyorsunuz, tıp alanında neler yapılıyor?

Beyazıt Çırakoğlu- Sayın Bozoğlu ilk başta bahsetti, biyoteknoloji çok eski bir teknoloji, insanlığın ilk kullandığı yöntemlerden birisi. İlk insanlar kuşkusuz ilk ekmeği yaparken, ilk yoğurdu üretirken, birayı, şırayı, şarabı yaparken biyoteknoloji olduğunun bilin-

cinde değildi ama bunların hepsi biyoteknoloji ürünüdür. Biyoteknoloji gerçek anlamda temellerini onsekizinci yüzyıldan almakla beraber 20. yüzyılın ikinci yarısında moleküler biyolojiyle beraber atılımını yaptı. Biyoteknoloji şu anda bazı biyoteknologların beğenmemesine rağmen klasik ve yeni biyoteknoloji diye ikiye ayrılabilir. Klasik biyoteknoloji dediğimiz yoğurdu biraz daha süte karıştırıp iyi yoğurt elde etmek, ekmek mayalamak veya bir takım mikroorganizmalar yardımıyla birtakım yeni ürünler elde etmek, selüloz adı verilen bir grup enzim yardımıyla linyoselülozdan daha fazla şeker elde etmek gibi çalışmalarla ilgilenen alandır. Asrımızın biyoteknolojisi veya yeni biyoteknoloji ise rekombinant DNA teknikleriyle ve yeni moleküler biyoloji yöntemleriyle desteklenen biyoteknolojidir. Bugünkü teknolojiyi 21. yüzyılın biyoteknolojisi, 21. yüzyılın bilimi olarak görüyoruz.

O.B.- Rekombinant DNA teknolojisi nedir?

B.Ç.- DNA canlıların hücrenin bütün özellik ve işlevlerini kodlayan ve dört yapı taşı molekülün milyonlarca kez yanyana gelmesiyle oluşan dev bir moleküldür. Bunu dört harfli bir alfabe ile yazılmış bir kitaba benzetebiliriz. Bu kitaptaki anlamlı cümleleri ise gen olarak adlandırabiliriz. Rekombinant DNA teknolojisi çok kalın çizgilerle bir organizmadaki bir DNA parçasını anlamını yitirtmeden bir başka canlıya aktarmak, aktarılan canlının bazı özelliklerini değiştirme teknolojisidir.

Bu teknolojiyle organizmadan genellikle mikroorganizmaların birtakım özelliklerini değiştirerek bir ürün veya hizmet elde etmek olasıdır. Burada kısaca biyoteknoloji diyoruz.

Biyoteknolojiyle artık denizler petrol atıklarından arındırılabiliyor, çeşitli iklim ve çevre koşullarına dirençli bitkiler yetiştirilebiliyor.

TIBBA KATKISI

Biyoteknolojinin tıbba da katkısı var. Özellikle son yıllarda moleküler biyoloji ve biyoteknoloji sayesinde kalıtsal hastalıklar konusunda çok büyük aşamalar gerçekleşmiştir. Biyoteknolojinin tıbba katkısını aslında şöyle belirleyebiliriz. Tam dediğimiz zaman bunun içinde bütün hastalıklar ve tabii ki kalıtsal hastalıklar var. 1960'larda dünyada bilinen kalıtsal hastalık sayısı 350-400 civarında. Bugün 4700 dolayında tanımlanmış kalıtsal hastalık var. Bunlar hep biyoteknoloji sayesinde ortaya çıkmıştır ve enfaktüsün kanserin, meme kanserinin, ülserlerin kalıtsal bir tarafı olduğu artık bili-

nen bir gerçek. Buna benzer bir çok yeni bilgi biyoteknoloji sayesinde ve bu araçlarla elimize geçiyor.

Tamda birtakım yöntemler var, çok karışık yöntemlerin isimleri ile sizi yormak istemiyorum. Yalmz bu tam yöntemlerinde sadece çok az miktardaki kan veya doku örneğinden hastanın hangi tür bir enfeksiyon geçirdiği saptanabiliyor. Hamileliğin 8. haftasından itibaren birçok kalıtsal hastalığın doğum öncesi (prenatal) tanısı yapılabiliyor. Tümör oluşumları erken dönemde tespit edilebiliyor.

O.B.- Biyoteknoloji yöntemiyle elde ettiğimiz değişik domates gibi bitkilerin, peynir gibi gıda maddelerinin yararları ve özellikleri nelerdir?

F.B.- Şöyle bir şey söyleyeyim, 20. yüzyıla atom çağı dendi, fakat bir biyoteknoloji kadar sosyal bilimlerde insanlığa faydası olan gelişmeyi ben herhalde göremiyorum, bilmiyorum diğer arkadaşlar ne düşünüyorlar. Çünkü hem Beyazıt Bey hem de Nermin Hanım'ın söylediği kadarıyla tıp ve ziraat alanındaki gelişmelere paralel olarak biyoteknoloji genetik alanında elde edilen gelişmeler sayesinde, hakikaten gıda alanında çok faydalı bir işlev görmüştür. Doğaldır ki ben gıdacı olarak bir maddenin yapımında, yapacağımız bütün hammaddeleri alıp işte tuzuydu, unuydu, suyuydu hepsini karıştırıp arkasından eğer şekeri azsa şeker koyarız veya sertliği iyi değilse bunu sert yapacak maddeler veya yumuşak olmasını istiyorsak yumuşatıcı maddeler koyarız. Bir çok kimyasal madde ekliyoruz yediğimiz maddelerin üstüne maalesef, bunların tek tek işlevleri var.

Biyoteknoloji sayesinde artık bunları tek tek eklemek yerine, hammaddeyi öyle geliştiriyoruz ki bu işlevleri yapıyor. O zaman bir sürü toksik, istenmeyen madde bizim ürünümüze girmemiş oluyor.

Sözgelimi ketçap için kullamlan domatesin ne farkı var güzel bir salata domatesinden? Çok farkı var, biliyorsunuz salça veya ketçap yapımında en büyük girdi enerjidir, çünkü domatesteki suyun fazlasım uçurmak zorundasımz ve bu yüzden de çok enerji harcamr, enerji de ekonomi demek, para demek.

Eğer bu domatesi çekirdeği az, kabuğu ince ve suyu çok az olacak şekilde yetiştirebilirseniz harika olur; bu genetik rekombinant tekniklerle, tahmin ediyorum ki çok da başarılı olundu. Birçok şirket var bunu pazarlayan, yapılacak şey, çok az bir enerji ile domatesi salça veya ketçap haline getirmek olacaktır.

Bunun gibi bir çok örnek var, mesela peynir yapımım düşünün. Peynir yapımı belirli bir süreç isteyen, peynirin belirli bir en-

zimle önce çökertilmesi, arkasından bazı mikroplarla tadının verilmesini gerektiren bir işlev. Peynir yapımında kullanılan bir enzimimiz var, bu enzim sadece peynirdeki protein yapısını (kazein denilen molekül) tek bir yerinden kopartabiliyor. Tek tek kopartabilecek ki bu moleküller birleşsinler ve çöksünler. Eğer biz hayvanın sütünün kazein yapısını değiştirebilirsek, bir yerden değil daha çok yerden koparacak şekilde kombine edebilirsek,(bu da çok geniş bir çalışma istiyor) tam olarak bilemiyorum ama 24 saat veya 8 saat süren çökertme zamanını bir saate indirmiş olacağız. Bu olaydan kazancımız ne olacak derseniz, bir kilo sütü değil de 20-30 ton sütü düşündüğümüzde çok kazancımız olduğunu görürsünüz. Fabrika günde 5 ton peynir yerine 25 ton peynir üretebilir, bunun da faydaları tartışılamaz.

Bunun dışında elde edilen bu bitkisel yeni maddelerin gıda sanayiine çok katkıları var. Artı, elde edilen bazı hormonlar sayesinde, tabii bu hormonların çok çeşidi var büyüme hormonları, süt hayvanına verilen süt vermeyi hızlandıran hormonlar var, hayvanda süt miktarını artırmak imkanımız var, hayvanda yağ miktarını düşürüp et miktarını artırma imkânımız var.

Bunun dışında daha önce bahsettiğim mayalar önem kazanıyor. Gıda sanayiinde, ekmek yapımında, bira yapımında veya değişik fermantasyonlarda kullanılan mayalar. Bunların çeşitlendirilmesini öngören projelerimiz var mayalar üzerine. Mesela piyasaya yeni çıkan mayalı hamurlar var, bunlardan çok değişik ürünler pişirilerek kullanılmaktadır. Hazırlanan hamurda mayanın soğutulması gerekiyor. Normal olarak mikroorganizmalar soğuğa pek fazla alışık değillerdir. Bu yeni tür soğuğa dayanıklı mayanın geliştirilmesi biyoteknoloji sayesinde olmuştur. Yani yeni bir genin aktarılması veya yeni gen aktarıldıktan sonra yeni bir mayanın izolasyonu bunları sağlamıştır.

O.B.- Dünyada yapılıp da Türkiye'de yapılamayan neler var?

F.B.- Şimdi her şeyden önce şunu söyleyeyim bu alanda çalışmak bir defa çok pahalı ve maalesef çok zaman ve bilgi isteyen bir program. Yani böyle iki mikroorganizmayı yanyana getirip veya mikroorganizmanın DNA'sını almak o kadar kolay bir iş değil, çok zor.

Bizim yapabildiğimiz şu anda, genelde yurt dışı projelerde NATO gibi kurumların değişik projelerinde beraber çalışmak. Yani fikri burada üretip, sonuçları orada almak.

Bizim ODTÜ'den birkaç öğrencimiz, bu tür çalışmalar yaptı. Biliyorsunuz gıda maddelerine dışardan antibiyotik eklemek ya-

saktır, çoğu kişinin antibiyotiğe alerjisi vardır, bugün penisiline alerjisi olan bir kişinin antibiyotikli yemeği yediği zaman ne olacağını tahmin edebilirsiniz, insanı komaya hatta ölüme götüren sonuçları olabilir. Fakat laktik asit bakteri olarak bildiğimiz, normal olarak sütte, ette üreyebilen mikrorganizmaların kendi ürettikleri, kendilerini koruyan bazı antibiyotik tipi maddeler var ki insanların buna hiç bir alerjisi yok. Biz, bunları üretebilen laktik asit bakterilerindeki genleri daha çabuk üreyen diğer mikroorganizmalara aktarıp orada üretmeye çalışıyoruz. Orada hem hızlı çoğalıyorlar, hem ürettikleri antibiyotik, bakteriosin dediğimiz antibiyotik tipi maddeler daha da çabuk üreyebiliyor. Bunları izole edip direkt olarak gıda maddelerine katmak istiyoruz, bu sayede gıda maddeleri belli bir ısısal işlem görmeyecek. Isısal işlemin iki zararı var gıda maddelerine, birincisi besleme değerini düşürüyor, ikincisi ekonomik yönden istenmeyen bir şey. Eğer bunları realize edebilirsek büyük bir ekonomik tasarruf sağlamış olacağız.

O.B.- Biyoteknolojik yöntemlerin doğaya zararı söz konusu mu?

N.G.- Bu aslında 10 yıllık bir geçmişi ve önümüzdeki geleceği saptıyor. Biyolojik çeşitliliği korumak için biyoteknoloji. Günümüzde devamlı olarak çeşitli türleri değişik nedenlerle kaybetmekteyiz.

Bitkiler için 250.000 tür verilmekte ve 18.694 tanesi tehdit altında bulunmaktadır, bu % 4 gibi oram kapsamaktadır. Balıklar, amfibiler ve kuşlar için de aynı tehdit söz konusudur ve her gün bu çeşitliliği kaybetmekteyiz. Günümüzde özellikle biyolojik çeşitliliği korumak için biyoteknoloji çok ümit vaadedici bir alan olarak gösterilmekte ve doğanın dengesinin ancak bu şekilde korunabileceği düşünülmektedir. Hücre ve doku kültürleri, dondurup saklama, genmplazmların toplanması bu amaçla yapılan çalışmaların en önemlileri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Şimdilik bu tür çalışmalar uluslararası genetik kaynakları koruma merkezi tarafından denetlenen ve çeşitli ülkelerde bazı bitkiler için kurulmuş merkezlerde yapılmaktadaır.

Bu korumanın 250.000 türün her biri için yapılması herhalde geleceği saptayacaktır. Bunun yanı sıra tabii ki verimi artırmak, zararlılardan korumak, toprak başına ürünü artırmak için çalışmalar yapılacaktır.

SORU- Yeni ürünlerin biyoteknolojik yollarla daha ucuz ve kolay elde edilmelerinin diğer üreticilerin sosyo-ekonomik durumlarını nasıl etkileyeceği düşünülüyor.

F.B.- Amerika ya da Fransa bunlara bir limit koymuş, şu ka-

dar üretebilirsiniz diyor. Bu konularda sosyal yapıyı bozmamak için, biz nasıl Zonguldak'taki kömür ocaklarını kapatamıyoruz, aynı şekilde biyoteknoloji üzerinde de bir baskı var. Tabii ki insanların o işten faydalanması yönünde. Bilmiyorum tıpta bu baskı var mı, gıda sanayiinde ben bunu gördüm.

İZLEYİCİ- Soyu tükenme tehlikesi olan canlıları biyoteknolojik olarak yeniden üretmek mümkün mü?

N.G.- Bu çeşitli türler, diyelim bitki türlerine ait tohumlar alınıp, bunların doku kültürlerinin yapılmasıyla cryopreservasyon dediğimiz yöntemle çok uzun süreler saklanarak korunabilir. Doku kültürü yöntemleriyle, gördüğünüz gibi tek bir bitki hücresinden, bu materyal elimizde olduğu sürece tekrar tüm bir bitkiye gidebiliyoruz. Bu türler kaybolunca tekrar o türleri ortaya çıkarma şansımız olacak.

Bunun yanı sıra DNA bankaları kurulmakta, bu DNA bankaları sayesinde bu yabani türlerden yararlanmak mümkün olmaktadır. Aslında doğada her şey var; çeşitli hastalıklara direnç, zararlılara direnç gibi. Fakat bunlar değişik türlere dağılmış durumdalar. Bu türlerden esasında bu genleri yabani bitkilerden alıp, bizim istediğimiz kültür bitkilerine aktarmak en doğrusu olacaktır.

Örneğin arpa bitkisi için yurdumuz bir gen merkezidir, Dünyadaki en büyük gen merkezlerinden biri yurdumuz sınırları içindedir. Biz de Osman Tosun Gen Bankası'ndan ile birlikte bu yabani arpa türlerini temin ettik ve bunlardan TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinde DNA bankaları kurmaktayız ve ayrıca bunlardan moleküler düzeyde tanımlamalar yapmak zorundayız, bu sayede istediğimiz zaman bu materyali tekrar kazanma şansımız olacak.

O.B.- Biyoteknoloji ile bitkilere ve hayvanlara yapılan genetik müdahelelerden sonra ortaya çıkan yeni bitkiler,yeni hayvan türleri çevreyi ne derece etkileyebilir, bunların kontrolü ne derece mümkün, evrime müdahale söz konusu değil mi?

B.Ç.- Burada doğaya müdahale söz konusu. Doğada milyonlarca belki milyarlarca yılda oluşmuş bir denge var. Belki bazı mikroorganizmalar bu yolu bundan bir milyon yıl sonra bulacaklar. Evrim devam eden bir olgu. Gaza biraz süratli basmak, onu birkaç yıla indirgemek ne derece doğal. Çünkü birtakım dengelerin olağanüstü bir şekilde bozulması söz konusu olabilir.

Bununla uğraşan bir insan olarak bunun tehlikesini görüyoruz, aranızda hocalarımız da var tahmin ediyorum aynı kaygıyı onlar da paylaşıyorlar.

İZLEYİCİ- Biyoteknolojiye karşı Türkiye'de nasıl bir bakış var?

F.B.- Biyoteknoloji enteresan bir kavramdır, her insanın anlayamayacağı bir kavramdır. Gazetelerde ışınlanmış sebzeler, meyvalardan bahsedilir. Biliyorsunuz meyva ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak için bazan radyasyona tâbi tutuluyor, bu sayede bir hafta yerine üç veya dört hafta dayanabiliyor. Fakat böyle ışınlanmış bir ürünün etiketine ışınlanmıştır diye yazılması gerekir. Bunu bu şekilde piyasaya sürdüğünüz zaman herkes radyasyon gelecek diye almıyor, kaçıyor. Kavram olduğu için açıklamak çok zor. Aynı durum sadece Türklye'de değil bütün dünyada söz konusu, biyoteknoloji denildiği zaman herkes zannediyor ki affedersiniz inekle köpeği birleştireceksiniz dünyaya acaip birşey gelecek gibi çalışmalar, belki faydası vardır ama faydadan çok zararı vardır, hem zaman kaybı hem para kaybı.

yeni insan yaratmanın neresindeyiz? "yaşamın molekülü genetik ve insanın çözülen sırları"

24 Kasım 1992

YÖNETİCİ: ORHAN BURSALI

KONUŞMACILAR: BEYAZIT ÇIRAKOĞLU, ASLI TOLUN, NAZLI BAŞAK

Orhan Bursalı- Bugünkü konumuz insanın kendini yeniden yaratma, keşfetme süreci. Bu süreçte moleküler biyologlar ve genetikçiler başrolde oynuyor. Bu alanda bugün neler yapılıyor ve yarın neler yapılacak, esas bunların üzerinde durmak istiyoruz. İnsanın kendini keşfetme süreci dedik. Aslında tıp tarihinde, bilim tarihinde geriye doğru bir bakarsak bunun sayısız örneklerini görüyoruz. Kendi üzerinde ölümü göze alarak deneyler yapan tıp bilimcileri var, bazıları örneğin ilk kez kateteri damarından sokarak kalbini gözlemlemiş. Bazıları bir ipin ucuna et bağlayarak yutmuş ve onu sonra çıkartarak etteki değişimleri gözlemlemiş bunları yazmış.

Ben kendi tıp tarihimizden örnek vermek istiyorum; Beşir Fuat, çoğumuz tanımaz, ben de tanımazdım, ta ki hakkında bir kitap çıkıncaya kadar (Arba yayınlarından). Beşir Fuat bir doğa bilimci, ilk edebiyat eleştirmeni, ilk fen bilimci diye geçiyor adı ve kendi damarlarını keserek o sırada hissettiklerini not alıyor, yazıyor. Şu sözler ondan "Ameliyatımı icra ettim, hiç bir ağrı duymadım, kan aktıkça biraz sızlıyor. Kapı vuruldu "yazı yazıyorum" diyerek gelenleri başımdan savdım baygınlık gelmeye başladı." Bu son sözlerinden sonra Beşir Fuat burada ölüyor.

Şimdi genetiğin bunlarla ne ilgisi var diyeceksiniz ancak insanın kendini keşfetme süreci dediğimiz zaman bunları da hatırlamak gerekiyor.

Genetiğin gelişim tarihinde de bir iki noktaya değineceğim. Avusturya'lı rahip Mendel 1860'larda kalıtımın nesilden nesile geçtiğini bezelyeler üzerinde ilk keşfeden, saptayan bilim adamı oluyor. 1888'de Valdemer adında bir bilimci Mendell'in bu etkenlerine kromozom adını veriyor. Daha sonra 1909 yılında Danimarka'lı johansen genleri keşfediyor ve isimlendiriyor "Gen" olarak. Genetiğin bugünkü modern macerasını ise 1953 yılında Watson ve Crick'in ikili sarmalı veya çifte sarmalı keşfetmesiyle başlatabiliriz.

Tarih bu kadar, bugünkü yaşayan bilime dönelim. Beyazıt'tan rica edelim ilk konuşmayı genom ve genetik ne durumda; genom projesi nedir?

Beyazıt Çırakoğlu- İlk başta Genom Projesi'ne geçmeden önce biraz öncesini incelemek lazım. Genom nedir, bunun projesi ne olmalı, onu bir görmemiz lazım. Genom canlıların her hücresinde bulunan ve yaşamın en önemli molekülü olan DNA'nın tümüne birden verilen isim. DNA dediğimiz zaman, her canlıya özgü bir DNA var. Geçen konuşmalarımızda da betimlediğim gibi bir kitaba benzetilebilir bu DNA. Bu kitapta kullanılan alfabe 4 harften oluşuyor, 4 tane molekül, adenin, sitozin, guanin ve timin diye 4 yapı taşı DNA'nın. Bu 4 harfin bu canlılarda milyonlarcasının bazı canlılarda ise milyarlarcasının yanyana gelmesi bu DNA dediğimiz dev molekülü meydana getiriyor. Bu öyle dev bir molekül ki yan yana tek bir dizi olarak açtığınızda bir metre 80 santime kadar uzanıyor. İnsan Genomunu teker teker, harf harf bir kağıda yazmaya kalkarsanız 500.000 sayfaya ulaşıyor. Üç milyar harf, üç milyar baz diyebiliriz bu genom içeriğine insanda. Daha basit canlılarda örneğin, E. Coli, yani bir bakteri türüne baktığımızda 4,5 milyona kadar düşüyor bu sayı.

500-600 sayfalık bir kitap gibi düşünebiliriz bunu, işte bu kitaba aslında belki de felsefi bir yaklaşımla alın yazısı da denebilir. Çünkü canlının bütün özelllikleri, ama bütün özellikleri bu kitapta gizlenmiş durumda. Aynı zamanda bu kitapta 3 milyar harften meydana gelmesine karşın çeşitli uzunluklarda 100.000 anlaşılır cümle var. 100.000 ifade sahibi bir cümle var ki bunlara "Gen" diyoruz. Bu genler bizim göz rengimizden boyumuza kadar tabi çevresel bazı faktörleri de katarsak vücudumuzdaki bütün fonksiyonların işlemesinden hatta şu anda tespit edilememekle birlikte kısmen karakterimize kadar herşeyde etki sahibi.

İnsanın öze dönük kendini arayışında bu dev molekülün 1953'lerden sonra özel bir yeri var. Çünkü kökenimiz, yaşamın kökeni bu DNA molekülü. O zaman insan araştırmaya girdiği zaman tabi ki köke inmek istiyor ve kökte de bu DNA dediğimiz molekül yatıyor.

Aym zamanda moleküler sayesinde ırsî hastalık veya kalıtsal hastalık dediğimiz defekler de bulunup ortaya çıkarılıyor. Şöyle bir sayı verilebilir. 1960'larda bilinen kalıtsal hastalık sayısı 300-350 civarındayken bugün 4000 küsürlere kadar yükselmiş durumda. Bugün Yüksek kolestrolden Miyokart enfarktüslerine kadar ülserden, meme kanserlerine kadar bir çok hastalığın kalıtsal taraflarının çok yüksek olduğunu görüyoruz. İşte bunlar hep moleküler biyolojide DNA'da gizli olaylar.

Şimdi tekrar bu bizim DNA molekülümüze, yazılımına döne-

lim. Bu 3 milyarlık harf dizisinde ve anlaşılabilir 100.000 cümle içerisinde bazı ortagraf hataları bir takım anlam değişikliklerine neden oluyor, bunlar kalıtsal bozukluklar oluyor. Bu kalıtsal bozukluklar bazen çok önemli değil ama bazan da yaşama mal olabilecek kadar önemli bir boyut kazanabiliyorlar. Örneğin "orak hücre" anemisi dediğimiz bir anemi var, bizim Güney Bölgelelerimizde büyük etki yapan bir hastalık. Oksijen taşıma görevi olan eritrositlerin görevini yapamaması ve dolayısıyla kansızlık nedeniyle hastaların kaybedilmesine yol açan bir kalıtsal hastalık. Ve bu kadar büyük tahribatlar yapan hastalığın temelinde sadece bir harfin ama tek bir harfin yanlış yazımı, a yerine t yazılması yatıyor. Tabii neyse kl bütün hatalar bu kadar dramatik sonuçlar doğurmuyor.

O.B.- O zaman,kalıtsal hastalıkları keşfetmek araştırmalarda ağırlık kazandı.

B.Ç.- Evet, insanın kendini arayışında, bütün özellikleri arayışında işte ilk önce bunları inceleyip nedenlerini bulup bu rahatsızlıkların, sonra da onlara birtakım tedavi yöntemleri getirme güdüsü var. Bunun için özellikle 1970'lerin son yıllarından itibaren kalıtsal hastalıkların tanısı üzerine (sadece tıpta konuşuyorum bu akşam) yoğun çabalar var. Bu DNA'ların bazı özelliklerinden faydalanarak erken tanıyı gerçekleştirmek sözkonusu. Bazı hastalıkların tanısını daha önceden, daha DNA düzeyinde koyup henüz klinik semptomlar ortaya çıkmadan yakalamak sözkonusu.

Ama bunlar belli maliyetleri olan çalışmalar, asıl kökende ilk önce ideal insan ne, daha doğrusu sağlıklı genom ne? sorusu yatıyor. Asıl sağlıklı genomun ne olduğunu da bilmiyoruz. Çünkü her birey ebeveyninden en az milyarda bir farkla doğuyor. Yani üç milyar bazımız olduğunu düşündüğümüz zaman en az ebeveynlerimizden 3 daha farklı harfle ya da mutasyonla dünyaya geliyoruz. Bunu kuşaktan kuşağa ve dağılmalarla şöyle bir tasvir edecek olursak; Her bireyde bir ötekinden epeyi farklı noktalar var. Ama neyse ki bu noktaların çoğu bu 100.000 cümlenin dışında kalan ki bu 100.000 cümle bu 3 milyarlık kitabımızın sadece % 10'unu teşkil ediyor. Geri kalanı şu anda tanı olarak nedenini bilmediğimiz anlamsız harf dizileri, anlamını bulamayan cümleler şeklinde. Sadece 100.000 cümlenin anlamı var. 100.000 genimiz var yaklaşık.

O.B.- Bu 100.000 genden kaçı tanımlanabildi?

B.Ç.- 2000-2500 olduğunu söyleyebiliriz. Neyse ki ebeveynimizden farklılığımızı yaratan bu harf değişiklerinin veya bu ortograf hatalarının çoğu bu anlamsız cümleler arasında olduğu için çok fazla etkisini görmüyorsunuz. Ama bunlar anlamlı cümleler içine

geldiği zaman biraz önce sözünü ettiğim birtakım dramatik sonuçlar da doğurabiliyor.

İşte bu kökenini arayış güdüsü uzun zamandan beri var olan bir şey. Aynı zamanda bunun ekonomik yararları da var, ekonomik yararları hastalıkların tedavisinde.

Bir örnek vermek istiyorum; mesela kalıtsal bir hastalık alalım "Kalıtsal Diabet" yani şeker hastalığı, Amerika'da 300 çocuktan bir tanesi kalıtsal diabetle doğuyor. Bu 18 yaşından küçük her 300 çocuktan bir tanesi insüline bağlı olarak yaşıyor. Yani sürekli insilün enjeksiyonu yapılıyor. Bu insülin böbrek yetmezliklerine yol açıyor. Bu çocukların yarısı 30 yaşma kadar mutlaka böbrek problemleriyle karşılaşıyor ve diyaliz makinesine bağlanıyorlar. Amerika'da ki diyalize bağlı hastalıkların hemen hemen yarısı diyabetik ve bunlara harcanan para bir yılda bir milyar dolar. İşte bu bile kalıtsal hastalıkların sağaltılmasında veya kısmen bile tedavi edilmesinde ne kadar büyük yatırımlar gerektiğini gösteriyor bize. Yurdumuzdaki diyaliz dramını, bekleyen hastaların, parası olmayan hastaların dramını günlük basında zaman zaman görüyoruz.

Bunlar bile insan genomunun tam olarak ortaya çıkartılması ve gerek tanıya, gerek tedaviye temel teşkil edecek bu çalışmaların yapılması için çok haklı gerekçeler. Ama amacı sadece insan sağlığı değil, genom projesinde şu anda bir dizi analizi söz konusu. Yani bu harflerin birbiri ardından tek tek ne şekilde geldiği ki, buna biz dizi analizi diyoruz.

O.B.- Bu projenin maliyeti nedir? Ve kimler çalışıyor?

B.Ç.- Şimdi bir kaç fiyat vereyim, Amerika'da dizi analizinde her baz için bir dolar para harcanıyor. Japonlar geliştirdikleri bir sistemle 17 sent harcıyorlar baz başına dizide. Bu projenin ortaya çıkmasında neden Amerika'nın bütün bu dizi analiz sistemlerini geliştirme isteği. Yani bu çok karmaşık bir şey. Bir taraftan biyologlar, gen teknologları çalışırken; öbür taraftan bilgisayarcılar, algoritmacılar, programcılar, bilgiişlemciler çalışacaklar. Çünkü bu bilginin çok iyi bir şekilde veri tabanını düzenlemek, verileri çok iyi klase etmek lazım. Öbür taraftan bunlar için makine mühendisleri çalışacak ve matematikçiler, kimyacılar çalışacaklar. Çok büyük bir sanayi, dev bir sanayi bunun arkasından dönecek. Önde sadece insan genomu tamamen çözümlenecek diye.

Bunun yanında bu projenin başka yararları var, mesela bu insan genom projesini destekleyen en büyük kuruluş Amerika Enerji Departmanı, Ulusal Enerji Departmanı, çünkü radyasyon bir enerji ve radyasyonun DNA üzerinde korkunç tahribatlara neden oldu-

ğunu çok iyi biliyoruz. Hiroşima'dan, Nagazaki'den diğer kazalardan hatırlıyoruz. En son Çernobil'den, işte burada insan genomu tam olarak anlaşılırsa enerjinin bunun üzerindeki etkileri de anlaşılabilecek. Bir çok ülkelerde, Avrupa ülkelerinde de bu konuda araştırmalar yapılıyor. Sürekli olarak radyasyonun DNA üzerindeki etkilerine karşı koruma çalışmaları yapılıyor. Bu da işin başka tarafı. Demek ki insan genomu projesi sadece tıbbi bir çıkışı olan, tıbbi yarar sağlayacak bir şey değil. Bir de ekonomik yararvar, bir bilgisayar teknolojisinin bu yönde geliştirilmesi var. Eğer bu iş insanda başarılırsa bütün doğadaki her canlıda başarılacak demektir. Aynı yöntemleri çok daha kısa zamanda çok daha sağlıklı olarak uygulayarak. Bu da bize biyoteknolojide geniş atılım olanakları verecektir. Ben sözü genom projesine getirip bıraktım.

O.B.- O zaman genom projesi konusunda dünyada neler yapılıyor. Biraz daha ayrıntılı bilgiyi Aslı Hanımdan rica ediyoruz.

Aslı Tolun- Genom Projesi ile ilgili eskiden beri süregelen çalışmaların başında insanların genlerinin tanımlanması geliyor. İnsan da ilk defa kendiyle hastalıklar yüzünden ilgilenmiş, mesela bir kişide hastalık var ve bu ailede görülen bir hastalık. Bunun kalıtımsal olduğu düşünülerek çalışılıyor ve böylece bir gen çözülebiliyor. İlk zamanlarda bu bazı hastalıklarda çok kolay olmuş. Mesela hemoglobini düşünürseniz; kan hastasında oksijen taşınamıyor; hemoglobinde bir bozukluk olduğunu buluyorlar. Bu da belli kişilerde Akdeniz ülkelerinde çok görülen Talasemi ya da orak hücresi gibi bazı hastalıkların olduğunu gösterdi.

Fakat daha sonraları daha komplike hastalıklara geçildi ve araştırmacılar bu hastalıkların genlerini tanımlamaya çalıştılar. Hastalık genlerinin tanımlanması genelde insan genlerinin tanımlanmasına, çözümüne yarayacak. Çünkü kişi sağlıklı olduğu zaman yani bir bozukluk göstermediğinde genlerle hücre işlevi arasındaki ilişki anlaşılmıyor. Ve hastalık genleri çalışılarak, genler çözüldüğü zaman genlerin işlevleri anlaşılabiliyor.

Buna çok güncel örnekler var. Mesela erkeklerde sık görülen bir kas hastalığı var, bu bizim de şimdi çalıştığımız bir konu. Sonunda bu gen bulundu. Gen bir protein şifreliyor ve kas hücrelerinin üstünde, çeperinde olan belli bir protein üretiyor. Gen bilindiği zaman da hastalığın tedavisi bulunabilir mi diye birtakim çalışmalar yapılabiliyor. Tedavi aşamasına gelinceye kadar da doğum öncesinde tanı konulabilir. Anneye eğer "çocuğunuz hasta olacak" diye söylenebilirse hiç değilse annenin çocuğu aldırma seçeneği doğabilecek.

Genlerin anlaşılması için genelde önce genleri haritalamak lazım. Bu tabii Genom Pojesi'nin amaçlarından biri. Yani 23 çift kromozomumuzun olduğunu biliyorsunuz, bunlardan her birinde ortalama 4 santim uzunluğunda DNA var. Bu DNA molekülü çok ince olduğu için yumaklanıp koromozom olabiliyor. Bu molekül üzerinde bir sürü gen var ve ilgimizi çeken genin önce hangi kromozomda olduğunun belirlenmesi gerekiyor. Genin yeri belirlendikten sonra da işlevi araştırılabilir.

Genin işlevi bağımsız olarak da araştırılabilir ama genelde sıra bu şekilde gidiyor. Yani ne işe yarar bu gen? Ondan sonra da, bu gen nasıl regüle ediliyor? Mesela bazı insanlarda normal olarak hemoglobin yapılabiliyor, bazı kişilerde kalıtımsal olarak yapılamıyor. Ya da yapılma derecesi çok düşük, diyelim ki %10, %20 düzeyde ancak yapılıyor, bu da çok kötü hasta için.

Biz genleri çalıştığımızda bunun önce moleküler genetiğe katkısı oluyor diye bakıyoruz. Yani genelde bilim adamının ufkunu açıyor bu çalışma. Bir başka gen çalışıldığı zaman "insan genlerinde böyle gözlemler vardı, bu gen de benzer mi acaba, yoksa baska bir mekanizma mı" diye düşünülebilir. Fakat çalışmaların yine aynı derecede önemli olan katkısı ise insanı anlamamıza yardım etmesi. İnsan çok karmaşık, çok fazla geni olan bir organizma bildiğimiz gibi. Mesela bazı hastalıklar var bunların hala geninin ne olduğu belli değil. Buna bir örnek ataksi TELENJEKTEZİ denilen bir hastalık. Aslında bu nörolojik bir hastalık diye düşünülür, hasta 10 yaşında yürüyemez oluyor, çünkü dengesini sağlayamıyor. Fakat bunun yanında çocukta bağışıklık sistemi yetmezliği var, çok fazla enfeksiyon kapıyor ve genelde enfeksiyondan ölüyor 30 yaşlarında. Bunun yanında kansere eğilimi çok fazla, hastaların aşağı yukarı yarısı kan kanserinden ölüyorlar. Aileye baktığımızda hasta olmayanlar arasında bile bir sürü kanser vakası görülüyor. Yani bir tek genden anlayamadığımız veya şu anda bir anlam veremediğimiz bir çok etki doğuyor. Bunları anlayabilirsek, geni bulabilirsek, sonra bunun proteinini belirleyip işlevlerini anlayabilirsek, insan organizma olarak anlamamız mümkün olacak.

Genom Projesinde bu işlerin yapılabilmesi için kromozomlar araştırma grupları arasında paylaşıldı. Şu şekilde; Belli bir kromozomla başka kimse çalışmasın denilmiyor, ama belli sorumluları var ve koordinasyon var. Aşağı yukarı senede bir toplanıyor, herkes neler yapmış, ne gibi bulgular var, bunları konuşuyorlar ve işbirliği sayesinde araştırmanın çok daha hızlı gitmesini sağlamaya çalışıyorlar.

Hastalık genleri dışında insanların merak ettiği birşey de belli bir nitelikle ilgili gen olup olmadığı. Bilmiyorum biyologlar dışında herkes aynı fikirde olmayabilir, ama deniyor ki bütün genler çözüldüğünde göreceğiz ki insanı biyokimyasal tepkimelerden meydana gelen bir organizma olarak anlayabileceğiz ve çözeceğiz bütün sırlarını. Bu tabii ruh hastalıklarını da içine alıyor ve bir çok ruh hastalığı ile ilgili gen araştırılıyor şimdi. Çünkü ailevi ruh hastalıkları var, ve bunlar daha ziyade "eğilim" olarak düşünülüyor. Yani geni aldığı zaman insan ruh hastası olmuyor ama belli bir eğilimi, o hastalığa tutulma eğilimini almış oluyor. Aym şekilde mesela alkole bağımlılık geninin olduğu sanılıyor bazı ailelerde.

O.B.- Her eğilimin genetik bir yönü olduğu söyleniyor mu?

A.T.- Bu çok genel bir soru, eğilim ya da yatkınlık bir çok hastalık ve yetenek için var. Hatta bilirsiniz müzikte filan bu gözüküyor, ama ortamın etkisi her zaman büyük tartışma konusu. Fakat bir çok yetenek için buna en iyi cevap ayrı yetişmiş yumurta ikizleri üzerinde yapılan çalışmalardır. Bir çok eğilimin kalıtımsal olduğu gösteriliyor ama tabii herşey için diyemiyoruz. Maalesef bu iş için yeterli sayıda denek bulunamıyor. Güzel bir rapor çıkmıştı, çok beğenmiş ve peşine düşmüştüm. Çok sayıda yumurta ikizlerini çalışmışlardı, sonradan raporun pek doğru olmadığı deneklerin var olmadığı ortaya çıkmıştı. Yatkinlık genlerinin ileride bulunacağı sanılıyor, mesela alkole bağımlılık aileden gelebilir. Kişi aym ortamda büyüdüğü için denilebilir, ama bakıyorsunuz ailenin ayrı yaşayan fertlerinde, ya da küçükken ayrılmış olan fertlerinde bile aynı eğilim gözüküyor. Böyle genleri bulmayı umuyorlar Genom Projesi içinde.

O.B.- Genetik tedavi konusunda neler yapılıyor dünyada?

A.T.- 1970'lerde önce kan hastalığıyla hemoglobin geniyle ilgili, yapıldı bu. Fakat bunu yapan kişi Amerikalı,kendi ülkesinde izin alamadığı için bunu İtalya'da ve İsrail'de yaptı. O zamanlar herkes çok karşı çıktı bu işe, çünkü daha o olgunluğa erişmemişti bilim. Bu kişiyi çok kınadılar, gerçekten de sonuçlar olumlu olmadı. Gen tedavisi için insanın belli hücreleri almıyor ve bu hücrelerin içine sağlam gen konuluyor. Kan hastalıkları için bu oldukça kolay olabilir. Çünkü insanın kemik iliğinden kan hücreleri alınacak, bu hücrelerin içine normal genler konulacak sonra hücreler hastaya geri verilecek. Yani ilik nakli gibi, sadece insan kendi hücrelerini geri alıyor. Son zamanlarda gen nakli belli bir enzim eksikliği bulunan küçük bir çocukta yapıldı ve cok başarılı oldu. Bu yüzden artık

bu tür çalışmalar sürebilecek. Başka hastalıklar icin de yöntemler geliştirilecek.

Gen tedavisi bazı hastalıklar için kolay olabilir. Mesela kistik fibroz denilen bir hastalık var, bu batı ülkelerinde en sık görülen hastalıklardan biri, 2000 kişiden birinde görülüyor. Genelde akciğerlerde fazla nükus birikmesinden dolayı enfeksiyon oluyor ve hastalar küçük yaşta ölebiliyor. Bazen bebek bir kaç aylıkken ölüyor. Bu hastalarda geni virüs yoluyla akciğer hücrelerine vermeye çalışıyorlar şimdi. Sağlam genin DNA'sını virüse takıyorlar gen mühendisliği teknikleriyle, sonra virüs hücreleri enfekte ettiği için gen de içeri giriyor ve hücre de proteinini yaptığı için de insan hastalıktan korunabiliyor. Şimdilik teknikler ümit veriyor fakat bazı hastalıklarda yapılamıyor. Çünkü hücreye ulaşmak, geni teker teker içine koymak zor. Mesela kas hastalığında kalb kaslarında pek birşey yapılamıyor tabii, teker teker hücrelere verilemediği için.

O.B.- Hücre verilerek tedavi yöntemi de deneniyor...

A.T.- Bunda sağlam insanlardan, bazan bir embriyodan hücre alınıyor. Çünkü embriyo hücreleri daha uygun hem çoğalabiliyorlar hem uyum sağlayabiliyorlar. Mesela bu hücreleri beyin dokusuna nakil ederek doku dejenerasyonlarının önlenmesi sağlanabiliyor. Kas hastalıklarıyla ilgili olarak da bunu yapmaya çalıştılar. Kas hastasına sağlam bir kişiden alman kök hücreleri veriliyor. Bu kök hücreleri kaslarımızın lifleri etrafında küçük küçük gelişmemiş vaziyette bulunurlar. Kasımız kesilirse hücreler tamir olmuyor, ama yerine bu kök hücreleri çoğalarak yeni kas oluşturuyorlar. Bu nedenle hastaya kök hücresi verildiğinde bunlar yeni kas hücresi oluşturacaklar ve hasta normal kasa sahip olacak diye düşünülüyor. Bu çok zor bir yöntem. Daha önce dediğim gibi kalp kasları için bu nasıl yapılabilir, ya da akciğerlerin binlerce kası için bu nasıl yapılabilir bilinemiyor tabii.

Sonuç olarak bütün bu araştırmalar Genom Projesi içinde olsun olmasın değişik ülkelerde yapılıyor ve hepsinin insan genetiğine, insan genlerine, insan hastalıklarının anlaşılmasına katkıları oluyor. Hızla gelişen yöntemler kullanılıyor. Şirketler var bu yöntemleri geliştiren, yalnızca yöntem geliştiren, kit hazırlayan, gittikçe gelişen bir yöntem silsilesiyle araştırmalar hız kazanıyor.

Şonuçta şu anda genlerimizin çok az bir kısmını bilmemize rağmen, ileride, herhalde 10 yıl içinde sanıyorum, çok fazlasını biliyor olacağız.

O.B.- Türkiye'de neler yapılıyor bu konuda, Sayın Nazlı Başak bize bilgi verir misin?

Nazlı Başak- Gönül ister ki Beyazıt Bey'in ve Aslı Hamm'ın dünya çapında yapıldığından bahsettiği deneyler çok yakın zamanda aym hızlı gelişmeyle Türkiye'de mümkün olsun. Ben Türkiye de tam teşekküllü çalışabilen, benim kanaatimce tam teşekküllü moleküler biyoloji labaratuvarı vasfını alabilecek iki laboratuvar olduğunu zannediyorum. Bunlardan bir tanesi Gebze'de TÜBİTAK, öbürü ise Aslı Hamm ve benim çalıştığımız Boğaziçi Üniversitesi Biyoloji Bölümü laboratuvarlarıdır. Ben tabii ki kendi laboratuvarımızı daha yakından bildiğim için ona daha detaylı bir şekilde değinmek istiyorum.

1987 senesinden beri özellikle UNESCO 'dan aldığımız 5 senelik bir para yardımı sayesinde tam teşekküllü bir moleküler biyoloji laboratuarı kurmuş durumdayız ve çok kısa zamanda Tükiye'de o zamana kadar henüz rutin olarak kullanımdan çok uzak olan DNA yöntemlerini kurduk ve uygulamaya başladık. Özellikle çalışmaya başladığımız konu kalıtsal hastalıkların moleküler düzeyde tanımlanması ve bundan sonraki hedefimiz de bu hastalıkların doğum öncesi tamsını yapabilmekti.

Şu anda dünya üzerinde kı en gelişmiş moleküler biyoloji labaratuvarları ile aym teknikleri uygulayabiliyor durumdayız ve de bir kaç tane değişik genetik hastalığın sadece moleküler değil, doğum öncesi tamsını da yapabiliyoruz. Bunlar hemofili A,B, kistik fibrozis, Aslı Hammın biraz evvel bahsettiği Duchenne ve Becker kas distrofileri ve de özellikle Akdeniz ülkelerinde ve de Tükiye'de çok sık görülen Talasemi ve Orak Hücreli anemi adını verdiğimiz kalıtsal kan hastalıklarıdır. Ben Talasemiyle ve Orak Hücreli anemi ile çalıştığım için ve Türkiye'de de özellikle bu iki hastalık çok büyük birer problem teşkil ettikleri için burada biraz daha detaya girmek istiyorum.

BETA TALASEMİ: TÜRKİYE'DE YAYGIN KALITSAL HASTALIK

Türkıye'de Akdeniz Ülkeleri genelinde olduğu gibi halkın yaklaşık %2'si beta talasemi hastalığının taşıyıcısıdır. Yani sokakta gördüğümüz 100 kişiden ikisi bu hastak genini taşır. Bu sayı Tükiye genelinde % 2 olmakla bilikte Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında Antalya'da Muğla'da Trakya Bölgesinde % 10 gibi çok yüksek rakamlara çıkmaktadır. Yani bu yörelerde 100 kişiye baktığımız zaman 10 tanesi taşıyıcıdır. Türkiye'de bir de akraba evliliklerinin sık olduğunu göz önünde bulundurursak (Akraba evlilikleri Türkiye genelin-

de % 20 nin üzerindedir, Türkiye'nin bazı yörelerinde ise % 50 nin üzerindedir.) Hasta olarak doğması beklenen bebek sayısı % 2 taşıyıcı oranından, beklenen rakamlardan da çok daha yüksektir. Yaklaşık olarak Türkiye'de her sene 200 tane beta talasemili bebek dünyaya gelmektedir. Yapılan hesaplara göre her beta talesemili çocuğun bir senelik bakım masrafı yaklaşık 60.000.000 TL'dır. Türkiye'de senede 200 çocuk doğduğunu gözönünde bulunduracak olursak bunların bakım masrafı 12 milyar TL. gibi muazzam bir meblağa ulaşmaktadır. Bu da bu hastalıklara önlem alınması gerektiğini göstermektedir. Kalıtsal hastalıkların bir takım tedavileri üzerinde uğraşılıyorsa da, özellikle de Genom Projesinin ana amaçlarından biri bu kalıtsal hastalıkları önce tanımlamak, ikincisi de uygun tedaviyi bulmaksa da, henüz beta talesiminin kesin bir tedavisi yoktur. Gerek kemik iliği transplantasyonu gerekse de gen tedavisi hâlen deneme aşamasındadır, Özellikle gen terapisinden halen oldukça uzaktayız ve en azından şu anda yaşayan hastalar icin gen terapisi büyük bir ümit vaadetmemektedir. Dolayısıyla hastalığa önlem almak lazımdır. Önlem almayı iki büyük guruba ayırıyoruz. Birincil önlemler dediğimiz zaman o hastalığı taşıyanları saptamak ve evlenme çağında olan herkesin taşıyıcı olup olmadığını tespit etmeyi anlıyoruz.. Evlenecek ikisi de taşıyıcı olan çifte ya çocuk sahibi olmamaları öneriliyor ya da çocuk sahibi olmak istiyorlarsa doğum öncesi tanı denilen imkandan yararlanmaları tavsiye ediliyor. Her iki önlem de Sardunya Adası, Kıbrıs ve Yunanistan'da yaklaşık 10 seneden beri uygulanmaktadır.

Türkiye 60.000.000 nüfuslu çok geniş bir ülke olduğu için birincil önlem tedbirinin uygulanması çok gerekli olduğu halde uzun vadeli bir çözümdür. Dolayısıyla biz ikincil önlem tedbiri dediğimiz doğum öncesi tanı yöntemini geliştirdik. Bunun için de DNA analiz yöntemlerini kullanarak doğum öncesi tanıyı biraz evvel saydığım genetik hastalıkların hepsinde kullanmaya başladık.

O.B.- Nazlı Hanım biz dünyada sürdürülmekte olan Genom Projesine niye katılmıyoruz? Niye yokuz bu proje içinde?

N.B.- Türkiye henüz bu proje içinde yok, çok yakın zamanda olmasını tabii ki gönül çok arzu ediyor. Ben bunu biraz daha kapsamlı olarak izah etmek istiyorum. Hiçbir başka bilim dalında benim görüşüme göre nisbeten az para getiren temel bilimler ile ekonomik yönden oldukça zengin olan uygulama arasında moleküler biyolojide olduğu kadar yakın bir mesafe yoktur. Yani temel bilim ekonomik açıdan ne kadar enteresan değilse uygulaması ise ekonomik açıdan o kadar enteresandır. İnsan Genom Projesi, bunu HU-

GO diye kısaltıyoruz. HUGO Projesinin başında DNA'nın ikili sarmal yapısını bulan bilim adamlarından biri olan JIM WATSON bulunmaktadır. JIM WATSON 1988 yılında HUGO projesinin ortaya atılmasından daha bir sene geçmeden Amerikan Senatosunun karşısına dikildi ve dedi ki "Japonya ve Avrupa ülkesi bu projeye bizimle aynı maddi desteği vermezlerse biz de onlara bu bir sene zarfında elde ettiğimiz ve bundan sonda elde edeceğimiz sonuçları vermeyelim" Senato büyük bir şaşkınlıkla kendisine "Peki bu sonuçları ne kadar zaman saklamayı düşünüyorsunuz" dedi, o da cevap olarak "Ne kadar gerekirse o kadar zaman saklayacağız, Amerikan ilaç endüstrisinin ve biyoteknoloji firmalarının bu projeden yeteri kadar para kazanmalarından sonra bu sonuçları açıklayacağız" dedi. Gördüğünüz gibi Amerika son derece pragmatik bir şekilde probleme yaklaşmakta ve işin sonunda kendisine muazzam bir para kaynağı ekonomik katkı düşünmektedir. Diğer tarafta ise Avrupa, hâlâ birtakım ideolojileri tartışmakta, işin etik yönüyle uğraşmakta ve projeye tam olarak konsantre olamamaktadır.

Türkiye yeri icabı tabii ki Avrupa'ya daha yakın ve Avrupa'nın izinde gitmek zorunda. Ama ekonomik güç bu projeye katılmak için son derece önemlidir. Gerekli bilgi birikimi, çok iyi örgütlenmiş laboratuvarlar yanında Türkiye'nin devlet politikasının da bu projeye katılmak için gerekli parasal kaynakları ortaya koymasıyla mümkün olacaktır.

O.B.- Teşekkür ederiz, şimdiye kadar arkadaşlarımız daha çok tıbbi açıdan, kalıtsal hastalıkların tedavisi açısından konuştular. Merak ettiğimiz, Dünya'da tartışılan çok başka yönleri var olayın, etik yönü var, evrimsel yönü var ve de çok tartışılan üstün insan yaratma yönü var. Bir parça bu noktalara da değinmek istiyoruz, daha sonra sizlerin tartışmasına açacağız konuyu.

Beyazıt, Genom Projesi bittikten sonra ne olacak?

B.Ç.- İlk önce Genom Projesi ne zaman bitecek diye sormakta yarar var. Proje ilk gündeme geldiği zaman, 1987'de verilen süre 5 ila 10 yıllık bir süreydi, yani 2000 yılına varmadan bu proje bitecekti.

Bugün o kadar iyimser değil bilim adamları ve 1992 itibariyle konuşursak bir 15 yıl daha gerekiyor bu projenin sona ermesi için.

Bu 15 yılda neler olacak? Bir kısım dizi analizi, kromozomların fiziki haritalaması bitecek, arkasından dizi analiz sistemleri geliştirilecek, bunları destekleyecek algoritma, bilgisayar sistemleri ilerleyecek ve bu şekilde belli bir noktaya ulaşılacak. Bu noktaya ulaşıldığında en çok beklenenler hastalık genlerinin çoğunun tanımlan-

ması. Tabii bunun getireceği en büyük katkı tıp alanında tanıda ve doğum öncesi tamda olacak. Bugün bile doğum öncesi tamda Sayın Nazlı Başak'ın da sözünü ettiği gibi oldukça önemli mesafeler alınmış durumda.

Ama bundan daha ileriye uygulamalar sözkonusu, bunlardan bir tanesi, biraz da düşündükçe insanı dehşete düşüren bir tam yöntemi. Preimplantasyon, yerleştirme öncesi tam dediğimiz bir yöntem geliştiriliyor. Tüp bebeğin nasıl olduğunu gazetelerden veya basından izlemişizdir, biliyoruz. Birtakım fizyolojik bozuklukları olan annelerin alman yumurtaları bir tüp halinde spermle birleştirilerek uygun koşullarda ve uygun zamanda tekrar rahime yerleştirilip tüp bebek geliştiriliyor.

Yalnız eğer ortamda kalıtsal hastalık bir kalıtsal anomali bozukluk kuşkusu varsa, bugün Amerika'da birkaç laboratuvarda yapıldığı gibi, hemen bu yumurtayı yerleştirmeyip 4 hücre olana kadar bekleme yoluna gidiliyor. Hücre gelişimine baktığımızda fertilize edilmiş yani döllenmiş yumurta bir tanedir bu zigot sonra bölünerek ikiyken dört, dörtken sekiz, sekizken onaltı olur. Ve giderek de canlı ortaya çıkar. Burada önemli olan biyolojik testlerde baktığımızda 8 hücre aşamasına gelindiğinde 8 hücreden bir tanesini alırsanız meydana gelecek fetüs eksik bir fetüstür. Birtakım tarafları organ veya uzuvları, eksik olur ama 8 hücreden önce 4 hücre aşamasında bir tanesini ahrsamz o minicik yapının kendini rekompanse etme, tamir etme özelliği vardır. Onun için 4 hücre çok önemli. 4 hücreye geldikleri zaman, bir tane hücreyi alıp burada teknik ayrıntılara girmemek için çok sözünü etmediğimiz, bugün özellikle birkaç laboratuvarda yine Prof. Başak'ın sözünü ettiği Türkiye'de de uygulanan bazı tekniklerle o tek hücrenin DNA'sı çoğaltılıp kalıtsal hastalıkların var olup olmadığına (tabii ki belli bir kalıtsal hastalık arayarak tümüne birden değil) bakmak mümkün oluyor. Eğer ileride bir problem meydana getirecek şekilde, bir hastalık varsa, kontrol edildikten sonra o 3 hücre anne rahmine yerleştirilmeyip çöpe atılıyor. İşte bu genom projesi bittiğinde daha yaygın bir şekilde kullamlacak.

ÜSTÜN IRK TEHLİKESİ

Bunun getirdiği çok büyük etik sorunlar var ki bu bizi biraz öjenizmin batağına da götürüyor. Daha ilerde üstün soy, üstün ırk batağına da götürebilir. Çok dikkatli kullanılması gereken birşey, tahmin ediyorum bugün biz ve bu işle uğraşan bilim adamları,

doktorlar bu işin tam ayırım noktasındalar. Yani bu rahatlıkla hiç istenmeyen bir tarafa da sapabilir.

Eski Isparta'ya baktığımız zaman, sakat, zayıf bebeklerin ölüme terkedildiğini görüyoruz. Geçtiğimiz çağların çok meşhur filozofların Nietche'nin belli römarkları var. Almanya örneği birçok kimsenin aklından silinmiş değil, bugün yaşananlar ise ortada. O zaman bu uygulamalara hele gen teknolojisiyle girdiğiniz zaman korkunç yerlere gidilir burada.

Demek ki gen teknolojisinin, genom projesinin sonunda çok iyi gelişmeler olacağı kesin, tıp ve teknoloji açısından. Ayrıca demin de söylediğim gibi bir insanın genomunu tanımlamanın getirdiği avantajla, bu tekniklere sahip olmanın getirdiği avantajla bütün doğayı tanımlamak mümkün. Eğer insan genomunu bugün ortaya çıkarabiliyorsak, tanımlayabiliyorsak diğer canlıları da çok rahatlıkla ortaya çıkarabiliriz. Böylece yaşamın bizim için karanlık olan kısmını açıklığa kavuşturabiliriz. Doğadan daha bir çok yarar sağlayabilecek yollara gidebiliriz, bunlar güzel tarafları ama bu çok tehlikeli kısmını da gözardı etmememiz gerekiyor.

O.B.- Bu genom projesinin tamamlanması durumunda, insanın deşifre edilen bütün özelliklerinin Dünya'da yaygın laboratuvarlarda çalışan bilim adamlarının eline geçmesi durumunda neler olabilir? Bu olayın tartışması sürüyor; etik ve hukuksal problemlere değinebilir misiniz?

A.T.- Bu problemlerin bir kısmı çıkmış durumda zaten, dediğim gibi moleküler genetikçiler çok güçlü. Bir çok yeni yöntemle biz iyisini yaparız diyorlar ve bunu da gösterebiliyorlar. Mesela eskiden babalık durumunun belirlenmesi için bir sürü uzun yöntem vardı, tam kesin bir sonuç da söylenemiyordu. Şimdi ise diyelim bir cinayet işleniyor ufak bir kan lekesi var, o kan lekesinden hücreler alınıyor ve analiz sonucunda şüphe edilen kişinin gerçek suçlu olup olmadığı büyük bir kesinlikle söylenebiliyor. Babalık için de aynı şey.

Fakat bu yöntemlerle alınan sonuçların mahkemede delil olarak kabul edilip edilmemesi uzun zaman tartışma konusuydu. Savcılar diyor ki "Ne kadar kesin tanı koyabileceğinizi bilmemiz lazım. Yani bu yanılma payı milyonda bir mi, yoksa % 30 mu" gibi. Artık gittikçe gelişen yöntemlerle % 100 kesin belirleme olasılıkları var.

Fakat bunları yapacak kişilerin biraz denetlenmesi gerekebilir. Biz tabii bilim adamlarına pek toz kondurmak istemiyoruz, onlar hep en iyisini yapar, bilir dememize rağmen bazen bilimsel etike aykırı durumlar görülüyor, mesela kalıtımsal hastalıklarla ilgili ola-

rak bazı kişiler analizleri tam yapmıyorlar, ya da bazı kişiler şirket kuruyorlar. Şirketler çok el atıyorlar bu işlere, işletenin bilim adamı olması gerekli değil, tekniği öğreniyor ve diyor ki "Hamile kaldığınızda biz size şu hastalıkla ilgili iyi bir sonuç verebileceğiz". Mesela Fransa'da böyle bir durum oldu bir kaç yıl önce, bir kaç şirket bunu yapmak istedi ama izin alamadılar. Tabii çok para kazanılabilir.Sözü geçen hastalık Duchenne tipi kas erimesidir. 3000 erkek çocuktan bir tanesinde görülüyor, yani oldukça sık. Fransız kurumları "bu şekilde yapılmaz" dediler ve devlet de onları dinledi, yaptırmıyor şimdi.

Türkiye için böyle bir şey yok, ne normlar belirlenmiş, ne de bir komisyon var. İsteyen kişiler istediklerini yapabiliyorlar.

İkinci bir konu da genler analiz edildiğinde kişilerin rızası olup olmayacağı. Bu önce Huntington hastalığı için sözkonusu oldu, hastalığın hâlâ geni bilinmiyor (Bu konuşmadan birkaç ay sonra gen bulundu. Yayıncının notu) 10 yıl önce yeri belirlenmişti. Bu hastalığın kalıtımının diğer hastalıklardan farklı yönü şu; Anne ya da babadan tek gen alınsa bile hastalık ortaya çıkıyor. Diğer hastalıkların çoğunluğunda geni hem anneden hem babadan almak gerekir hasta olmak için. Bu hastalık biraz değişik bir hastalık, daha geç yaşta ortaya çıkıyor ve ortaya çıktığı zaman da hasta, çocuk sahibi olmuş oluyor, yani hastalığı çocuklara geçirmiş oluyor. Hastalığı taşıyan bir aileden bir kişiyle evlenen bir kadın demişti ki "ben hamileyim çocuğum da hasta olacak mı bilmek istiyorum." Fakat baba çocuğun hasta olup olmayacağını bilmek istemedi çünkü çocuğa bakmak için önce babaya bakılması gerekir, babanın genlerinin analiz edilmesi gerekir. Eğer çocuk hasta ise belli ki baba hastadır baba itiraz etti. Çünkü hastalığa karşı yapacak hiçbir şey yok ve hastalığın her an çıkabileceği kabusu ile yaşamak zorunda kalacak. Şimdi analizler için kişinin rızasının olmasını istiyorlar, yani siz doktor da olsanız, ailenin bir ferdi de olsanız, araştırma yapamıyorsunuz hastanın haberi olmadan.

O.B.- İnsan üzerindeki tedavi amaçlı deneyleri biyoetik açıdan yorumlar mısınız?

A.T.- Mesela doku naklinde ilk deneyler dokunun tutmayacağı bilinerek yapılıyordu. Bunun çaresi pek yok, tabii daha önce hayvanlarda yapılabilir, köpekte, kedide yapılabilir fakat bir aşamada insanlarda yapılması lazım. ilk deneyler maalesef deneme aşamasındadır. Tabii ne derece "deneme aşamasında" olduğu önemli, biraz önce sözünü ettiğim hemoglobin geniyle ilgili olduğu gibi, deneme ilk aşamalarda olabilir, % 99 olasılıkla tutmayacağı

beklenebilir, ya da % 90 m üzerinde tutacak gibi düşünülebilir. Bu olasılıklar göz önüne alınarak bir bilimsel komitenin karar vermesi lazım.

Yeni ilaçların denenmesi de aym şekilde. Bildiğiniz gibi en iyi örnek AİDS'dir, AİDS'de bir çok ilaç adayı ortaya çıktı. Bu ilaçlar nasıl denenecek? İlaçların çoğu denenemiyor, çünkü ilaçların hastada denenme aşamasına gelinmesi Amerika'da 10 yıla yakın bir süre gerektiriyor. Bir çok testten, deneyden geçmesi lazım, ancak ondan sonra piyasaya sürülebiliyor. Fakat hastalar da diyor ki "Zaten 10 yıl yaşamayacağım, sağlık benim değil mi, hayat benim değil mi, para benim değil mi, denemek istiyorum" Ulusal Sağlık Örgütü bir adım geri attı ve birtakım ilaçların doktor denetiminde denenebilmesine izin verdi. Zaten başka çaresi yoktu ilacın denenmesi için.

Bir çok hastalıkta örneğin insülün yapamayan şeker hastası olan hayvanlar üzerinde yapılır deneyler ama AİDS hastalığı için hayvan modeli maalesef yok, maymunlar enfekte olabiliyor ama aym şekilde AİDS olmadıkları için ilaçların onlar üzerinde denenmesinin anlamı yok. Bu gibi deneylerin insanda yapılması zorunlu, çünkü ancak o şekilde bileceğiz doku nakli ya da ilaç kullanımı nasıl sonuç verecek? kötü olabilir, anlamsız olabilir, değersiz olabilir.

O.B.- Daha büyük ve önemli bir tartışma da evrim konusunda. Yüzbinlerce, milyonlarca yıl içinde insanın geliştirdiği genetik özellikler müdahelelerle değiştirebiliyor. Bütün bu çalışmalar evrime ne derece müdahele sayılabiliyor Nazlı Hanım? İnsan evrimin sürecini değiştirme olanağına sahip mi? O noktada mıyız?

N.B.- Ben müsaade ederseniz biraz geniş kapsamlı başlıyayım ve aym zamanda toparlamaya çalışayım. Hugo projesi biraz evvel de oldukça iyi bir şekilde vurgulandığı gibi çok büyük bir proje ve muazzam rakamlarla destekleniyor yani 3 milyar yapı taşından oluşan DNA'nın okunmasına 3 milyar dolar, yapı taşı başına 1 dolar veriliyor. HUGO projesi 1940'larda atom bombasını yapan Manhattan projesi ile 1960'larda aya gitmeyi sağlayan Apollo projesi ile karşılaştırılıyor. Kapsam ve büyüklük bakımından onlar kadar önemli oldu. Dünyayı değiştirme bakımından belki onlardan da büyük neticelere yol açacağı düşünülüyor. Ve ben birkaç tane bilim adamının bu proje ile görüşlerini vermek istiyorum işin felsefesine geçmeden önce.

Buna karşı olan bilim adamları yok değil var, mesela çok önemli ERWİN CHARGOFF DNA'nın yapısının bulunmasında çok önemli rol oynayan bilim adamlarından biri. Hugo projesini "ahlaki bir çevre kirliliği" daha da ileri giderek "moleküler bir auschwitz"

olarak nitelendiriyor. Çok tanınmış bir genetikçi olan Ayala ise diyor ki "Son derece lüzumsuz bir proje 2004 yılında bittiği zaman hiç bir işe yaramayacak, çünkü gen haritalaması Amerika kıtasının çok detaylı bir yol haritasını çizmeye benziyor, bütün genlerin kromozomlar üzerindeki lokalizasyonlarını bulmak ve bu genlerin yapılarını tek tek belirlemek. Bu Amerika'nın yol haritasını çizdikten sonra acaba trafik kazaları nasıl oluyor diye bir soru sormaya benziyor" diyor. "çok daha önemli birçok proje bir kenara bırakılıyor, bu proje desteklenecek diye ve sonunda istediği amaca ulaşamayacak" görüşünü ileri sürüyor.

Buna karşılık tabii projenin başında olan JİM WATSON" maksat 3 milyar bazı okumak değil, bunları okuduktan sonra insanın hayat kalitesini düzeltmek, yaşamı daha iyi bir hale getirmek gibi çok önemli bir misyonumuz var" diyor. Her zaman oldukça kibirli olmasıyla tanınan Crick Partneri ise "Artık ev kadınları bile gen teknolojisini kritik edip karışacaklarsa sonumuz ne olacak" gibi bir itirazda bulunuyor. Yani işe çok boyutlu bakmak gerekli.

O.B.- İnsanın kendini yenilemesi mümkün mü, eskiyen organların yenilenmesi sözkonusu olabilecek mi, HUGO projesi tamamlanınca?

A.T.- İnsanda şu anda öyle birşey yok. Biliyorsunuz sadece karaciğerimizin yarısı alınırsa öbür yarısı tamamlanabiliyor. Fakat bu ilginçtir, mesela kuşlarda beyin hücreleri yenilenebiliyor. Bunun sırrı nedir?, biz bu sırrı öğrenebilirsek aynı şekilde insan genlerine bunu yaptırmamız mümkün olabilir. Çünkü sanıyorum insan dokuları bu yeteneklerini zamanla kaybetmiş. Aym şekilde mesela insanla ilgili değil ama insana uygulanabilecek özellikler var, ayıların kış uykusuna yatması gibi. Biliyorsunuz onlar idrar üretmiyorlar ama bir şekilde kan temizleniyor. Şimdi bu konuda bir araştırma var, eğer biz bu sırrı çözebilirsek böbreksiz insanlar da rahat yaşayabilecek. Belki tek bir enjeksiyonla, bir kimyasal malzeme ya da enzimle.

N.B.- Ben de Aslı Hanım'a bir ekleme yapmak istiyorum. Orhan Bey'e de cevap olarak. Bence 2004 senesinde biz işin başında gibi olacağız yeniden ve haydi şimdi başlayalım, kol kesildiği zaman tekrar çıkacak mı diye düşüneceğiz gibi geliyor. Bu üç milyar baz yerli yerine oturduktan sonra da, insan bu üç milyar bazın toplamından çok daha fazla. Dolayısıyla bir çok şey, özellikle de Süpermen'e doğru gidiş o kadar kolay olmayacak, diye düşünüyorum.

O.B.- Demek ki kendimizi parça parça, bölüm bölüm yenile-

memize çok yıllar var diyorsunuz. Ben konuyu tartışmaya açıyorum.

İZLEYİCİ.- Benim bir kaç noktada anlamadığım şeyler var onların izahını rica edeceğim. Söze başlarken Beyazıt Bey dedi ki kromozomlardaki ya da genlerdeki ırsi hastalığın taşınması nesilden nesile geçiyor, bu bir A.B.C. okuma hatası dedi, bu okuma hatasını kim yaptı, nasıl yaptı bilmiyoruz, herhalde bu genlere sahip olan bir canlı isteyerek yapmamıştır. Fakat bu bir arıza sabit olarak içeri girdikten sonra tabiatıyla nesilden nesile devam ediyor. Bu hastalık nakli bizim eski insanlarımızm bir kanaatine göre 7 cedde kadar deniyor, acaba 7 cedden sonra bu kendi kendine imha mı ediyor bu arıza yok mu oluyor. Ve yedi ced yani 7 nesil denilince, bu yedi nesile kadar 6 nesilde görülmeyebiliyor bu hastalık 7. nesilde görülebiliyor, acaba bu doğru mu? Bu genler herhalde evvelden sağlamdı bozuluş sebebi kendi doğuşlarından mı, tohumlamadan sonra mı bozukluğa uğruyor? Ayrıca bu gen bozukluğu iyi, olumlu yönde olamaz mı?

O.B.- Ash Hamm, biraz çevresel faktörler gündeme geldi, bu konuda ne dersiniz?

A.T.- Evet çevrenin etkileri olabiliyor. Bir kere hem yediğimiz maddeler hem de evrenden gelen birtakım radyasyonlar gibi dış etkenler olsun birçok faktör, insanlarda mutasyonlara neden olabiliyor. Bir de DNA'nm kendi (yani genler) çoğalırken hata olabiliyor. Böyle mutasyonlarm çok nadir olmasına rağmen bazen bizim iyi genlerimize rastlayabiliyor. Dediğiniz gen bozuklukları, yeni mutasyonlar oluşabiliyor. Bazı hastalıklara neden olan mutasyonlarda bu sık görülüyor fakat mutasyonların çoğu anne babadan gelme. Bu yedi ced deyimi tabii kesinlikle bilimsel değil öyle derlermiş ama binlerce yıl çıkabiliyor. Diğer taraftan iyi bir mutasyon olabilir mi, bu evrim sürecinde?. Evrimin temelidir bu mutasyonlar. Evrimde arada bir (milyarda bir ya da yüz milyarda bir olasılıkla) iyi gen oluşabiliyor ve bu nedenle doğa şartlarında seçilebiliyor canlılar.

İZLEYİCİ.- Prof. Metin Bara: Ben Nazlı Hamma bir şey soracağım Watson'un bu davranışı ile ilgili. Amerikan kongresine diyor ki 3 Milyar Doları paylaşalım öbürleriyle, o zaman verileri veririz onlara, "Haklı olarak Watson'un bu pragmatizmi" dediniz, bunu Watson mu söyledi, siz mi söylediniz, haklılık üzerinde çok duruyorum, bence hiç haklı değil. Çünkü eğer Avrupa'dan ve Japonya'dan bu paranın bir kısmım alsa o zaman bu ülkeler iyiliği paylaşacak. Pekâla Türkiye ortada diyelim. Somali'de Hindistan'da Sudan'daki insanlar gene bu iyilikleri, yani HUGO projesinden gele-

cek olan iyilikleri paylaşamayacaklar. Haklılık başlangıçta varsa geriye gidecek, bana kalırsa bu büyük bir haksızlık olacak çünkü ancak Amerikan firmaları cepleri doldurduktan sonra, kâr ettikten sonra yansımaya başlayacak iyilikler, öyle mi demek istedi, Amerikan kongresine Watson.

N.B.- Ben Watson haklı demek istemedim Fakat işin ekonomik yönünün, özellikle bu projede oldukça ağır basabileceğini vurgulamak istedim Watson örneği ile.

İZLEYİCİ.- Prof. Metin Bara: Bu galiba temel bilimler için ilk defa olan bir davranış gibi geliyor bana. Temel bilimin özünde paylaşma vardır.

N.B.- Aslında söylediğiniz çok doğru ama gene de kanımca gerçekleri tam olarak aksettirmiyor. Özellikle gen teknolojisi ve moleküler biyolojide temel bilimler ile uygulama alanı arasında o kadar az bir mesafe var ki, uygulamanın getireceği avantajlar gözardı edilemez hale geliyor. Ve yatırımı yapan bundan ilk faydayı görüyor.

İZLEYİCİ.- İsmim Serdar Aytöre. Bu gen teknolojisinin gelişmesi, günümüzde kullanılan tedavi tekniklerine göre daha ekonomik sonuçlar yaratabilir mi? Yani bu gen haritasının çıkarılması günümüzdeki tedavi tekniklerine oranla daha ekonomik sonuçlar yaratabilir mi onu öğrenmek istiyordum.

A.T.- Kalıtımsal hastalıkların tümünün tedavisinin olup olmayacağı belli değil zaten. Fakat gelişen yöntemler hiç değilse bazılarında tedaviyi mümkün kılabilecek. Diyelim ki ilik nakli, bunu neden yapabiliyoruz? Çünkü biliyoruz ki genin etkilediği hücreler belli bir dokuda ve doku değişebilir doku. Böyle olduğu zaman tedavi mümkün olabiliyor. Fakat dediğiniz gibi eğer genin işlevi bilinirse onun yerini tutabilecek bir şey belki yapılabilir. Mesela şeker hastalığında insülin geni olduğu için, olduğunu bildiğimiz için insülin hormonu üretilebiliyor. İnsan hormonu bakteride üretiliyor,ve tabii çok daha ekonomik. Yani hayvandan almak yerine bakteride üretmek çok daha ekonomik. İnsülin için söylemiyorum ama başka bir gen bozukluğu için tamamen onun yerini tutabilecek bir şeyin sentetik olarak yapılabilmesi mümkün olabilir ileride. Bu yüzden dediğiniz gibi hem daha ekonomik olabilir, hem de mümkün olabilir. Ama hiç olmayabilir de, yani genine ve hastalığına bağlı.

İZLEYİCİ.- Peki sentetik bir insan yapılabilir mi?

A.T.- O mümkün değil tabii, insanlarla pek oynanamıyor, evrim sürecinde insanlar belli ölçülere, standartlara gelmiş. Kalb ya-

pımız belli, normal boyumuz, kilomuz belli zamanlar içinde. Biliyorsunuz bunun dışına çıkıldığında mesela çok uzun boylu insanlar için, hayat uzun olamayacağı söyleniyor. Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerden örnek verirsek sığırla domuzu birleştirerek bir karma hayvan ortaya çıkardılar, sığır gibi yağı az olsun ama çabuk büyüsün domuz gibi diye. Bu mümkün oluyor fakat hayvan romatizmalı, gözü görmüyor ortaya ucube bir şey çıkiyor, çünkü evrim sürecinde uyum sağlanamamış. Onun için büyük ölçülerde insan genetiğiyle oynamak zor, Yeniden yaratılması ise imkansız.

İZLEYİCİ.- Kromozom hücreleri laboratuvar koşullarında üretilebilir mi?

A.T.- Hücrede kromozomlar var ve bir çok gen var (100.000 kadar) tüp bebek yaparlarken de iki hücreyle başlıyorlar.

İZLEYİCİ.- Hayır onu kastetmedim, yani hiç bir cinsel birleşme olmadan laboratuvarda bir insan yaratılabilir mi?

A.T.- Ama o zaman yeniden genleri bir araya getirmek lazım ki o mümkün değil.

N.B.- Yani 3 milyar bazlık DNA'yı sentezlemek mümkün ama insan olmuyor.

İZLEYİCİ.- Etik konuşurken hep süper insan yaratmaktan bahsedildi, bir de bunun tersi olabilir. Diyelim ki nöronlar çözüldü, nasıl çalıştıkları, bütün sistem anlaşıldı. İnsanların belki nasıl düşündükleri ortaya çıktı, beyin fonksiyonları tamamen çözüldü, uzaktan telsiz bağlantılarla insanların düşüncelerini bile okuyabilirsiniz belki, üstelik sadece süper insan yaratmak değil, bunun tam tersi müdaheleler de olabilir. Yani belli komutlar altında belli şeyleri iyi yapan ama fazla düşünce üretemeyen, belli fonksiyonları yerine getiremeyen bir yaratık da çıkartılabilir. Bütün bunlar iyi niyete mi teslim edilecek, bilim adamlarının iyi niyet ve sorumluluğuna mı güveneceğiz sadece?

O.B.- Yani siyasi otorite kendi amaçları için fazla düşünemeyen ama istediği gibi kullanabileceği insanlar yaratabilir mi?

B.Ç.- Oldukça zorlama olacak ama, bir teknolojiyi her halukârda iyiye veya kötüye kullanmak mümkün. Demin ben endişelerimi dile getirirken bu olayın akışı içersinde mutlaka böyle şeyler, bu adamlar çıkacaktır demedim. Prenetal tam ve prenplantasyon tanının tehlikeleri üzerinde durdum. Yani bir olaya bakarken bir tek hastalık özelinde, bir gene bakarken ve o gen doğrultusunda karara varırken belki de çok büyük bir cevheri de gözardı etmiş olabiliyoruz. Şu andaki endişem benim oydu. Ama böyle süper insan geliştirmek falan.

Nükleer teknolojinin iyiye kullanıldığı yerler var, kötüye kullanıldığı yerler var, bütün teknolojilerde böyle. Kuşkusuz gen teknolojisinde de böyle uygulamalar olabilir. Bugün hepimiz biliyoruz: Biyolojik silahlar var, biyolojik silah nedir? Örneğin her türlü antibiyotiğe dirençli bakteriler: Bunlar geçmişte kullanıldı, kullanılacaktır da. Yani teknolojinin iyiye veya kötüye kullanımı her zaman mevcut ama ne zaman ve kimler tarafından, bunu söylemek çok güç.

İZLEYİCİ.- Bir Doktor Frankeştayn çıkabilir.

İZLEYİCİ.- İnsanların genetik kimlik kartının çıkartılması insanlar için ne kadar yarar veya zarar getirecektir. Sonuçta bir işe baş vurduğunuzda şu anda kaç dil bilip bilmediğiniz, bilgisayar bilip bilmediğiniz sorulurken o zaman da kalkıp şizofren geniniz var mı, alkol bağımlılığı geniniz var mı veya itaatkar mısınız, çalışkan mısınız gibi özellikler aranabilir. Dil öğrenebilirsiniz o kadar önemli değil, insanın çabasına kalmış birşey, insanın kendini geliştirmesi mümkün fakat doğuştan gelen birtakım özelliklerin değiştirilmesi çok zor. O zaman insanlar çalışıp çabalayıp aman şu şizofren genimi yok edeyim, kendime de şunu taktırayım mı olacaklar. Olay buraya kadar gidebilir mi, biraz abartılı ama açıkçası neden olmasın diye düşünüyorum. İyi tarafını da düşünürsek bir 15-20 yıl sonra belki de çocuk sahibi olurken mavi gözlü, sarışın, uzun boylu olsun gibi tercihleri yapabiliriz, bu da iyi tarafı ama bunu kim kontrol edecek, açıkçası ben onu merak ediyorum. İnsanları kim koruyacak bunlardan çok önemli.

B.Ç.- Ben önce şunu sormak istiyorum, iyi tarafı dediğiniz gerçekten iyi mi, yani ısmarlama çocuk olması iyi mi? Hayatta hiç mi sürpiz olmayacak?

İZLEYİCİ.- Oraya da kayabilir olay. Ben mükemmel insan değilim, yani onu istemiyorum zaten bence çok aptalca bir şey insanın mükemmel olması; gerekmez ki, yani insan hatalarıyla her şeyiyle insandır. Hepimiz aynı hepimiz mükemmel olsak o zaman bu kadar çok insan olmasına ne gerek var, çeşitlilik, hayat her şey tek düze olur.

B.Ç.- Aynı şekilde düşünüyorum.

A.T.- Zaten siz isteseniz de genleriniz değişmez. Tren kaçmış çünkü, bu iş yapılacaksa yumurta hücresi aşamasında yapılması lazım. Genetik maniplasyonu insan kendine yapamayacak, ancak çocuklarıyla ilgili.

N.B.- Madalyonun iki yüzü var, optimist olarak bakmak pesimist olarak bakmak. Pesimist olarak bakarsanız "hay Allah genle-

rim dolayısıyla bu işe alınamıyacağım" diyorsunuz. Optimist gözüyle bakarsanız özellikle kimya endüstrisinde, insanların bazılarının benzene karşı dayanıklılıkları yok. Bunu bilen kimse o tür kimya endüstrisine girmeyecek. Yani genleri bilmenin faydası da var zararı da var, madalyonun tam manasıyla iki yüzü var.

Bunu kim denetleyecek ona karar vermek zor şu anda, çünkü genetik o kadar büyük bir hızla ilerliyor ki işin insani yönü ona yetişemiyor. Burada benim bildiğim kadarıyla bir kısıtlama konmuş, yani ilk on senede 2000 senesine kadar genetik haritaya bakarak insanı işe alıp almamak yasaklanmıştır Amerika'da.

İZLEYİCİ.- Bütün sorularda kimdir sorumlu, kime danışılacak dendi ama bilim adamının sorumluluğundan hiç söz edilmedi, herhalde bunu denetleyecek kişiler bilim adamları, bilim adamlarının sorumluluğu diye bir olay da var.

B.Ç.- Zannediyorum demin verdiğim cevapla bu bütünleşen bir cevap olacak. Bir teknolojiyi iyiye veya kötüye kullanmak mümkün kişilerin elinde, ama bunu yönlendirecek olan politik erktir orada. Bugün belki bir çok nükleer silahı bilim adamları yapmak istemedi, süngü zoruyla yapan bilim adamları da var bazı şeyleri. Bunları sadece bilim adamlarının sorumluluğuna yüklememek gerekir. Ama temel bilimsel bir araştırmadır. İnsan genomunun ortaya çıkarılması ve tamamiyle insani, insani taraflara yönelik bir araştırma. Sonunda bir sonuç çıkacak bunun şu veya bu şekilde uygulanması sözkonusu, o zaman ortaya çıkaran kişinin sorumluluğu ne olabilir çünkü niyeti belli. Tıbbi yararlar sağlanabilir ama çok farklı bir şekilde de kullanılabilir.

Demin söylediğim gibi teknoloji. Acaba Open heimer midir atom bombasının tek sorumlusu, bu farklı bir şey.

A.T.- Aslında bunlar hep tartışılan konular, Amerika'da sizin sorduğunuz konu çok tartışıldı, bilhassa sigorta şirketleriyle ilgili, işe alınmakla ilgili. Hem politikacılar hem halk tartışır bunu. Sonunda bir karara varıldı: herkes istediği analizi yaptırsın fakat sonuçlar kimsenin eline verilmesin kişiden başka kimse bilmesin, yani gizli tutulsun. Aslında araştırmaların hepsinde kişinin gizliliği korunur. Mesela bir dergide yayın yapılırken isimler Hasta 1, Hasta 2, Hasta 3'tür. Yani genelde bu bilgilerin ifşa edilmemesine çalışılır. Bu yüzden de sorumluluk herkesindir. Amerika'nın en iyi ünivesitelerinden bazılarının BOSTON kentinde ilk yıllarda durdurdular gen mühendisliği çahşmalarım, halk dedi ki "biz istemiyoruz", oylama yapıldı istemediler. Daha sonra birtakım kurallar, yollar ve yöntemler geliştirdiler. Mesela bakteri kromozomuna belli bir gen

takıyorsunuz ve o bakteri laboratuvar dışında yaşayamıyor; bu yüzden hiç bir tehlikesi yok. Laboratuvardan kaçtığını düşünün, yaşayamayacağı için tehlikesi yok. halk bilinçli olduğu zaman sorunlar çözülebiliyor.

O.B.- Bütün genom haritası çözülmüş bir canlı var mı elimizde?

A.T.- Tabii, küçük genomlu virüsler ve bakterilerin oldukça fazlasınınki çözüldü ve bütün genleri biliniyor aşağı yukarı.

O.B.- Peki bu durum karşısında, deşifre edilmiş insana ne yapabileceğinizi, tahmin etmek biraz mümkün olabilir herhalde.

A.T.- Olur aslında, şu var; hayvanlarda yapılan deneylerin bir çoğu teknik olarak insanlarda da yapılabilir. Gen nakledilen (yani yumurta hücresine gen nakledilerek değiştirilen) ilk hayvanlarda biri fare.

Fareye büyüme hormonu verildi ve normalden çok daha büyük hayvanlar elde edildi. Aslında bu deneyler biraz da korkanların endişesini haklı çıkarıyor, çünkü insanlarda da böyle şeyler yapılabilir. Bir şirkete İsviçre polis teşkilatı sormuş "bize çok uzun boylu polis yapabilir misiniz?" diye daha doğrusu "polislerimizin boyunu uzatabilir miyiz" diye. Tabii insanlarda henüz bu yapılmıyor, fakat yapılsa da, diyelim ki 2.5-3 metre boyunda insanlar yaratıldı. Dediğim gibi evrim sonucu ortaya çıkmış organizmalar değiştirildiğinde olumsuz sonuçlar ortaya çıkiyor. Bunların dolaşım sistemleri ve diğer sistemleri nasıl etkilenecek? Büyük bir ihtimalle bu kişiler ne fazla koşabilecekler, ne fazla hareket edebilecekler; ömürleri fazla olmayacak.

Hayvanlarda yapılabilen deneylerden sonra insanlara geçebiliyoruz. Mesela bir hayvanın genetik kopyasını taşıyan, yani genetik olarak tıpatıp aynı olan bir hayvan yapmak mümkün. Genetik yapısı aynı olan bir kurbağa yaratmak için, o kurbağanın deri hücresinin çekirdeğini bir yumurta hücresine koyup, o hücrenin çekirdeğini ise yoketmek yeterli. Bir ara insanlar için bunun yapıldığım söylediler, Amerika'nın en zenginininin bu işi yaptırdığını anlatan bir kitap yayımlandı. Herkes böyle bir deneyden çok korktu. Fakat o kadar korkacak bir şey yok, yumurta ikizleri zaten birbirinin aym. Ne olur ki politikada etkin bir adam aym şeyi yaptırsa? Büyük bir ihtimalle ki onun kişiliği aym olmayacak, yani çok korkulu bir şey olmayacak.

O.B.- Toplantıyı bitiriyoruz, dikkatiniz ve katılımınız için hepinize teşekkür ediyoruz.

insanlık yeni serüvenin eşiğinde "bilimin en küçükle en büyük evrende yolculuğu: sınırların ötesinde fizik"

8 Aralık 1992

YÖNETİCİ: ORHAN BURSALI

KONUŞMACILAR: ÖMÜR AKYÜZ, CİHAN SAÇLIOĞLU, GÜLEN AKTAŞ

Orhan Bursalı- Panelimize hoş geldiniz, Fizik tam uçsuz bucaksız deyimine uygun bir bilim dalı. Onun bu özelliği belki de her türlü var oluşun maddi koşullarını sorgulamasından, araştırmasından ve keşfetmeye çalışmasından ileri gelse gerek. Bakıyorsunuz bir yandan uzayda yelken açmış, evrenin başlangıcını ve sonunu araştırmakta; bir de bakıyorsunuz maddenin en küçüğünün de küçüğünü parçalama arayışları içinde.

Bugünkü toplantımız fiziğin bu mikro dünya ile makro dünya arasındaki serüvenini konu alacak.

Konuşmacılarımız, Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü Başkanı Prof.Dr. Ömür Akyüz, yine Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü Öğretim Üyeleri Prof.Dr. Cihan Saçlıoğlu ve Doç.Dr. Gülen Aktaş.

İlk konuşmayı Ömür Akyüz'den rica ediyorum, açılış yapar mısınız, fiziğin bugünü ve beklentileri üzerinde ne düşünüyorsunuz?

Ömür Akyüz- Çok önemli değil ama önce ufak bir düzeltme yapmak istiyorum. Matematik bölümümüze henüz katılan bir Azerî meslektaşım, daha önce yazıştığı kişiden farklı bir bölüm başkanıyla karşılaşınca "peki köhne başkana ne oldu?" diye sorunca; Azerice ile Türkçe arasındaki kelime kullanım farklarından biri daha ortaya çıkıyor. Evet efendim düzeltme şu: Ben "köhne" bölüm başkanıyım. Sanırım "taze" bölüm başkanımızı da yakında bu salonda başka bir konuyu sunarken dinleyeceksiniz.*

Sizlere fiziğin bugününü aslında diğer iki arkadaşım sunacaklar. Ben ise beklentileri değil, tarihte -uzak ve yakın- beklentilerin nasıl gerçekleştiğine yahut gerçekleşmediğine ilişkin birkaç örnek vereceğim.

Fiziğin geçmişinde çok ilginç sürprizler var. Birtakım beklentilerin tamamıyle tersi ortaya çıkmış; kimi durumlar hiç umulmayan sonuçlar vermiş. Bunlar arasından bana en çarpıcı gelen birkaçını değişik sınıflarda sunacağım.

* Prof. Avadis Hacınlıyan, bilgisayar konulu toplantımızın konuğu oldu.

Yanılgılar Sınıfı: Eminim bir çoğunuz lisede, katlanarak belki de ilgi duyarak fizik okudunuz. Belki hatırlarsınız; ışık tanecik midir, dalga mıdır? Bu epeyce problemli bir konu olmuş. Şimdi bile varılan çözüm ne yazık ki henüz her fizikçiyi iyice tatmin etmiş değil -bunun yakınındaki konuların belki biraz sonra sözü edilecek.- Fakat çok belirgin bir şekilde dalga özellikleri var. Bunu gerek matematiksel gerekse deneysel olarak ilk ortaya koyan THOMAS YOUNG adında, çok genç bir İngiliz bilim adamı. Üç yaşında okumayazma öğrenip beş yaşında 7-8 dil konuşmuş; Mısır hiyerogliflerini -Champollion'dan bağımsız çözmüş, 20 yaşından önce tıp doktoru olmuş ama hekimlik yapmamış; Royal Institution'da Doğa Bilimleri Profesörü yapılmış.

İşte bu kişi, 22-23 yaşlarındayken -1800 yılında- o dönemin bütün Doğa bilimlerini toparlayan bir kitap yazmış. 1500 sayfalık bu kitapta, elektrik ve manyetik olaylara ayırmış olduğu kısım yalnızca dört sayfa! Üstelik, iki olay arasında hiçbir ilişki bulunmasının beklenmediğini de özellikle yazma gereğini duymuş.

Oysa yirmi yıl geçmeden Danimarkalı HANS CHRISTIAN ÖRSTED elektrikten manyetizma doğduğunu; otuzbeş yıl kadar sonra da diğer bir İngiliz, MICHAEL FARADAY manyetizmadan elektrik doğduğunu; yetmiş yıl sonra JAMES CLERK MAXWELL (İskoç) birçok durumlarda bunların sürekli birbirlerini doğuracağını; 1905 yılında ise ALBERT EINSTEIN, bunların birtek şeyin değişik gözlem koşullarındaki görünümleri olduğunu gösterdiler. Bu bir yanılgı örneği; beklenenin olabildiğince tersinin çıktığım gösteriyor.

Biraz sonra arkadaşlarımın size örneklerini verecekleri günümüz fiziğinin temellerini oluşturan iki devrim var: Relativite (izafiyet, görelilik) ve Kuantum ilkeleri 19. yüzyıl sonlarına doğru, o zaman için belki dünyanın en iyi fizikçisi olarak gösterilen WILLIAM THOMSON (yahut Lord KELVIN- bu da çok genç yaşta yetenekleri ortaya çıkmış bir İngiliz), cidd' bir konferansta şu sözleri sarfeder: "Fizik artık bitmiştir. MAXWELL'in elektrik, manyetik ve optik olayları bir araya getiren kuramı ve diğer gelişmeler sayesinde artık öğrenecek başka birşey kalmamıştır. Bundan sonra sadece daha iyi ölçü ve hesap yapacağız. Yalnız ufukta iki küçük karabulut var; ama bunlardan da birkaç yıl içinde kurtuluruz."

Evet, KELVIN'in biraz da küçümseyerek sözünü ettiği küçük karabulutlar kısa bir süre içinde ve ağgararak bütün gökyüzünü kapladı.

Bunlardan birincisi, ışık hızının hareketle değiştiği beklentisini

vermeyen "MICHELSON MORLEY deneyi"dir. Bunun açıklamasını EINSTEIN'ın "özel görelilik kuramı" verebildi; bugün fiziği bunsuz düşünemeyiz.

Diğer kara bulut ise her cismin, sahip olduğu sıcaklığa göre yaydığı elektromanyetik enerjinin davranışıyla ilgili. Özel bir sebepten dolayı (hesap kolaylığı sağlayan bir idealleştirme) "kara cisim ışıması" denilen bir örnek, hem kısa hem de uzun dalgaboylarında sıfır enerji verirken; bunun en kapsamlı hesabı çok kısa dalgaboylarında inanılmaz derecede ve kontrol edilemeyecek biçimde sonsuza giden bir enerji ışıması öngörülüyordu. Yanlışlığı besbelli olan bu "Morötesi Felâketi"nden fiziği kurtaran, 20. yüzyılın hemen başlarında MAX PLANCK (Alman)'m ilk adımını attırdığı "Kuantum kuramı" oldu. Bugün, atomun derinliklerinden evrenin doğuşuna kadar tüm doğa olaylarını bu ilkeler olmadan (üçüncü bir karabulut ise Merkür gezegeninin yörüngesinde gözlenen kaymanın açıklanamaması olabilirdi. Bunu da, EINSTEIN'm "genel görelilik" kuramı temizledi) kavrayabilmemiz söz konusu olamaz.

Bunlar, ilginç yanılgı örnekleri; bir de sürprizler var. Bir olay üzerinde düşünürken belli bir yönde beklentiler olduğu için bir türlü varılamayan sonuçlar... Uzun yılları böylesine yatırıp uğraştıktan sonra bir rastlantıyla ufak ya da büyük bir değiştirme yapıp, aranılanlarla birdenbire karşılaşıvermek... Demin sözünü ettiğim ÖRSTED, o zamanlar "galvanik akım" denilen elektrik akımının pusula ibresini saptırabileceğine ve bunun, tel ile ibrenin paralel konumunda görüleceğine her nedense inanmış.

10 yıla yakın zamanını yatırdığı uğraşında; bir gün bir gösteri sırasında ibrenin, tele dik konumdayken saptığım görünce muradına ermiş.

Gene az önce değindiğim olayda FARADAY, yıllarca manyetizmadan elektrik doğurmak için çabaladı. Yaptığı elektromıknatısların şiddetini arttırmasına rağmen görmediği etkiyi, bir seferinde elektromıknatısı besleyen akımı açıp kapatırken gördü. Demek ki olay mıknatıslığın şiddetine değil, değişmesine bağlıydı. ("Elektromanyetik indüksiyon" denilen ve başlangıçta yalnızca akademik ilgi çeken bu olayın "ne işe yaradığını?" soran dönemin başbakanına FARADAY, "Bilemiyorum efendim, ama yakında bunları vergilendirmenin yolunu bulursunuz" cevabını vermişti. Bugün elektrik üretiminin tümü ve sayılamayacak kadar çok şeyin gerçekleşmesi bu bulgu sayesindedir.) Yani olay, kalıcı bir manyetik etkiden değil, değişen bir etkiden doğuyor ve beklentilerin azıcık ötesinde keşfediliyor.

Bir de **bulduklarına inanmayanlar var:** Kimi çok iyi fizikçiler çok çarpıcı ve devrim yaratıcı kuramlarına inanmadan öldüler. En çarpıcıları olan MAX PLANCK, ALBERT EINSTEIN ve ERWIN SCHRÖDİNGER (Avusturyalı), sırasıyla doğuşunda, gelişmesinde ve kesinleşmesinde en önemli rolleri oynadıkları kuantum kuramlarının en temel ve o derece çarpıcı özelliklerini ve ilkelerini benimseyemeyerek, sindiremeyerek hatta yadsıyarak öldüler. (PLANCK ve EINSTEIN ilk uygulamalarını yapmış; SCHRÖDİNGER ise sağlam matematiksel tutarlılığını vermişti.)

Epeyce konuştum. Bu gibi örnekleri anlatmak bana çok zevk veriyor. Pek çokları daha var ama sözü diğer arkadaşlarıma bırakmak istiyorum; ancak bir tane de trajik olaydan kısaca söz edeyim.

Avusturyalı fizikçi LUDWİG BOLTZMANN, maddenin moleküllü yapısının, ısı ve sıcaklık gibi kavramları düzenleyen termodinamiğin temelinde nasıl etkili olduğunu; hatta tamamen soyut bir kavram olan "entropi"nin ne olduğunu açıklığa kavuşturan bir kuram geliştirmişti. "İstatistik Mekanik" adı verilen ve fiziğe olasılık kavramlarını sokan bu kuramı, çağının en çok sözü geçen fizikçi ve filozofu ERNST MACH, kendi felsefi görüşleri doğrultusunda atom ve moleküllerin gerçekliğine zaten inanmadığı için, hele bu olasılıkçı kuramı neredeyse alay edecek şekilde eleştirdiğinden BOLTZMANN sinir krizi geçirerek intihar etmişti. Bugün ise mezar taşında "S=klnW: Entropi eşittir, "Boltzmann Sabiti" çarpı olasılığın logaritması" yazmaktadır.

O.B.-Cihan maddenin yapısı hakkında, boşluk hakkında neler biliyoruz, neler bilmiyoruz?

Cihan Saçlıoğlu- Bu konuşmanın ana teması, gündelik hayatta hiç üzerinde durmadan kullandığımız "maddenin elle tutulur varlığı" ve "boşluk" gibi kavramların modern fizikte ne kadar şaşırtıcı bir değişime uğradıkları olacak. Önce kaba bir özet vereyim: Fiziğin şimdilerde ulaştığı tabloya göre, katı maddenin aslında gayet boş, boşluğun da çok karmaşık bir şekilde dolu olduğu söylenebilir.

Dramatik bir örnekle başlayalım: Hayata küsen bir insan Boğaz Köprüsünden atlıyor, suya hızla çarpıyor ve çarpmanın şiddetinden ölüyor. Bu olayın temelinde adamın gövdesinin ve suyun da aynı hacmi aynı anda işgal edememelerinden kaynaklandığını düşünebiliriz.

Fakat bu iki "elle tutulur" maddenin de atom ve moleküllerden meydana geldiğini hatırlatayım ve bir atomun iç yapısına bakalım: Bir atom 10^{-10} metre, yani bir metrenin on milyarda bir çapında. Bu-

rada bir an için (aslında epey yanıltıcı olan) "güneş sistemi" benzetmesini kullanırsak, atomun neredeyse bütün kütlesini taşıyan çekirdek (yani Güneş'in benzeri) sadece 10^{-15} metre boyutlarında. Çekirdeğe göre 2000 kere daha hafif olan elektronların bulunduğu hacim ise "boş". Yani çekirdek şu masa kadarsa, ilk elektronlar İzmit'te ve arada boşluk var. Güneş sistemi ise çok daha dolu: Gene güneşi masa kadar alırsak, Dünya Galatasaray Lisesinden pek daha uzakta değil.

Peki, esas katı madde çekirdektedir diyebilir miyiz? Çekirdeğe de bakınca elektron sayısı kadar proton, sayıca biraz daha çok da yüksüz, nötron denen parçacıklardan yapılmış olduğunu görüyoruz. Bu proton ve nötronlara da daha yakından bakınca her birinin "kuark" denen üç alt parçacıktan meydana geldiğini ve bunları "gluon", yani "tutkal parçacığı" adı verilmiş başka alanların bir arada tuttuğu ortaya çıkıyor. Kısacası, o çok yoğun görünen çekirdek de büyük ölçüde boş!

Bu durumda hayaletler gibi duvarlardan süzülüp geçemememizi nasıl açıklayacağız? Açıklama aslında üç unsurdan oluşuyor: Kuantum Mekaniği'nin Belirsizlik (Uncertainty) ilkesi, Pauli'nin Dışlama (Exclusion) ilkesi ve temel etkileşmelerin özellikleri. Bunları birer birer ele alalım.

Bir kere atomlar ve daha küçük ölçeklerde, tabiatı Kuantum Mekaniği ile tasvir etmek zorundayız. Kuantum Mekaniğinin açıklanmasına burada girmeye yer yok, fakat gündelik sağduyu ile son derece şaşırtıcı şekillerde çelişen bir teori olduğunu belirtelim; bize ne kadar acaip gelse de tabiat buna göre işliyor. Bu teoride dalgalar ve parçacıklar arasındaki ayrım epeyce ortadan kalkıyor. Işık, yani fotonlar sert parçacıklar gibi, buna karşılık elektronlar ise ışık dalgaları gibi davranabiliyor. Hele birden fazla aynı türden (özdeş) parçacık bir arada ise, tuhaflıklar daha da artıyor. Meselâ, iki özdeş parçacıkla yazı-tura atsak, yazı-yazı bulma olasılığımız parçacıkların cinsine göre ya 1/3, ya da sıfır; fakat klâsik ihtimal hesabındaki 1/4 değerine asla eşit değil.

Belirsizlik ilkesi Kuantum Mekaniğinin temelinde var: Buna göre, bir parçacığın hızını ve bulunduğu yerin koordinatlarını aynı anda hatasız olarak ölçmek imkânsız. Çekirdeğine elektrostatik kuvvetlerle bağlanan bir elektrondan oluşan Hidrojen atomundaki tek elektron, bu yüzden 10^{-10} metreden daha küçük boyutlara hapsedilemiyor ve böylece bu ilke tek elektronlu en basit atoma bile bir hacim veriyor.

Elektron ve atom sayısı arttıkça, işin içine bir de Pauli Dışlama

İlkesi giriyor. Bu ise elektronların Kuantum mekaniksel anlamda özdeş parçacıklar olmalarından kaynaklanıyor ve iki elektronun aym fiziksel duruma yerleştirilemeyeceğini ifade ediyor. "Fiziksel durum" ile ne kastettiğimize fazla girmeyelim; fakat kabaca elektronların aynı hacimde bulunmaktan hoşlanmadıklarını söyleyebiliriz. Kısacası, su ve katı maddenin "doluluğunun" ve örneğimizdeki talihsiz kişinin vefatının arkasında bu iki Kuantum Mekaniksel kanun var.

Bu doluluk, maddeyi meydana getiren tek tek atomların içindeki alt parçacıkların, yani elektron ve kuarkların ölçülemeyecek kadar küçük boyutta neredeyse ideal matematiksel noktalar gibi davrandıkları gerçeğini ise değiştirmiyor.

Kaba bir benzetme yapalım. Kümes telinden iki küre meydana getirelim. Bunlarda gerçek "madde" (yani tel) yoğunluğu çok düşük olduğu halde birini öbürünün içinden geçiremeyiz.

Şimdi etkileşmeler meselesine gelelim. Aslında bu esas konumuz olan "varlık ve yokluk" ile de yakından ilgili. En nihayet birşeyin var olduğunu aslında bir etkileşmeye girerek anlıyoruz. Tabiatta gördüğümüz bütün olaylar ki bunların arasında gezegenlerin hareketleri, taşların düşmesi, ışığın üretimi ve yayılması, kimyasal reaksiyonlar, nükleer patlamalar, v.s.'yi sayabiliriz. Sadece 4 etkileşme veya kuvvetten kaynaklanıyor. Bunların özelliklerini bir tabloda özetleyebiliriz:

Etkileşim	Kütleçekimi	Zayıf	Elektromanyetik	Kuvvetli
Şiddeti	10^{-40}	10^{-6}	$\frac{1}{137}$	1
Menzili(m)	∞	10^{-17}	∞	10^{-15}
Perdeleme	yok	yok	var	var
Tipik olaylar	gezegen ve galaksi sistemlerinin bir arada tutulmaları	radyoaktif β-bozunması	kimyasal ve elektromanyetik olaylar, ışık	çekirdeğin kararlılığı, nükleer ve termonükleer enerji üretimi
kaynağı	kütle-enerji	elektronlar, nötrinolar ve kuarkların zayıf yönleri	kuark ve elektronların elektrik yükleri	kuarkların renk yükleri
taşıyıcı ara parçacık	graviton (kütlesiz)	$W^{\pm}$, Z^{o} ara bozonları (90 kere hidrojen atomu kütlesi)	ışık parçacıkları fotonlar (kütlesiz)	gluonlar (kütlesiz)

Not: Zayıf etkileşim yüksek enerjilerde elektromanyetizm kadar şiddetli olabilir. 10^{-6} değeri, nötron veya muon bozunması gibi alçak enerjili olaylar için düşünülmelidir.

O.B.- Bu kuvvetleri biraz somutlaştırır mısınız? Bu kuvvetlerle ilişkilerimiz günlük yaşamımızda nasıl?

C.S.- Şimdi tablodaki bilgileri biraz açalım. Gündelik hayatta gözlediğimiz olayların hemen hemen tamamı kütleçekimi ve elektromanyetik kuvvetlerden doğuyor. Kütleçekiminin etkisini dünyanın güneş etrafında bir yörüngeye hapis olmasında, kendi ağırlığımızda, cisimlerin düşmesinde vs. gözlüyoruz. Bunun dışındaki gördüğümüz her türlü fenomen ise elektromanyetizm kökenli: ışık, radyo dalgaları, mıknatıslık, kimya ve dolayısı ile biyokimya ve hayat, temelde elektromanyetik etkileşmelerden ibaret.

Burada kütleçekiminin elektrik kuvvetlere göre ne kadar zayıf olduğunu vurgulamalıyız: Meselâ Hidrojen atomunda protonla elektronun arasındaki elektrostatik çekim kuvveti kütleçekim kuvvetinden 10^{40} kere, yani milyar kere, milyar kere, milyar kere, milyar kere, onbin defa daha fazla. Buna rağmen, kütle (ve enerji: meşhur $E=mc^2$'yi hatırlayalım) birbirini sadece çektiği için, büyük (dünya gibi) kütleler toplanınca kuvvetler de büyük olabiliyor. Buna karşılık, elektrik kuvvetlerde iki cins yük (artı ve eksi) ve hem itme, hem çekme var. Atom gibi küçük bir hacimde iki ters yük bir arada oldukları için bunların dışarıya net etkilerinde itme ve çekme birbirlerini perdeliyorlar ve şimşek gibi birkaç tabii olay dışında elektrik etkileşmeleri çıplak olarak pek gözleyemiyoruz. Çekirdeği bir arada tutan kuvvetli etkileşmeler ve zayıf etkileşmeler ise atom boyutlarından bile $10^5 - 10^7$ kadar küçük uzaklıklarda cereyan ettiğinden bunları ancak özel laboratuar deneylerinde inceleyebiliyoruz. Fakat hayatımız için vazgeçilemez olan güneş enerjisinin ortaya çıkmasında iki etkileşim de rol oynuyor.

Şimdi, iki parçacık arasında nasıl bir etkileşim olabileceği ikisinin taşıdığı yüklere bağlı. Çok zayıf da olsa, kütleçekimi olacağı muhakkak, zira en azından kütleleri veya enerjileri yoksa bu parçacıklar zaten yok! Fakat ikisinin de elektrik yükü yoksa elektromanyetik kuvveti, zayıf yükleri yoksa zayıf kuvveti, kuvvetli yük yoksa nükleer kuvveti hissedemeyecekler. Meselâ nötrinolar denen parçacıklar sadece kütleçekimi ve zayıf kuvveti duyabiliyorlar. Bu yüzden de herhangi bir başka parçacıkla (kütle çekimini ihmal edersek) etkileşme olasılıkları çok düşük. Bütün güneş sistemini su ile doldurursak, bir nötrinonun bu hacimde bir defa etkileşme yapması olasılığı binde birden az. Gerçekten de biz burada otururken Avustralya'dan dünyaya giren birçok nötrino bütün dünyayı, binaları ve bizi şeffaf olarak görüp içimizden geçerek yollarına devam ediyorlar! Bu da normal "yoğun maddenin" ne kadar boş olduğu-

nun bir başka kanıtı olarak düşünülebilinir. Kümes telinden yapılmış toplar benzetmemize geri dönersek, toplar birbirlerinin içinden geçemeseler de, bir kum tanesi hepsinin içinden (nötrinolar gibi) rahatlıkla geçebilir.

O.B.- Azamî bir yoğunluğu ya da nihaî bir asgari hacim veya mesafe yok mu?

C.S.- Bu sorunun kesin cevabı fizikte tam verilmiş değil, fakat bilinenler böyle bir uzunluğun 10^{-35} metre, yani neredeyse atomun yarı çapının milyar kere milyar kere milyarda biri civarında sözkonusu olabileceğine işaret ediyor. Böyle yoğunluklarda, en zayıf kuvvet olan kütle çekiminin diğerlerine baskın geldiği de (bütün detaylar anlaşılmasa da) kesin görünüyor. Güneşten daha ağır bazı yıldızların süpernova patlamaları sonucunda çaplarını yüzbinlerce defa küçülterek 10-20 km'lik (Taksim-Etiler arası!) nötron yıldızlarına dönüştükleri biliniyor; bu çökme durmazsa neticede bir Karadelik elde ediliyor. Böyle bir Karadelikte ise daha da küçük (5-10 km'lik) bir "olay ufku" denen bir kritik mesafe ortaya çıkmasına rağmen, klâsik genel izafiyet teorisine göre aslında bütün "madde yoğunluğu" (daha teknik deyimi ile, tekillik) merkezdeki noktada toplanıyor. Kuantum teorisi de işe sokulursa, bunun tam ideal matematiksel bir nokta olmayıp, 10^{-35} metre boyutlarında bir "genişliği" olması mümkün görünüyor.

Gerçek yoğun maddeyi bulmak için başladığımız araştırma bu maddenin bir Karadeliğin merkezine saklanarak takipten kurtulması ile son buldu.

O.B.- Boşluk kavramı hakkında modern fiziğin bugün ulaştığı görüşler nelerdir?

C.S.- Boşluk hakkında Antik çağ filozoflarından beri ortaya atılan birçok fikiri -enteresan olmalarına rağmen- bir tarafa bırakıp, Newton'la başlayalım. Newton'un fiziğinde katı madde ve içinde hareket ettiği basit boşluk var. İkiyüz yıl sonra, Maxwelli elektromanyetik dalgaların varlığını göstermesi ile, bu dalganın içinde yayılacağı bir ortama ihtiyaç duyuldu ve buna "esir" (aether) dendi. Meşhur Michelson-Morley deneyi bu esire göre mutlak hızın ölçülemediğini gösterince ve Einstein da 1905'de bu deneyi Özel İzafiyet teorisi çerçevesinde açıklayınca, esir kavramı gene basit boşluk lehine terk edildi.

Boşluk, 1928'de Dirac'ın elektron teorisini ortaya koyması ile yeniden dolmaya başladı. Bu teoride kaçınılmaz şekilde negatif enerjide elektronlar ortaya çıkıyordu. Bunlardan kurtulmak mümkün olmayınca, Dirac Pauli'nin Dışlama ilkesini kullanarak aslında

bütün negatif enerji seviyelerinin elektronlarla dolu olduğunu, bu seviyeler dolduktan sonra geriye artan elektronların gördüğümüz elektronlar olduğunu ileri sürdü. Böylece boşluk dediğimiz, aslında negatif enerjili elektronlarla dolu bir ortam haline geliyordu. Buradaki bir elektrona yeteri kadar enerji aktarılırsa, normal bir elektron olarak ortaya çıkıyor, geriye bıraktığı "delik" ise içinde bulunduğu negatif enerji ve yük ortamında pozitif enerjili ve yüklü bir anti-elektron gibi davranıyordu. Böylece değişen boşluk anlayışı ile beraber ortaya antimadde kavramı da atılmış oluyordu. Antimaddenin varlığı artık deneylerle tamamen kanıtlanmış durumda. Boşluk da gerçekten 10^{-13} metreden kısa mesafelere de incelendiğinde yaratılıp yok olan kısa ömürlü elektron-antielektron çiftleri de kaymyor.

1965-1972 yılları arasında ortaya konulan başka bir teori ise farklı bir anlamda esir fikrini geri getirdi denebilir. Önce, alanlar teorisinde boşluk denince, sadece zamandan ve uzaydan bağımsız ve en düşük enerjili fiziksel durum anlaşıldığını belirtelim. Bu anlamda bir alan teorisinin sonsuz tane farklı boşluğu olabiliyor. Şimdi buna somut bir örnek verelim. Uzayda her noktada sabit yoğunlukla yerleştirilmiş küçük çubuk mıknatıslar bulunsun. Bu sistemin en düşük enerjili durumu bütün bu mıknatısların paralel hal almaları ve hepsinin kuzey kutuplarının aynı yönde olmaları ile elde ediliyor. Bu yukarıdaki teknik anlamda sistemimizin "boşluğunu" oluşturuyor, zira bir tek mıknatısın bile yönünün değişmesi sistemin enerjisini arttırıyor. Fakat böyle sonsuz tane boşluk olduğu meydanda, çünkü mıknatıslar uzayda herhangi bir yön boyunca paralel olarak dizilebilirlerdi.

Peki, bunlardan hangisi "bizim boşluk" ve bu boşluk diğerleri arasından nasıl seçiliyor? Aslında tesadüfi olarak seçilen herhangi bir boşluk gerçek boşluk haline geliyor. Bu mekanizmanın fizikte adı "Kendiliğinden Simetri Bozulması". Sistemde bulunan foton gibi bazı kütlesiz ara parçacıklar ise bu mekanizma ile kütleli parçacıklar haline geliyor. Bu fikirlerin spekülasyon değil, süperiletkenlikten zayıf etkileşmelere kadar birçok fizik probleminde deneyle kamtlanmış geçerli teoriler olduğunu vurgulamakta belki yarar var.

Boşluğun karmaşıklığı hakkında modern fizik teorilerinde söylenecek daha çok şey var ama, belki bu kadarı bile bir fikir vermek için yeterli. Bu karmaşık yapının farkında olmayışımızı 16. yüzyıl Divan şairi Hayali'nin şu mısralarından daha iyi ifade etmemiz zor:

Cihanârâ cihan içindedir ârâyı bilmezler.
O mahîler ki derya içredir deryayı bilmezler.

O.B.- Cihan'ın anlattıklarından fizikçilerin maddeyi durmadan parçaladıklarını gördük. Tabii bu süreçten elde edilen bir sürü fizik bilgileri; temel bilgiler teknolojiye dönüştürülüyor. Fiziğin bu konudaki bilgileri derinleştikçe maddeyi daha küçük parçacıklara ayırdıkça labaratuvarda elimizdeki cihazların da küçüldüğünü görüyoruz. Bugün aldığımızın iki gün sonra daha küçüğünü piyasada görüp bu da nerden çıktı diyoruz.

Gülen, bu konularda çalışıyorsun bu küçülme nereye kadar gidecek.

Gülen Aktaş- Atomun çekirdeğinin içine, Cihan Bey'in anlattığı kalabalığın içine girmesek de elektronlar seviyesinde nereye kadar gideceğimiz konusunda bir şeyler anlatabiliriz. Kavram olarak yenilik pikap, radyo, televizyon ya da osiloskop gibi cihazlarda değil, bunların giderek küçülmesinde.

Küçülmenin başlangıcı 1947 yılında Bell Laboratuarlarında üç fizikçi, Bardeen, Brattain ve Schockley tarafından transistörün keşfi ve bu cihazın o güne dek elektronik cihazlarda kullanılan vakum tübünün yerini alabileceğinin anlaşılması olarak alınabilir.

Bu keşif hâlâ süratle gelişmekte olan modern yariletken elektroniği çağını başlattı. Bu önemli keşfin 40'lı yılların sonlarına rastlaması bir tesadüf değildir. 19. yüzyılda birçok maddenin elektrik özellikleri ölçülmüş ve özellikle metaller üzerinde elde edilen sonuçlar o günlerde bilinen klasik fizik modelleri ile açıklanabilmişlerdi. Ancak diğer bazı katıların üzerinde elde edilen sonuçları aynı modellerle açıklamak mümkün değildi.

1920'lerde geliştirilen kuvantum kuramı ile elektronun çekirdek etrafında ayrık enerji seviyelerinde bulunabileceği ortaya çıkmıştı. Bu kuramın katı yapılara uygulanması sonucu katılar içinde elektronların ayrık enerji seviyelerinin bantlar haline dönüştüğü anlaşıldı. Fizikçiler malzemelerin elektronik yapılarının atomlarının etrafındaki elektronların bant yapılarına bağlı olduğunu gördüler. Bu bilgiler yarı klasik modellerde kullanılarak diyot ve transistör gibi cihazlar tasarlandı ve gerçekleştirildi..

Bu cihazlar anahtarlama yapabilen, yani elektrik devrelerini bir açık bir kapalı konuma getirerek bilgiyi ikili bir sayı sistemine dönüştürebilen ve böylece de mantık devrelerinde kullanılan sistemlerdir.

Son 30-40 yılda kuvantum kavramlarının elektronik yapı ile

bağlantıları öylesine başarılı oldu ki fizikçiler kuvantum kavramlarını katılarda sınamaya ve hatta yalnızca bu kavramlara dayanılarak çalışan cihazlar geliştirmeye başladılar. Örneğin klasik mekanikte bir parçacığın bir potansiyel engelini aşması mümkün değildir. Oysa ki kuvantum mekaniğinde potansiyel engeli yeterince darsa bir parçacığın örneğin bir elektronun bu engelin içinden tünelleme yapması ihtimali vardır.

İşte bu tünelleme kavramından hareketle Esaki 1970'li yılların başlarında kendisine 1973 Nobel fizik ödülünü getiren Esaki diyodu ya da Tünel diyodu diye bilinen cihazı gerçekleştirdi. Çok yüksek hızda anahtarlama yapabilen ve mantık devrelerinde kullanılan bu diyod birçok elektronik sistemin, örneğin bilgisayarların daha hızlı çalışmasını sağladı.

İşte katıların atomik yapılarının, bunun sonucu olarak da malzeme özelliklerinin öğrenilmesi ve bunların diyod ve transistor gibi uygulama alanları bulmaları, en önemlisi bu cihazların bilginin elektronik sinyallere dönüştürülmesinde kullanılması ve de bu teknolojinin nispeten kolay ve ucuz olması günlük hayatımıza hızla girmesine, bilgisayarların ana merkezlerden evlerimize ve hatta ceplerimize girmelerine yol açtı.

LAZER'İN KEŞFİ

Fizik dünyasında çok geniş bir çalışma ve araştırma alanı bulan ve aynı zamanda teknolojiyi neredeyse transistöre yakln bir biçimde etkileyen bir başka buluş da yine kuvantum kavramlarından yola çıkılarak yapılan ve bildiğimiz beyaz ışık gibi etrafa yayılmadan bir çizgi halinde neşrolan tek dalga boylu ışık kaynağı olan lazerdir. (Light amplification by stimulated emission of radiaton). İlk laserler 1950'lerin sonunda Maiman tarafından geliştirilen yakui laseriydi. Daha sonra gaz lazerleri geliştirildi ki bunların bir örneği olan He-Ne lazerlerine süpermarketlerde malların üzerindeki çizgi kodlarını okumak için kullanılırken rastlamaya başladık. Ancak lazerin cihazların içinde, onların bir parçası olarak kullanılmaları 1962 yılında ilk yarı iletken lazerin GaAs'ten yapılması ile gerçekleşti. Şimdi artık opto elektronik komünikasyon sistemlerindende, kompakt disk çalarların içinde, bilgisayar yazıcılarında ve bilgisayar tarayıcılarda yaygın olarak kullanılmaktalar.

Bu cihazların keşfi ile boyutlarının küçülmesi bir anda oluştu. Zaten bu cihazların daha başlangıçta en önemli özellikleri boyutlarının küçük olması ve dolayısıyla bir arada üretilebilmeleri idi. Ma-

liyetleri düşürme, makinelerin çalışma hızlarını ve güvenilirliklerini arttırma ve enerji tasarrufu gibi düşünceler bu cihazların giderek daha küçük ve dolayısıyla da bir arada üretilmeleri teknolojisini geliştirdi. Ancak giderek küçülebilmek için katıların içinin fiziğini daha iyi bilmek gerekiyordu. Bu bilgi ise bilgisayarların kullanılması ile gelişiyordu. Böylece fizik ve teknoloji birbirlerine yardım ederek geliştiler.

KÜÇÜLME: NEREYE KADAR?

Hep bu küçülmede bir sınır var mı diye düşünüldü ve bugüne dek ne zaman bir sınıra varıldığı sanılsa bu sınır fizikçilerin ve mühendislerin dahiyane buluşları ile aşıldı. Ama bu sınırları arama ve bu konudaki spekülasyonlar sürmekte.

Küçülme, küçük diyotlar, transistörler, laserler deyince ne kastediyoruz? Bundan on yıl önce 1 mikron (bir metrenin milyonda biri, bir milimetrenin binde biri) büyüklüğünde cihazlar bu alanın en ileri örnekleriydi. Şimdi bunların onda biri (yani bir milimetrenin onbinde biri) büyüklüğünde cihazlar yapılmakta. Günümüz teknolojisinde bir yonga (wafer) üzerine ki bu yongalar yaklaşık 7.5 ile 10 cm. çapında dairelerdir, 10^9 (bir milyar) transistör konulabilmekte. Bu sayı son yirmi, yirmibeş yılda, her yıl hemen hemen iki katına çıkarak bu seviyesine ulaşmıştır. Mikronun binde birine nano diyoruz. Yani günümüz nanocihazların üretimi dönemidir. Bu mertebe konusunda bir fikir vermek için şunu söyliyeyim: 10 nanometre boyutunda bir cihaz yaklaşık yüz atomun biraraya gelmesinden oluşmaktadır.

Lazer gibi optik cihazların küçülmesi nispeten daha sonra oluştu ve daha yavaş gelişti. Oysa birçok kişinin düşü olan tamamen optik çalışan bilgisayarlar lazerlerin küçülmesine bağlı. Tipik bir diyod lazeri (yukarıda sözünü ettiğimiz lazer yazıcılarda ve kompakt disk çalarda kullanılanlar) 1 mm uzunluğunda ve bunun yüzde biri eninde. Bunlar ticari olarak üretilebilenler. Araştırma seviyesi bunun çok altına inebildi. 1989 yılında Bell laboratuarlarında Jewell ve arkadaşları tarafından geliştirilen resmini gördüğünüz bu mikrolazerler konvansiyonel diyod lazerlerinin yüzdebiri küçüklüğünde. En büyüklerinin çapı yaklaşık 5 mikron (yani bir milimetrenin ikiyüzde biri) en küçükleri ise 1 mikron çapında. Lazer ışığı silindir gibi yapının üstünden çıkıyor. En küçükleri hariç diğer bütün boydaki lazerde ışıma gerçekleştirilebilmiş.

İşte bugünkü seviye bu, nereye kadar gideceğimizi ikinci tura bırakalım.

O.B.- Cihan atomun içini dolaşmaya devam edecek miyiz? Boşluktan bahsettin biz bu boşluktan haberdar mıyız?

C.S.- Haberdar olabiliriz, çünkü çok kısa mesafeden o boşluğu izlediğimiz zaman elektron, pozitron çiftleri fırlamaya başlıyor. Boşluktan şu şekilde haberdarız: Bu $W^{\pm}$ ve Z^{0}'lerin 100 proton kadar kütleleri var. Bu boşluk böyle olmasaydı, bunlar böyle olmayacaktı. Boşluk böyle olmasaydı evren bugün geldiği noktaya gelmiyecekti. Bir sürü şeyden dolaylı şekilde haberdarız aslında. Akseleratör deneylerinde yeteri kadar sıkışma ve şey yapılabilirse belki o bulunduğumuz durumdan başka bir boşluk durumuna geçip hakikaten daha dramatik bir şekilde değişiklikleri görebiliriz ama orada tam ne olacağını kimse bilmiyor.

O.B.- Atomun yapısı hakkında bilgiler nasıl elde ediliyor?

C.S.- Çocukların yaptığı şekilde: Çocuğa oyuncak verirsiniz, merak eder içinde ne olduğunu. Ne yapar, kırar içine bakar. Fizikçilerin de yaptığı bu, kırmak için bunu başka parçacıklarla çarpıştırıp duruyorlar. Çarpıştırırken hedefi koyuyorsunuz, parçacıkları hızlandırıp üstüne gönderiyoruz. Elektrik alanlar hızlandırıyor manyetik alanlar saptırıyor, vurup çıkanlara bakiyorsunuz.

Bunun şöyle bir dezavantajı var. Gönderdiğiniz enerjinin, epeyi bir kısmı bunun hep birlikte ileri gitmesini sağlıyor. Mesela bir cevizi trenin önüne koyup kırmaya kalkarsanız bu iyi bir yöntem değil; çünkü ceviz sürüklenir gider. Daha etkilisi iki cevizi kafa kafaya vurmak. Bunu yapan hızlandırıcılar. İşte bunlara çarpıştırıcı deniyor. İki cins ayrı parçacık ters yönden çevriliyor ve birbirinin üstüne gönderiliyor. Bunlar örneğin iki kurşunu havada çarpıştırmaktan çok daha zor; fakat kullanılır hale geldi.

Birkaç tane laboratuvardan bahsedeyim. Amerika'da Şikago civarında Fermilab diye bir yer var burada protonlar hızlandırılıyor ve çarpıştırılıyor, ters istikamette gelen antiprotonlarla. Cenevre'de CERN diye bir Avrupa müşterek labaratuvarı var orda da LEP diye bir hızlandırıcıyla elektronlar ve pozitronlar çarpıştırılıyor.

O.B.- Bu çarpıştırıcılar ne kadar büyük?

C.S.- Devasa şeyler, birtakım parametreler akıllara durgunluk verici cinsten şeyler. Fermilab vakti zamanında çok büyük kabul ediliyordu 3 km. çapında, yeraltında bir tünel, parçacıkları çıkartabildiği enerji 1000 milyar elektrowolt. Biliyorsunuz kütlede muazzam bir enerji var; bu enerjisinin 1000 misli kinetik enerjiye sahip.

LEP'de protonlar değil elektronlar hızlandırılıyor ve burada 27

km'lik bir tünel var yer altından giden. İçersinde birkaç köy alıyor. İsviçreden başka Fransa'ya gidiyor dağların altından dolaşıyor tekrar dönüyor. Bunların içinde parçacıklar borular içersinde hareket ediyor. Boruların içersindeki vakumun kalitesi aydaki atmosfer kalitesinde. Bütün yol boyunca süper iletken mıknatıslar var. Ve parçacıkların çarpışmalarından çıkan her türlü enerji de parçacıklar yağmuru ve her birinin enerjileri ölçülüyor. Bunları ölçebilmek için konulan sistemlerin dedektörlerin boyutları bu bina boyutlarında. İçi elektronik dolu ve hareket edebiliyor.

O.B.- Cihan bu çarpıştırıcıların büyüklüğünün önemi nereden kaynaklanıyor. Mesela niçin 27 kilometre?

C.S.- Çünkü parçacığı hızlandırmak için o kadar yol gerekiyor. Daha önemlisi parçacığı çok hızla çevirmeye başlarsa insan, parçacık enerji saçmaya başlıyor radyasyonla, enerjisini kaybediyor o yüzden yavaş yavaş çevirmek lazım. Linac'larda ise dümdüz çizgi halinde elektronlar hızlandırılıyor hiç sağa sola sapma yok. Bunlar büyüdükçe enerji artıyor. Alet büyüdükçe içersinde bakılabilen detay daha fazla oluyor.

O.B.- O durumda yeni parçacıkların ortaya çıkması sözkonusu olur mu?

C.S.- Ümit o zaten. Bir tane daha bunlardan yapılması planlanıyor. Amerika bu ekonomik resesyona girmeseydi belki epeyice yol katetmiş olacaktı. Boyutlara bakın 27 km'den 83 km'ye çıkıyoruz. Enerji buradaki 20 misline çıkacak. Fiyatın 4 milyar dolar olması bekleniyor ki aslında bu daha evvelkilerin ne kadara geldiğine bakarsanız biraz ucuz bir fiyat.

Burada ne bekleniyor? Mesela Higgson denen parçacık bu boşluğun yapısıyla ilgili. Bunu bulabilirsek hakikaten boşluğun yapısı hakkındaki teorilerimiz için çok daha güvenilir olacak.

Başka deneyler var, çarpışmasız yapılan. Mesela, dünya proton dolu, hepimiz protonlardan yapılmış vaziyetteyiz ve sözde en kararlı parçacık proton. Bu bozunmuyor, bunun bozunmayacağı ve yarı ömrünün 10^{24} sene olabileceği hakkında çok kolaylıkla bir şey söyleyebiliyoruz.

İçimizde o kadar çok proton var ki 10^{24} sene gibi uzun bir dayanıklılığa sahip olsalardı bile o kadar çok proton bozunacaktı ki kendi radyasyonumuzdan ölecektik. Bunun için deney bile yapmaya gerek yok. Bunun 10^{31}'e çıkartılması için deneyler yapılıyor ve deneylerin hakikaten bazıları çok acayip. Kozmik ışınları ortadan kaldırmak için yer altına gidiyorsunuz, yer altında bir madene, madende çok protonlu bir şey istiyorsunuz, hedefiniz de bu defa aynı

şey, hedef değil de orada bir proton miktarınız var ve onu artırmak için bol miktarda proton içeren birşey koyuyorsunuz. Mesela en çok tutulan maddelerden bir tanesi de kuru temizlemecilerin kullandıkları bir sıvı; bu nedense çok uygun. Bunun içerisinde acaba proton bozulacak mı diye bekliyorsunuz, içersinde baştan aşağı bir bozunma olacak mı, izleri çıkacak mı diye kameralar yerleştirilmiş vaziyette ve fizik dergilerinde acayip fotoğraflar görüyorsunuz; bir balık adam bu maddeleri monte ediyor, bu sıvının içersinde yüzerek.

Daha ötesinde denemek istediğimiz teoriler için bu aletler de yetersiz. 10^{39} gibi enerjiye çıkmamız lâzım; bu Texas'takinin bile 10^{15} katı milyar kere milyar katı. Bunu hiç bir zaman yapamayacağız.

Bu parçacıklar bulunmadıkça, kuantum kütle çekimi halledilmedikçe hiç bir zaman fizikte temel sorunlar bu anlamda halledildi hiç diyemiyeceğiz. Kuantum kütle çekimi de bir zaman deneysel olarak doğrulanamayacak gibi; hiç değilse dolaysız bir şekilde.

O.B.- Gülen, küçülmede nereye kadar gidilebileceği noktasında kalmıştık. İstersen oradan sürdürelim. Bugünkü fizikte bu küçülmenin sınırları nerede? Bu nasıl aşılacak? Yeni fizik nereden başlayacak?

G.A.- Küçülmeye iki açıdan bakmak mümkün. Birincisi, yarıklasik modellere dayanarak geliştirilmiş olan ve bugün yaygın bir biçimde kullanılan konvansiyonel transistör ve diyod gibi cihazların küçülmesi. İkincisi ise tamamiyle kuvantum etkilerinin kullanılması prensibi ile geliştirilmiş olan ve kuvantum etkisi cihazları dediğimiz cihazların (örneğin tünel diyodu ya da resonant tünelleme transistörü gibi) küçülmeleri. Kuvantum fiziği küçük boyutlarda geçerli olan fizik; bu nedenle boyutların küçülmesi ile bu kuvantum etkileri daha belirginleştiği için bu cihazlar küçüldükçe, daha da iyi performans gösteriyorlar. Halbuki bu durum konvansiyonel cihazlar için geçerli değil. Onlar yarıklasik modellere dayanılarak geliştirilmiş. Boyutları küçüldükçe yarı klasik modellerin giderek azaldığı için bu cihazların performansı değişiyor. Kabaca şunu söyliyebiliriz ki konvansiyonel cihazlar 100 nm'nin altında avantajlarını yitirmeye başlıyorlar. Bunun çeşitli nedenleri var: Örneğin uygulanan voltajlar. Belli voltajların altında bu cihazlar özelliklerini kaybediyorlar. Bir diyod ya da transistörden yüksek akım elde etmek için bant aralığı mertebesinde (0.5-1 volt) bir voltaj uygulamanız şart. Ancak bu voltaj, cihaz ne kadar küçük olursa içindeki elektronlar için o kadar büyük enerji demektir. Bu durum elektron hız-

larım arttırarak elektronların daha çok saçılma durumuyla karşı karşıya olmalarına, bu da hızlarının doyuma gelmesi ve nihayet uygulanan alandan bağımsız bir hıza sahip olmalarına neden olacaktır ki bu cihazın işleme prensibine aykırıdır.

Küçülmede teknolojik olarak iki önemli unsur vardır: sistemin temelini oluşturan Silisyum, Germanyum, Galyum Arsenid ya da bunların alaşımlarından oluşan ana yariletken malzemenin oluşturulması. Günümüzde bu temel malzemeler üretiminde atomların neredeyse tek tek yerlerine oturtularak katı maddenin tabaka tabaka büyütüldüğü süreçler kullanılıyor. Bunlar çok yüksek vakum altında ve ancak bilgisayarların kontrol edebilecekleri bir hızda çalışan çok pahalı sistemler. Bu yöntemler sayesinde çok saf, çok düzenli ve çeşitli alaşımlarda yapılar üretmek mümkün. İkinci önemli unsur ise bu yapının üstüne istenilen dizaynı yerleştirmek için kullanılan maskeleme ve malzemeyi işleme yöntemi. Yani bir milimetrenin onbindebiri büyüklüğünde bir çizgiyi nasıl çizeceksiniz. Buralarda yine elektromanyetik olarak odaklanmış elektron hüzmeleri kullanılıyor.

Bu tip teknolojik yöntemler otuz yıldır geliştirilmekte ve kuşkusuz bilim insanlarının çabaları bu yönde devam edecek. Ancak bu gelişmeler yukarıda sözünü ettiğimiz uygulanan voltaj sınırlaması gibi fiziksel sınırları değiştiremez. Örneğin bir mikro laserde ışığın diyoddan çıkmadan önce bir süre gidip geleceği bir bölgeye, bir küçük odaya ihtiyacı vardır. Bu odayı ışığın dalga boyundan küçük yapamazsınız. İşte böylece diyod laserlerinde fiziksel bir sınır karşımıza çıkıyor.

FİZİKSEL SINIRLAR

Fiziksel sınırları da ikiye ayırmak gerek: Kimi fiziksel sınırlar ise yirmi yıl öncesinin teknolojisi gözönünde bulundurularak (yani büyük cihazlar, nispeten yüksek voltajlar, düşük enerjiler) oluşturulan yarıklasik modellerin sınırlarından kaynaklanıyor. Bu sınırlar bir ölçüde aşılabilir. Bu noktada giderek gelişen bilgisayarlar sayesinde uygulanacak nümerik yöntemler şimdiye dek kullanılan analitik yöntemlere yardımcı olacaktır.

Örneğin bu şekilde kullanılan Monte Carlo yöntemleri elektronları cihazın içinde tek tek takip edebilmekte ve karşılaşabilecekleri karmaşıklıkların cihazın genel işleyişini nasıl etkileyeceğini hesaplıyabilmektedir. Ancak simulasyon yöntemleri de bir yandan

bilgisayarların kapasiteleri diğer yandan da bizim fizik bilgilerimizle sınırlıdır.

İkinci tip fizik sınırlaması ise tamamiyle kuvantum modelleri kurulsa bile bu kadar küçük boyutlarda fizik bilgilerimizin eksikliğidir. Elektronların bu minyatür cihazlarda sahip oldukları enerjilerdeki dinamikleri henüz ayrıntılı olarak fizikçiler tarafından ele alınmış değildir. Bu ayrıca kolay bir iş de değildir. Bir saniyenin milyonda biri kadar bir zamanda olup biten süreçleri ele almak gerekmektedir ki bu da oldukça zor bir problemdir.

Yarı iletken malzemelerde difüzyon, etkileşme ve tepkileşme mekanizmalarını tam olarak kavramış değiliz. Örneğin kırk yıldır üzerinde çalışılan ve bu nedenle de en iyi bildiğimiz silisyumda bile kristal bir katının yapısı olan düzenli örgüyü oluşturan atomların arasına sıkışmış düzensiz bir atomun veya eksik bir atomun difüzyon sürecini nasıl etkilediği hâlâ tartışılmakta. Büyük bir cihazda bu düzensiz atomların ve boşlukların sayısı çok olsa bile oranları küçüktür ve belirleyici bir rol oynamazlar ancak nanoyapılarda bunlar birdenbire belirleyici olabilirler. Bu nedenle iihaz modellemesi değiştirilse bile fizik bilgilerimizin geliştirilmesine kesinlikle ihtiyaç vardır.

Mikroyariletken teknolojisinin geleceği konusunda söyleyeceğimiz son söz üretim konusunda bir süre önce gerçekleşen bir devrimin geleceğe damgasını vuracağıdır. Bu da yariletken yapıların atomik tabakalar biçiminde oluşturulduğu "epitaksiyel" dediğimiz yöntemlerdir. Bu yöntem sayesinde resimde gördüğümüz gibi birkaç nanometre kalınlığında, farklı bant aralıklarına sahip farklı yariletkenler yanyana konulabiliyorlar. Bu cihazlar tamamiyle kuvantum modellere uymaktalar. Zaten kuvantum modelleri özellikle bu heteroyapılar yapılabildikten sonra gelişti. Bu heteroyapılarda elektronlar çok daha kolay hareket edebilmekte; bu da bu malzemelerden yapılan cihazları çok hızlı yapmaktadır. Bu nedenle bu malzemelere geleceğin bilgisayarlarının temel taşları olarak bakılmaktadır.

Özetlersek kısaca şunu söyleyebiliriz ki, bugünkü mikroelektronik teknolojisi otuz yıllık bir gelişmenin ürünüdür ve önemli etkileri olacak birçok araştırma şu günlerde çeşitli laboratuarlarda gerçekleştirilme sürecindedir. Çalışma yöntemleri modelleme, nümerik analizler ve simulasyonlara doğru kaymıştır. Önümüzdeki yıllarda teknolojinin başını bu kuvantum cihazlarının çekeceği söylenebilir. Bu konuda insanın yaratıcılığının nereye varacağını kestirmek zor. Kuşkusuz cihaz kavramları tamamiyle değişecek. An-

cak elektroniğin ilerlemesinde tek bir temel sınır vardır: O da bu simulasyonların ve modellerin dayandığı katı hal fiziğinin sağlıyabileceği temel bilgidir. Başka bir deyişle elektroniğin ilerlemesi fizik bilgilerimizin ilerlemesi ile sınırlı kalacaktır.

O.B.- Bugünün fiziğinin gelişmesi hangi başlıklarla özetlenebilir?

Ö.A.- Bunu üç başlıkta sunabilirim: Küçük-Büyük-Karmaşık. Fiziğin bugün ilgilendiği konuların hepsi bunların içine sığdırılabiliyor. Biraz önce Gülen AKTAŞ sizlere daha çok KARMAŞIK'la ilgili olayların bir kısmını sundu; Cihan SAÇLIOĞLU ise KÜÇÜK ile BÜYÜĞÜ, ama daha çok KÜÇÜĞÜ anlattı. BÜYÜĞE yöneldi ama bitiremedi. Evrenin yapısı, uzay, astrofizik; evren niçin bu kadar büyük yahut bu kadar büyüyebilmiş? Bu soruların da temel cevaplarını KÜÇÜK'te aramak gerekiyor.

Belki hepimiz için en ilginç olabilecek, kullanılabilecek şeyleri KARMAŞIK'ta buluyoruz. Laser'ler mikroelektronik nesneler vb. Daha da karmaşık hatta tuhaf nesneler ya da olaylar var. Örneğin kimyasal bir tepkime kendi kendini yönlendiriyor: Böylesine bir tepkimenin yeraldığı çanak içinde birtakım helezoni şekiller oluşmağa başlıyor; kendi kendine düzenlenerek çoğalıyor sanki.

Fizikçilerin diğer bilim dallarıyla uğraşanlara kıyasla iddialı görünen yanları vardır. Bunu biraz çarpıcı olarak sunayım: Doğal olan, doğada görülen her şeyi fiziğe bağlamak mümkündür (aslında "Fizik" kelimesi Yunanca "DOĞA" sözünden gelmektedir).

Fizikle doğrudan ilgili olanların başında Matematik geliyor. Fizik kuramlarının ifadesinde ve gelişmesinde, hatta fiziğin en ciddi bilim dalı olmasında matematikle fiziğin çok yakın oluşunun çok ilgisi vardır. Fizik matematiği yalnız kullanmakla kalmamış, çoğu zaman "tavuk-yumurta" tekerlemesini andırır şekilde, gelişmesine de sebep olmuştur. Başka etkileşmeleri de var. Sayısal yöntemler. Çok az sayıda veya pek çok sayıda cisim ya da yapısal bileşeni olan sistemlere ilişkin problemleri daha kolay çözerken (bunu hemen her parametrenin, küçük-büyük, az-çok gibi değerlemine genelleyebiliriz) ana değerlerde büyük zorluklarla karşılaşırız. Bunların ve diğer çözümleri "hazır" olmayan denklemleri olan problemlere cevap bulunmakta sayısal yöntemler, hele günümüzün boy-boy bilgisayarları çok büyük yarar sağlamakta. Böylece de fiziğin "Bilişim" denilen yeni alanla ilgisi kurulmuş oluyor.

Kimya ise aslında fiziktir. Yani kimya fizikten başka birşey değildir. Cihan SAÇLIOĞLU da söyledi; atomların elektron değiş tokuşuyla oluşan ilişkiler zinciri nasıl güzel altıgen ya da beşgen çev-

rimler oluşturuyor; Bunlardan veya diğer yapılardan polimerler doğuyor, derken DNA ve RNA gibi özel biopolimerler hayatı başlatıyor ve/veya sürdürüyor, -İşte biyolojiyi de fizik yaptık- ve "biz"i oluşturuyor.

Tabii ki bunlar hep çok ilginç olaylar. Hepsinin özünde ve temelinde sadece, plastik bir tarakla saçımızı taradıktan sonra tozların toplanmasıyla veya yapay dokulu bir gömlek üstündeki yün kazağı çıkartırken çıkan kıvılcımlarla fark ettiğimiz elektriksel etkileşme; yani elektron alışverişi yatıyor.

Sonra fiziğin malzemelerle ve enerjiyle temelden gelen ilgisi, çeşitli amaçlara daha uygun malzeme yapılarını bulmağa uğraşması; Gülen AKTAŞ da söyledi, daha esnek, daha eğilir-bükülür yahut daha sert, daha iyi cilalanabilir malzemelerin yapılması fizikten başka ne olabilir ki. Makinelerin daha iyi çalışması, motorlarda daha yüksek verimle enerji dönüştürülmesi, bunlar hep makine mühendisliği ile fiziğin yakınlığını gösteriyor.

Astronomi ise belki de fiziğin bir bilim olanak doğmasındaki en büyük etkenlerin başında gelmekte. Tarihsel olarak gök cisimlerinin hareketlerinin bir düzene konulması BATLAMYUS'tan KOPERNİK, KEPLER, GALİLE ve NEWTON'a uzanan zincirle mekaniğin temel ilkelerine götürmüştür. (Merkür'ün yörüngesiyle genel görelilik arasındaki ilişki de daha yeni çağlardan bir katkı.) Daha öteye götürünce yıldızların yapıları, gökadaların oluşumları, evrenin doğuşu vb. problemlerle astronomi, astrofizik ve kozmoloji aracılığıyla fizikle daha sıkı ilişkiye girmekte. Evrenin oluşumu sürecinde atomaltı temel parçacıkların oynadığı rolün anlaşılmasında olduğu kadar, uzay araştırmalarının yapılmasına yardımcı olan elekronik teknolojinin gelişmesinde de fizik baş rolü oynamakta.

Elektrik-Elektronik mühendisliği ile fizik, özellikle katı hal fiziği içiçe; birbirlerinden kolay ayrılamaz hale gelmişler. Mikroelektronik ve bununla yapılan elektronik cihazlar, bunların daha da küçültülüp geliştirilmesi fiziğin teknolojiye en çok yaklaştığı belki de bunu sürüklediği yerler. Demin birkaç kez BELL Laboratuvarları'nın adı geçti. Bu, ABD'deki telefon şirketinin araştırma birimidir. (Bu şirket on yıl öncesine kadar çok büyüktü. Yasa zoruyla parçaladılar, tekel haline gelmesin diye. Görüyorsunuz ABD özgürlükler ülkesi, falan; özel sektörden başkası yok ama kurallar kesin; keyfî hiçbir şey yok; demokrasi gelişi güzellik, keyfîlik değil.) iyi veya kötü; Bell Laboratuvarlarında elli yıl içinde on mertebesinde Nobel ödülüne yol açmış buluş yapıldı. Ancak bunlar sıkı yönlendirilmiş bir araştırma politikası sonucu olmadı; tamamen serbest ama yete-

nekli araştırmacıların buluşlarını diğerleri tarafından uygulamaya elverişli hale getirilmek için incelenmekte. Bilimin ilerleyişinde serbest araştırmanın ne kadar önemli olduğunu gösteren çok iyi bir örnektir. (FARADAY'ın Başbakan'a cevabından sonra!).

Ama, ABD'de de işler galiba tersine dönmekte; ekonomik baskılar BELL Laboratuvarını da güdümlü araştırmaya öncelik vermeğe götürmüş; "bize on yıl sonrası değil bir yıl sonrası önemli" demekte "Yöneticiler". Belki de bu tutum bilimsel gelişmelere sekte vuracak. Umarım ABD bu konuda uyumaya geçerken belki de Türkiye'de YAPI KREDİ BANKASI'nın desteğiyle bilimde atılım yapılır; ABD'yi yakalar geçeriz.

O.B.- Teşekkür ederim. Söz izleyicilerin, sorularımız varsa konuşmacılarımız yanıtlamaya hazır.

İZLEYİCİ.- Süper iletkenler hakkında Gülen Hamm'dan bilgi rica edebilir miyim?

G.A.- Süper iletkenlik yüzyılın başından beri biliniyor. İlk süper iletken malzeme bu yüzyılın başında, helyumun sıvılaştırılmasından hemen sonra bulundu. Bu konuda uzun bir süre metaller üzerinde çalışıldı. Metallerin iletkenlikleri ısıtıldıkları zaman azalır. Yani soğukta daha iyi iletken olurlar. Bir süperiletken malzemenin iletkenliği ise, kritik sıcaklık dediğimiz, malzemenin normal halinden süperiletken hale geçtiği sıcaklıkta aniden artar. Bu sıcaklık yüzyılın başında bulanan ilk malzemelerde 7-8 kelvin civarında. Daha sonra 40 kelvin civarına süperiletken olan birtakım alaşımlar bulundu.

Bu durum 1980'lerin ortasına kadar böyle kaldı. Bu malzemelerin çok önemli teknolojik uygulamaları oldu; özellikle süper mıknatıslar. Çok yüksek manyetik alanlar elde edildi. Deneysel araştırmaların yanısıra süper iletkenliğin teorisi de geliştirildi. Süper iletkenliğin temelinde elektronların çiftler oluşturarak hareket etmelerinin yattığı anlaşıldı. Süper iletkenlik teorisini geliştirenlerden biri de 1947 yılında Bell laboratuarlarında transistörü keşfeden üç kişiden biri olan Bardeen.

Bu malzemelerin daha geniş uygulama alanı bulabilmeleri için daha yüksek sıcaklıklarda süperiletken olabilen malzemeler üstünde çalışıldı.

1986'da önce Avrupa'da sonra Amerika'da bakıroksit temelinde bazı seramiklerin çok daha yüksek sıcaklıklarda süperiletken oldukları bulundu. 1986'da çok heyecanlı bir dönem yaşandı. neredeyse hergün daha yüksek sıcaklıkta süperiletken olan yeni bir malzeme bulunuyordu. Elde edilen sonuçlar öylesine hızla gelişi-

yordu ki kimse sonuçlarını yayınlamaya vakit bulamıyor, telefonla birbirlerine haber veriyorlardı. Bugün bilinen en yüksek sıcaklık 125 kelvin civarında ve talyum karışık oksit tabanlı bir malzemeye ait.

Ama o günlerde beklenilen bunun daha da yükselmesi ve hatta oda sıcaklığında süper iletken olan bir malzemenin bulunmasıydı. Hatta Hindistan'da birisi bunu gerçekleştirdiğini iddia etti ama bunun bilimsel bir temeli olmadığı anlaşıldı.

O.B.- Peki o heyecanın nedeni ne acaba, sanayide büyük bir uygulaması, büyük kazançlar mı vardı?

G.A.- Çok büyük uygulamaları olabilirdi. Özellikle enerji naklinde kullanılması büyük bir devrim yaratabilirdi.

Ö.A.- Elektrik fiyatları ucuzlayacaktı.

G.A.- Fakat teorisi aynı ölçüde gelişmedi. Eninde sonunda insanlar neden bu seramik tipindeki malzemenin üstün iletken olduğunu tam olarak anlayamadılar. Yani bu biraz kimya, biraz içgüdü tipinde gelişti. Ne yazık ki o vaziyette, onun için heyecan sönmüş vaziyette.

O.B.- Süper iletkenliğin çalışmalarının nemalarını bir parça topluyoruz galiba değil mi? 560 km kadar hız yapan trenlerde kullanılan manyetik malzemeler...

G.A.- Tabii havalandırma özelliği, yani levitasyon özelliğini kullanıyoruz. Süper mıknatıslar da ucuzladı eninde sonunda, o da çok büyük bir aşama.

İZLEYİCİ.- Efendim üç sorum var bir tanesi Bayan Gülen Aktaş'a; yanlış algılamadıysam küçülmenin sınırına yaklaştığımızdan söz ettiniz, bilim küçüğe yaklaştıkça daha büyük birtakım olaylarla karşı karşıya kalıyoruz. Küçülme sınırı sizce maddenin gerçek sınırına geldiğimizden ötürü mü, beynimizin bu yükü daha fazla taşıyamadığından mı, yoksa aklımızın sınırına yaklaştığımızdan ötürü mü?

Cihan Saçlıoğlu'na soruyorum: Cihan Bey maddenin alt parçacıklarının birbirleriyle olan ilişkilerini çok güzel bir dille anlattılar teşekkür ederim. Gerçi kesin sonuçları olmadığı hakkında bilgi verdiler ama bir yol üzerinde yüründüğü bir takım aşamaların kaydedildiği muhakkak. Fakat bütün bu anlatılanlar yani bilim bugün muhakkak en güzelini yapmakta ama gene de hep nasıllar üzerinde. Bu hadiselerin nedenlerine inebilecek miyiz? Nedenleri hakkında ne söyleyebiliriz? Cihan Bey'e ikinci soru; sonsuz evrenlerden söz ettiniz bu da başka dünyalar var mı sorusundan kaynaklanmıştı ve sanıyorum ki bu soruda başka gezegenlerde hayat var mı, can-

lılar var mı yanıtı aranıyordu. Bilim adamlarının kaçamak cevapları gibi siz de böyle başka evrenler ortaya koyarak söylediniz. Asıl sorunun cevabı ne olabilir?

G.A.- Ben sınıra yaklaştık derken konvansiyonel tipteki cihazların yani transistör, diot gibi yarı klasik modellere dayanan cihazların küçülme limitine yaklaştık dedim. Bunun da nedeni o modellerin küçük boyutlarda geçerli olmaması çünkü boyutlar küçüldükçe klasik mekanik artık geçersiz oluyor. Küçülmenin sonuna yaklaştık mı yaklaşmadık mı onu kuvantum cihazlarının başarısı gösterecek. Ama haklısınız eninde sonunda cihazların küçülmesi bizim fizik bilgimizle sınırlı.

Yani biz şimdilik mesela bir lazeri, temelde bir foton yarattıktan sonra onu bir odada bir yerden bir yere göndererek yani aynı yolu çok kere gidip gelip her seferinde yeni bir foton uyarmasını sağlayarak ve böylelikle bir çok foton elde ederek lazer ışığı ortaya çıkacak şekilde yapmasını biliyoruz. Ama yarın, öbür gün çok başka şekilde bir lazer yapılabilir.

Ö.A.- Ben bir örnek vereyim. Şu anda tamamiyle hayal safhasında. Cihan SAÇLIOĞLU demin bir çekirdeğin resmini gösterdi; içinde nötronlar, protonlar var. Daha derinliklerine girmeyelim, kuarkları düşünmeyelim. Arada pionlar denilen ve nükleonları (nötron ve protonların ortak adı) birbirine bağlayan parçacıklar var. Eğer bunları nükleonlar arasında gezdirmek olanağı yaratılabilirse tek bir çekirdekten Laser gibi birşey yapılabilir. İlke yönünden fizik kuralları bunların olamayacağını söylemiyor. Sorunlar hep teknolojik.

C.S.- Galiba izleyici birinci sorusunda bir şey daha mı düşünüyordu; teknolojinin ötesinde de en ufak mesafe ne olabilir gibi bir şey. Teknolojinin ötesinde tabiatta en küçük anlamlı mesafeden söz etmek mümkün. O da kuvantum gravitasyon teorisinin etkilerinin hissedileceği mesafe. Çekirdeğin boyutlarını milyar kere, milyar kere yüz defa daha ufaltın; orada gravitasyon kuvvetli olacak. En zayıf kuvvet olan gravitasyon diğerleri kadar kuvvetli olacak. Bu bir anlamda en küçük mesafe. Bu pek bilinen, anlaşılan bir şey değil ama böyle bir mesafe elde etmek mümkün.

İkinci sorunumuz "nasıl" ve "neden"le ilgili. Bu hakikaten önemli bir soru aslında. Fizik ve bilimler galiba "neden" soruları yerine "nasıl" sorularına cevap vermeye karar verdikleri noktadan itibaren büyük gelişmelerini kaydetmeye başlamışlar. Mesela Newton meşhur eserini yazdığında kendisine bir sürü şey söylenmiştir. "Gravitasyon neden böyle çekiyor", $1/r$ kuvveti buldun ama bu tat-

min edici değil, gibi. Newton'un meşhur bir cevabı var: "Ben Hipotezler faraziyeler yapmıyorum; gördüğümü matematiksel olarak tasvir etmeye çalışıyorum". Bir bakıma bilim kendisine böyle bir sınır çiziyor ve bu sınır çizilmedikçe de ilerleyemiyor. Fakat ilerlemeler yapıldıktan sonra geriye dönüp baktığınızda bir takım başka nedenlerin cevapları da sanki verilmiş oluyor. Mesela en önemli "neden" diye soracağımız sorulardan birisi, bunu galiba Alman Filozof Heidegger sormuş "Neden ortalıkta bir şey var?" "Hiçbir şey olmaması galiba daha tabii olurdu. Neden ortalıkta bir şey var?"

Bu sorunun cevabını fizik tam veremiyor ama hiç değilse biraz yaklaşıyor. Madde, antimaddeden bahsettik. Madde ile antimadde arasında mükemmel bir simetri var ve daha tabii olanm, madde ile antimadde birbirini götürüp ortada saf bir radyasyon denizi kalması olurdu. Ortalıkta katı madde, parçacıklar falan olmaması olurdu.

Madde antimaddeden evrende nedense biraz daha fazla; neden daha fazla, onun sebeplerini fizik bir ölçüde açıklıyor, meşhur Rus Fizikçisi Andrei Sakharov ki termonükleer silahların yapıcısı ve geliştiricisi ve aynı zamanda insan hakları konusunda büyük bir Rus önderi olarak bilinir. Adam aym zamanda herkesin bildiği büyük temel fizik konularıyla uğraşmış bir kişi. Bu gibi sorulara da çok enteresan cevapları var.

Ö.A.- Ben Newton konusunda bir tamamlama yapmak istiyorum. Bu Newton'un büyüklüğü konusunda ilginç bir nokta. Matematikten, fizikten çok merakı teoloji ve simya. Newtonun çok sayıda teoloji üzerine yazıları ve incelemeleri var; fakat hiç bir zaman bunları birbirine karıştırmamış, çizgiyi çok keskin çizmiş. Bu bakımdan karışıklığın olmamasında ilginç bir kişiliği var.

C.S.- Üçüncü sorunuzda başka evrenleri soruyorsunuz. O sorunun cevabı deneysel olarak verilebilir ancak. Etrafta bu kadar çok galaksi, galaksiler içinde yıldız bunların etrafında o kadar çok güneş sistemine benzer sistem varken, herhalde bir cins düşünebilen hayat oluşmuştur diyenler var. Bir çok fizikçi bu fikre olmaz demiyor.

Ama olduğuna dair de sağlam bir delil gelmedikçe var deseniz neye yarar, yok deseniz neye yarar? Arada etkileşme olmayınca bir şeyin varlığından bahsetmenin bir cins boş laf olmasına benzer, o yüzden pek değinmedim.

Ö.A.- Buna ben bir ekleme yapayım. Bu konuda aslında ciddi girişimler yok değil, ben 20 yılı aşkın bir zaman önce çok ciddi bir fizikçiden bir konferans dinlemiştim, ciddi bir organizasyon, çok değişik mesleklerden bilim adamları bir araya gelip hatta kaba bir

ihtimal hesabı da yapıp o gün (20 yıl önceki hesabı hatırlamam zor), bir tane daha bizim düzeyimizde bir uygarlık gelişmiş olabilir gibi birşey söylemişti. Ama daha önemlisi NASA'nın gönderdiği uydulardan bir tanesine (bundan gene 20 yıl kadar önce) bir altın plaka koydular bu Jüpiter'den saptırılarak güneş sisteminin ötesine giden bir uydu. Bunun üstünde birtakım evrensel olabileceği düşünülen işaretlerle, "adresimiz" belirtilmişti. Çok ilginç, onun içinde de çok fizik var; birtakım radyo teleskoplar uzun yıllar boyu evrenin belli yönlerine yöneltilerek, plakayla gönderilene benzer birtakım işaretlerin, evrenden düzenli işaretlerin gelip gelmeyeceğini de beklemekte. Buna KİKLOP (Tepegöz) projesi deniyor.

O.B.- Şimdi SETİ diye bir proje başlatıldı uzayda belli noktalarda sinyal aranıyor.

İZLEYİCİ.- Bugün hiç söz edilmedi, ben KAOS'u merak ediyorum. Kaos nedir ne değildir biraz söz edebilir miyiz?

Ö.A.- Önümüzdeki günlerde "taze" bölüm başkanı Avadis Hacmlıyan, çok yakın bir zamanda size bu konuda bilgi verir temenni ediyorum. Kendi kavrayabileceğim kadar basit bir tarifini yapayım; yanılabilirim Cihan SAÇLIOĞLU beni düzeltir.

Kaos, düzenli düzensizlik gibi bir şey. Aslında biz adi fizikte çok basit denklemlerle iş yapıyoruz; çoğunda daha başından sonunda ne olabileceğini aşağı yukarı biliyoruz. "Elimizde bu şartlar varsa, sonunda şunlar ortaya çıkar" diyoruz ama o şartlar çok belirgin şartlar. İşte o şartlarda bir gelişigüzellik olabilirse, o zaman sonucun şu tarafa mı bu tarafa mı olabileceğini peşinen bilemiyoruz. Kalemi ne yapıp yapıp şöyle dik durdursam, (durduramam, sebebi hava molekülleri de buna çarpıyor, ufak parmağımı çekerken ufak kuvvet etkisi yapıyorum), diyelim ki bir şekilde bunu ben dimdik durdurdum sivri ucun üstünde; şimdi en ufak bir sarsıntı en ufak hiç hesaba katamayacağınız kadar, ufak bir sarsıntının, ne yönden geleceğine bağlı olarak kalem devrilecektir. İşte ne tarafa devrileceğini peşinen ben bilemiyorum. Bu gibi olgular kaosa yol açıyor. Bu dediğim gibi çok cahilce bir anlatım, başkalarından dinlenen bir izlenim. Lütfen ilanları izleyin Avadis Hacmlıyan'ı okuduğunuz an buraya gelin eminim beklediğinizden fazlasını bulacaksınız.

İZLEYİCİ.- Bütün bu gelişmeler sonuçta teknolojiye uygulanıyor. Dünyada yüksek oranda enerji kullanılarak ozon tabakasının delinmesi gibi, bunların da yan etkileri var mı? Mesela lazer tıpta gayet güzel kullanılıyor, bu tip etkiler de görülebiliyor mu?

G.*A.*- Gallum Arsenik teknolojisine karşı Amerika'da büyük bir hareket de var, çünkü atmosfere arsenik kaçtığını iddia ediyor-

lar ve arsenik çok zehirli bir malzeme, Silisyumda bu yoktu da gallum arsenikte çıktı bu böyle iddialar var. Ben emin değilim ne kadar arsenik atmosfere çıkıyor ama bunun sözü ediliyor.

İZLEYİCİ.- Bilgisayar, televizyon gibi araçların zararları canlılara, sağlığa zararlarından bahsediliyor. Mesela ben bir köyde şahit oldum. Dediler ki burada bu büyük istasyon yapıldı buradaki o istikametteki ağaçlar kurudu. Yani etkileri var.

C.S.- Bir şeyden şüpheleniliyor, ama bildiğim kadarıyla sonuca bağlanmadı. Bilhassa büyük transformatör merkezleri civarında büyük kablo hatlarının yakınında alçak frekanslı akımların kanser yapıcı etkileri olduğuna dair istatisiki bilgiler var, ama kesin değil.

İZLEYİCİ.- Determinizmin günümüzfiziği ile ilgisi var mı?

Ö.A.- Konuşmalar arasında şöyle bir göründü geçti. Cihan SAÇLIOĞLU söyledi; "taneciklerin yerini tam olarak bilmek istiyorsan hızının ölçüsünü kaybediyorsun" falan gibi; böylece alışılmış determinizm kavramına aykırı gibi gelen bir hali var. Öte yandan determinizme başka bir gözle bakarsanız; kuvantum fiziğinin bize anlattıkları, determinizmi çok daha kesin ifade ediyor. Bunun varlığını, ama alışılmışın ötesinde bir düzeyde varlığını çok belirgin olarak anlayabiliyoruz; ancak, doğru soruyu sormak gerekiyor. Bakın, klasik fizik, elle tutulan gözle görülen mesnelerden birbirleriyle "tıpatıp aynı" görünenlerin davranışında özel bir yorum yapmaz. Oysa kuvantum fiziğinde aynı oluş çok ilginç ve yepyeni sonuçlara götürür. Ancak, klasik fiziğin açıklayabildiği olaylara uyabilen "aynı" cisimlerin boyları ve kütleleri, üzerlerine ayırt edici işaretler koymakla belirgin bir davranış farkı doğurmayacak kadar büyüktür (en küçüğü bile); hatta bunları elektron mikroskopu ile incelerseniz hiç de aynı görünmediklerini, yüzeylerinde dağlar kadar farklı engebeler olduğunu görürsünüz. Klasik fizik aynı oluşa önem vermediği kadar, "tam aynı"yı da yaratamaz. En mükemmel fabrikada, yüzey ve iç yapılarına kadar aynı iki çelik bilya üretemeyiz; ancak bu bilyaların çaplarını, kütlelerini mevcut ölçü aletlerimizin duyarlılığı düzeyinde eşit yapabiliriz, dolayısıyla bunların benzer etkilere karşı benzer davranışları ancak ölçü aletlerimizin duyarlılığı mertebesinde aynıdır. Atomlara, elektronlara vb. gelince, Doğa bunları "mutlak suretle tıpatıp aynı" yapmakta. Öyle olmasaydı kimyasal olaylar dünyanın (hatta evrenin) her yerinde aynı sonuçları vermezdi. Kabaca güneş sistemine benzetilen atomun, bu benzerlikte daha ciddi hatalar olmasına rağmen, çok önemli bir özelliği vardır: gezegenleri yani elektronları hep aynı ve bunların (ortalama) yörüngelerinin nerelerde bulunacağı çekirdekteki pro-

ton sayısı bilindiğinde peşinen belirlenebilmekte; en yakın yörünge ise hiçbir zaman çekirdekten keyfi bir uzaklıkta olamıyor. Güneş sistemi gibi sistemlerde ise en yakın ya da bu uzağın hiçbir önemi yok. Yapma bir uyduyu -ölçü aletlerimizin duyarlılığı ölçüsündeistediğiniz uzaklıkta yörüngeye sokabiliriz. Atomlara yörünge ölçülerini veren ise "yer ölçüsü ile hız ölçüsünü" karıştıran "belirsizlik ilkesi"dir. Tuhaf değil mi? "Belirsizlik" sözü kullanarak determinizm sağlanacak! 19. yüzyıl sonuna kadar bilinenlere eklenen bu kuralı kullanarak çok basit bir hesapla en basit atom olan Hidrojenin en yakın yörünge çapını ve iyonlaşma enerjisini bulabiliriz. Bu kuvantum mekaniğinin en basit ve temel özelliğidir. Atomların niçin tıpatıp aynı olduğunu klasik fizik kesinlikle anlatamaz; çünkü böyle bir anlatıma hem ihtiyacı yok hem de atomun yapısını bile açıklamaya gücü yetmiyor. Yani, ihtiyacı olmadığı için imkânlarını da belirleyememiş; ihtiyaç olmağa başlayınca da gücü yetmemiş. Bu aşamada kuvantum fiziği gelişmeğe başlamış. İşin en ilginç yanı şu ki, kuvantum fiziği ile biraz oynuyorsunuz; oradan buradan çekiştirip ortalamasını alıyorsunuz size klasik fizik yasalarını şıp diye veriyor. Yani kuantum fiziği Newton yasalarım içeriyor, ama kendisi daha kapsamlı. Aym şekilde, EINSTEIN'ın özel görelilik kuramında hızları azalttığımızda en basit mekanik bağıntılarını, hareket denklemlerini buluyoruz.

Bu bakımdan determinizmden söz ederken, niteliğini de belirtmek gerekir.

Bence kuvantum mekaniği klasik mekanikten, Doğa'yı anlama bakımından çok daha determinist.

İZLEYİCİ.- Kuvantum fiziğinin daha doğrusu fiziğin en çok uğraştığı konu ne bugün için? Bulmak istediği, parçacıkların daha temeline inmek daha küçük parçalara inmek, sonunda bulacağımız tek bir şey var o da enerji.

C.S.- Parçacıkların bir kinetik enerjisi var bir de parçacıkların kendileri var. Ortada hiç parçacık yokken saf enerji gibi birşey görmedik. Sırf elektromanyetik enerji dersek o da fotonlardan ibaret. Yine parçacıklar var, ama kütlesiz parçacıklar.

İZLEYİCİ.- Genel olarak fiziğin biyofizik açısından nasıl bir gidişi var.

Ö.A.- Şu anda bağlantı olabileceği hakkında bir şey söyleyemeyiz ancak şöyle; bu parçacıkların bazıları biyolojik bozulmalara sebep oluyor ama sorunun içinde yok. Biyolojinin fizikle ilgisinin ne olabileceğini biraz önce kimya ve DNA bağlantısında söylemiştim; ancak "canlılık" denen olgunun başlamasında bunun nasıl bir

katkısı olabileceği hakkında bir spekülasyon yapmak için daha çok erken.

O.B.- Bugünkü toplantımızı da kapatıyoruz, teşekkür ederiz.

hastalıksız insan nasıl yaratılır?

19 Ocak 1993

YÖNETİCİ: ORHAN BURSALI

KONUŞMACILAR: HASAN YAZICI, ERCAN TUNCEL, BEYAZIT ÇIRAKOĞLU, SELİM BADUR

Orhan Bursalı- Bu toplantıda hastalık, sağlık konusunu; tıp biliminin sağlam ve oldukça uzun ömürlü ve hastalık yapan etkenlere karşı dayanıklı yeni tipte insan yaratma veya oluşturma çabalarını gündeme getiriyoruz ve tartışmaya açıyoruz. İlk tur konuşmalarda daha çok hastalık sağlık gibi temel kavramlar, tıbbın insan vücudunu ne ölçüde tanıyabildiği üzerinde durulacak ve daha sonra da hastalıksız insan yaratmada bugüne kadar alınabilen mesafeler, bilim adamlarımızın beklentileri, umutları üzerinde durulacak.

Konuklarımızı tanıyalım: Prof. Dr. Hasan Yazıcı; Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Romatoloji Bilim Dalı başkanı ve Tübitak Tıp Araştırma Kurulu üyesi.

Doç. Dr. Selim Badur; İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Viroloji ve Temel İmmünoloji Bilim Dalı Başkanı.

Prof. Dr. Ercan Tuncel; Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı.

Prof. Dr. Beyazıt Çırakoğlu; Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Bölüm Başkanı.

Sözü önce Hasan Yazıcı'ya vermek istiyorum. Önce hastalıksız insan yaratılılabilir mi, bu mümkün mü, bunun ön koşulları nedir?

Hasan Yazıcı- Hastalıksız insan konusunu duyunca aklıma Türk Tabibler Birliği'nin bir toplantısı geldi. İkinci dünya savaşı öncesi. Bu toplantıya benim dedem de katılmış. Bir sonraki toplantının gündemi kararlaştırılacak. Oylama ile konunun öjenik olması kararına varılıyor. Yani "Hastalıksız bir ırk nasıl yaratılacak". Tabii Refik Saydam aklı başında ve ileriyi gören bir şekilde duruma müdahele ediyor, allem ediyor kallem ediyor ve gelecek toplantının gündemini değiştiriyor. Bugün konumuz öjenik değil ama konumuzun tarihi bir önemi olduğunu bilmekte yarar var. Bundan sonra hastalıksız insan derken, hastalığın çok görece bir kavram olduğunu önce vurgulamak lazım ve hatta tam tersinden başlayıp sağlık nedir diye sormak gerek. Sağlığı, hastalıksız olmak, diye yorumlayanlar var. Hakikaten Dünya Sağlık Teşkilatı'nın hastalık tanımında hem bedenin bir takım işlevlerindeki bozukluklar olmaya-

cak deniyor, ama bunun yanında bir de kişinin topluma uyum göstermesi hatta ruh bakımından da uyum içinde olması gerekliliği vurgulanıyor.

Geri dönersek, bu yüzyılın başında da sağlıklı insan nedir diye tanımlayanlar var. Mesela FISK diye bir Amerikalı 1921 yılında diyor ki "Sağlık nedir, sağlıklı insan nasıldır; mesela iyi bir duruş biçimi, aşırıya kaçmayan iyi gelişmiş bir kas sistemi, kan kimyası ve hemoglobin normal düzeyde, damarlar yumuşak, dişler sağlıklı, burunda tıkanıklık yok, görme tamamen normal ya da düzeltilebiliyor, barsaklarında bir durgunluk yok, günde bir kez dışarıya çıkmak genelde barsakların iyi çalışması demek" diyor.

O tarihte bu tanım çok popüler oluyor Amerika'da ve hemen arkasından bir kaç yıl sonra Metropoliten Hayat Sigorta Şirketi bunun üzerinde bir araştırma yapıyor. 1926'da bir çalışma başlatıyor her yıl kontrolden geçen insanların ölümcüllüğü diğerlerinden azdır diye bir sonuca varılıyor. Fakat ondan sonra bu sonuç tekrarlanamıyor. Ama Fisk'in etkileri, ikinci turda bahsedeceğim, çek-up, erken tanı hatta koruyucu hekimlik kavramlarına kadar günümüze uzanıyor.

Esasında Dünya Sağlık Teşkilatı'nın "kişinin işlev bozukluğu yok, ruh bozukluğu yok, sosyal uyum da gösteriyor" tanımı da, bundan çok farklı bir tanım değil.

O.B.-Hastalıklar nasıl ortaya çıkabiliyor?

H.Y.-Hastalıklar doğumsal olabiliyorlar, kalıtsal olabiliyorlar, ama her doğumsal hastalık, kalıtsal değil. Örneğin genital organlarda bir bozukluk veya dişlerde damaktaki bir bozukluk doğumsal olabiliyor ama kalıtsal olmuyor. Veya edinsel, dış faktörlerden alıyoruz bu hastalıkları.

Hastalık oluşumu hakkındaki düşüncelerde bir takım yeni kavramlar var. Bunlardan bir tanesi 19. yüzyılın sonu 20. yüzyılın başlarında bakterilerin ve sonradan virüslerin bulunmasıyla, "her etken bir hastalık yapar" kavramı yavaş yavaş yetmemeye başladı hastalıkları açıklamada. Bir etken bir çok hastalık yapabiliyor. Diyelim kl bulaşıcı sarılığın etkeni hiç olmadık bir yerde ağız içinde bir kansere de neden olabiliyor. Bunun tam tersi de var, bir çok etken bir araya geliyor bir hastalığa sebep olabiliyor. Yani konakta bir takım kalıtsal faktörler var hastalık zeminini hazırlayan, ondan sonra dışardan başka bir etken geliyor hastalığı yapıyor. Bundan da öteye belkl hepsinden de önemli hastalıkların etkenlerini bulamasak, bilemesek bile hastalıkların seyrini değiştirici faktörler var.

Bunun çok klasik bir örneği yağlı yemekle şişmanlıkla meme

kanseri arasındaki ilişki gibi düşünülüyor. Son yıllarda buna karşı görüşler var ama çok klasik bir de gözlem var. Deney hayvanlarına deneysel olarak kanser yerleştirdiğinizde ve bu hayvanları çok iyi, yağlı beslerseniz kanser iyi gelişiyor. En fazla yağ tüketen kuzey ülkelerinde meme kanserinden ölüm çok fazla gibi görünüyor. Hiç kimse yağın kanser yaptığını düşünmüyor ama yağ hastalık seyrini değiştiren bir faktör. Bazı hastalıklarda mesela ilgilendiğim Behçet hastalığı var onda da erkek olmak, genç olmak hastalık seyrini değiştiriyor. Bunları da tartışmamız gerekiyor.

HEKİME DÜŞEN GÖREV

Bu kaba girişi yaptıktan sonra hastalık-insan ilişkilerinde hekime düşen görevden bahsetmek niyetindeyim, ama ona girmeden çok kısa olarak şunu söylemek istiyorum. Eğer hastalıkların bizi rahatsız etmelerinin dışında bir de hayat beklentimizi ne kadar kısaltıyorlar ne yapıyorlar diye baktığımızda çok ilginç birkaç gözlem var. Bunların en ilginci de şu: 1965 yılına kadar, ABD'de 40 yaşma gelmiş bir insanın yaşam beklentisi taa Roma'lılardan beri pek değişmiş değildi. Yani o ilk yıllardaki ölümcüllük, enfeksiyon hastalıklarındaki ölümcüllük ortadan kalkıyor ama ondan sonra insanlar Amerikan deyimi ile 3x20+10 yaşlarına kadar geliyorlar.

Ama 1968-1969'dan sonra bu iş değişiyor. İnsan ömrü o yıllardan sonra kesin olarak uzuyor. İki önemli olay burada etkin oluyor. Bir tanesi petrol krizi. Petrol krizi ile o sırada Amerikan karayollarında sürat kısıtlaması başlıyor, bu sürat kısıtlamasının çok büyük etkisi oluyor yaşam beklentisine. İkinci çok önemli olay da yaşam tarzı ile kolestrol düzeyi, çok yağlı yemekler ve sigarayla kalp hastalıklarının ilişkının ortaya çıması ve insanların yaşam tarzlarım değiştirmesi. Bunların hepsinde hekimlerin çok önemli etkileri yok.

O.B.- İnsan ne kadar uzun yaşayabilir. Bazı görüşlere göre, koşullar elverse, insan 100-120 yıl hatta 400 yıl yaşayabilir. Bunlar ne kadar gerçekçi. Ortalama sağlıklı bir insan ne kadar yaşar?

H.Y.- Eğer araba kullanırken kemerini bağlarsa veya hergün oturup iki paket sigara içmiyorsa gene fena değil o insan yaşayabiliyor. Ama 120-130 sene yaşamıyorlar insanlar. Amerikadaki beklenti 79 yaş civarında. Amerika dünyanın en iyi yeri değil bu konuda, Avrupa ülkelerinde 83-84. Bizde bu beklenti galiba 67 civarında.

O.B.- O zaman 120 yaş bugünkü insan için bugünkü koşullarda olanak dışı diyorsunuz veya yanıtı açık bırakıyorsunuz.

H.Y.- Açık bırakıyorum ve de Türkiye'de olanak dışı diyorum.

O.B.- Hastalık yapan etkenler olan mikroplara, bakterilere karşı mücadele ediliyor ilaçlar geliştiriliyor. Acaba tıp bilimi bütün etkenlere karşı başarılı bir şekilde ilaç geliştirmesi mümkün mü, mikropları tamamen ortadan kaldırması mümkün mü, o aşamaya geldiğimizi varsayabilir miyiz? Okuyoruz duyuyoruz mikroplar ikide bir başka kılıklarda karşımıza çıkıyor, başka yapısal özellikler kazamyorlar. Mesela Aids virüsünün bunlardan biri olduğu söyleniyor. Doğada bir canlı dengesi var, canlılar doğar ve ölürler, doğa bu virüslerle dengesini mi koruyor, insanların geliştirdikleri yeni stratejiye karşı.

Selim Badur- Soruyu bütün olumlu faktörlere sahip bir insanın acaba ömrü çok uzun olabilir mi şeklinde değiştirebiliriz

Özellikle enfeksiyon hastalıkları gibi benim ilgi alanıma giren bulaşıcı hastalıklar ve organizmanın ilişkisi kavramına baktığımızda biliyoruz ki canlıların bağışıklık sistemleri oldukça mükemmel bir sistem, Gerçekten bu sistem sadece karşılaştığı etkenlere değil karşılaşma olasılığı olan hatta olasılığı bulunmayan bir takım etkenlere karşı da yamt vermek için programlanmış bir sistem bir kompleks mekanizma. Ama bazı durumlarda bu bağışıklık sisteminin yetersiz kaldığmı biliyoruz; nasıl oluyor da yetersiz kalıyor, hangi koşullarda yetersiz kalıyor bu sistem. Bir açıdan bunu ele almak lazım; diğer açıdan da bu bağışıklık sisteminden, mikroorganizmadan kaçış yolları var, ikinci aşamada belki ona değinmek lazım.

Acaba hangi durumlarda o "mükemmel" diye tammladığımız bağışıklık sistemi etkilenmekte ya da görevini yerine getirememektedir? Örneğin yorgunluk, yaşlanma, beslenme bütün bu faktörler bağışıklık sisteminin normal görevini yerine getirmesini etkileyen olumlu ya da olumsuz faktörler. Örneğin beslenme yetersizliği ile paralel olarak bazı enfeksiyon hastalıklarımn çok ağır geçtiğini biliyoruz. Örneğin kızamık hastalığı, A.B.D'de ya da Afrika'da bir küçük çocuk aym yaşlarda da olsa tabii doğal olarak sosyoekonomik çevre koşulları da etkiliyor ama beslenme bozukluğuna bağlı olarak yetersiz beslenmelerde kızamık hastalığının döküntülerinin çok daha hemorajik olduğu çok daha yaygın olduğu biliniyor. Ya da kendi konumumla ilgili bir örnek vermek istiyorum, sarılık etkeni olan çeşitli virüsler var, hepatit virüsleri. Örneğin gebelerde bu virüslerden biri olan ve son yıllarda bulunan E hepatit etkeninin, bazı durumlarda ölümcül infeksiyon tablolarına yol açtığını biliyoruz, mortalitesi hiç de fazla yüksek olmayan bir virüs bu, ve çok kısa

sürede hastalar bu E hepatitinden iyileşmekteler; ama 1981-82 Cezayir'de bir deprem oluyor o depremde kanalizasyon içme suyuna karışıyor ve insanlar arasında sarılık (hepatit E) salgını ortaya çıkıyor; bu salgın sırasında hastaların çoğu iyileşiyor buna karşılık hamile kadınların hemen tamamı yaşamını yitiriyor.

Ya da diğer bir çarpıcı örnek yine hepatit virüsü ile ilgili: Bugün biliyoruz ki B tipi hepatit virüsüne yakalanan hastaların çok düşük sayıda belki binde biri fülminan hepatit dediğimiz hastanın çok kısa sürede yaşamını yitirdiği durumla karşı karşıya kalıyorlar. Acaba bu kişilerin özelliği nedir? Bunlarda hastalık etkeni çok daha tehlikeli bir virüs mü? diye bakıldığında, hayır hiçbir farkı yok diğer kişilerde altedilip iyileşen virüsten. Anlaşılmış ki bu kişilerin beklenenin aksine immün sistemleri yani bağışıklık sistemleri çok güçlü çalışmakta. Hastalanan karaciğer hücrelerine savunma mekanizması öyle saldırıyor ki, o denli güçlü bir şekilde onu alt etmeye çalışıyorki karaciğer hücrelerinin yoğun bir şekilde fazla miktarda yıkımı sonucu karaciğer yetmezliğinden kişiler kaybediliyor.

Demek ki bağışıklık sistemi aslında mükemmel bir sistem, ama bırakın çevre koşullarını, sisteme ait bazı özellikler ve olumsuz etkenler de bağışıklık sisteminin bazen değişik bir şekilde çalışmasına yol açabilmektedir.

O.B.- Bazı hastalık etkenlerinin de köklerinin kazındığını görüyoruz.

S.B.- Evet, örneğin asırlar önce kitlesel ölümlere yol açan vebanın artık gelişmekte olan ülkelerde bile adından söz edilmiyor. Buna benzer biçimde artık etkisini yitirmiş mikroorganizmalar var, yıllar önce salgınlara yol açmış etkenlerin artık o denli korkutucu ürkütücü olmadığını biliyoruz.

Bunu paralel olarak da yıllar önce hiç adından söz edilmeyen bir takım hastalık etkenleri ortaya çıkmakta, acaba ne oluyor da yeni hastalık etkenleri ortaya çıkıyor, yeni bir takım mikroorganizmaların adından bahsediliyor? İlk aklımıza gelen AIDS etkeninden başka bir takım hepatit, sarılık türleri bir takım yeni bakteriler örneğin Campylobacter gibi ishale neden olan bakteriler var. Bunlar ortaya çıkmakta, acaba bunlar yeni tanı teknikleriyle ismi konabilen, yeni teknoloji ile ismi konabilen mikroorganizmalar mı, yoksa eskiden bunlar bireylerde hastalık yapmıyorlardı da daha sonra bir hastalık yapma özelliği mi kazandılar, bunu çeşitli örneklerle tartışmak lazım. İsterseniz yeni ilaçlar ve aids etkeni daha önceleri nerelerdeydi sorusuna ikinci turda yanıt vermeye çalışalım.

O.B.- Konumuzda moleküler biyoloji ile genetiğin çok büyük

rolü var. Beyazıt Çırakoğlu hastalıksız insan yaratılabilir mi sorusunu genetik açıdan, kalıtsal hastalık açısından yanıtlayacak. Genetik insana bu konuda ne vaadediyor?

Beyazıt Çırakoğlu- İlk olarak kalıtsal hastalık dediğimiz zaman ne anlıyoruz? Bunu bir açalım. Sayın YAZICI'nın ilk başta bahsettiği büyük hastalık tablosunun içinde bir etken kalıtım. Bütün canlıların bakteriden başlayarak en gelişmiş canlıya kadar (bunun içine bütün hayvanlar alemi ve bitkileri de katıyoruz) tümünün bütün özelliklerini betimleyen bir molekül var. "Yaşam molekülü" de dediğimiz DNA molekülü. İnsan genomunu meydana getiren molekül. Bu molekül bütün hücrelerimizin içinde mevcut. Her hücrenin çekirdeğinde paketlenmiş durumda bir molekül var. Bu molekül aslında bir yazılım, insan için üç milyar harften meydana gelmiş ve dört harflik bir alfabe ile yazılmış bir kitap. Kağıda dökersek yaklaşık 500 bin sayfa tutuyor. Bakterinin genomuna baktığımız zaman 4 milyon harften meydana gelmiş yaklaşık 500-600 sayfalık bir kitap ortaya çıkıyor ve bütün özellikler burada betimlenmiş durumda. Tabii çevresel faktörlerin de bazı özelliklerin ortaya çıkmasında çok önemli rolleri var.

Bu harika molekül 100 bin cümle, yani 100 bin genden meydana geliyor yaklaşık. Bir canlıdan birine, bir kuşaktan diğerine bütün özelliklerini koruyarak geçiyor. Bunun için zaten kalıtımın molekülü DNA'dır diyoruz. Ancak bu geçişler sonucunda birtakım farklılıklar meydana geliyor. Teknik terimlere fazla girmeden iki hücrenin, yumurta ile sperm hücresinin birleşmesi sırasında birtakım alış verişler oluyor iki genetik yapı arasında, iki genom arasında; böylece anne babanın belli özelliklerine sahip ama genelde yeni bir varlık ortaya çıkıyor. İşte bu 3 milyar harften meydana gelmiş kitapta bir takım değişiklikler olduğu zaman (Bazan bir tek harf bazan sayfalar) canlının özelliklerinde değişiklikler oluşuyor.

Bir A yerine G olması veya bir cümlenin içindeki bir kelimenin yarısının dışarı çekilmesi veya araya fazladan girmiş bir sözcük bu genetikalfabede çok büyük farklılıklara yol, açabiliyor. Bunlara polimorfizm de diyoruz. 1960'h yıllarda genetik hastalıklara baktığımızda 300-400 kalıtsal hastalık tanımlanmış durumda bulunuyor. Bugün kalıtsal hastalıkların sayısı 4500'ü aşmış durumda. Bu hastalıklar sonradan çıkmadı, bunlar moleküler biyolojinin ve tıpta ilerlemenin bize yeni verdiği rakamlar. Bugün miyokard enfarktüsün kalıtsal bir tarafı olduğunu biliyoruz. Şizofrenin de kalıtsal bir tarafı olduğunu biliyoruz. Mide ülserinden yola çıkarak kolon kanserine kadar gündelik yaşamda rastladığımız bir çok hastalığın kalıtsal

temeli olduğu artık biliniyor.

İşte bu hastalıklar bir de normal olarak bireyin yaşamı süresince karşılaştığı birtakım dış etkenlerle de daha vurgulayıcı daha yoğun bir hale gelebiliyor. Bugünlerde çok tartışılan Çernobil olayının uzanan etkileri diye gazete ve dergilerde yorumlanan olaylarda görüldüğü gibi. Radyasyon veya birtakım viral hastalıklar veya birtakım kimyasal mütajen dediğimiz, kanserojen dediğimiz maddeler de bazı hücrelerde ve organizmanın tümünde bir takım genetik kalıtsal farklılıklara yol açabiliyor veya bunların getirdiği birtakım rahatsızlıklar ortaya çıkabiliyor.

İşte ilgilendiğimiz alan bunlar ve bu hastalıkların çoğunun tedavisi şu anda mümkün değil, ama bazılarının tedavileri veya bu tedaviye yönelik yaklaşımları konusunda ikinci turda konuşacağım.

O.B.- İlk turdaki konuşmalarımızın görsel bölümüne geliyoruz. Ercan Bey bize insanı tanımada tıbbın hangi mesafeleri katettiğini anlatacak. Tabii ki hastalıksız bir insanı yaratabilmenin ön koşulu konuşmacılarımızın daha önce dedikleri gibi öncelikle hastalığın ne olduğunu, sağlığın ne olduğunu bilmek ise, bir de insanı iyice tanımak, şeffaflaştırabilmek de o kadar önemli. İşte görüntü yöntemleri de insanı şeffaflaştırmaya hizmet ediyor, acaba insanı şeffaflaştırmayı ne kadar başarabiliyoruz?

Ercan Tuncel- Efendim, değerli konuşmacı arkadaşlarım hastalıkların ne oldukları ve nasıl oluştukları konusunda bilgiler sundular. Ben de günümüzde hastalıkların saptanmasında ne noktadayız ve hastalıkları saptamak için temel yöntem olan Radyolojinin günümüzdeki durumu nedir bu konular hakkında bilgiler sunmaya çalışacağım. Teknolojik ilerlemelerin tıbba yansıması en çok tıbbın tanı dalında, özellikle de, doğrudan teknolojiye dayandığı için, radyoloji alanında olmuştur. Bu nedenle günümüzde tanının temel yöntemi olan Radyoloji disiplini içerisinde birden fazla sofistike teknolojinin kullanıldığı tanı yöntemi mevcuttur.

Şimdi bu tanı yöntemlerini kısaca gözden geçirelim.

Hastalıkların insan vücudunda oluşturdukları değişiklikleri biz temelde ikiye ayırıyoruz. Bunlardan ilki hastalıkların organ ve dokuların şekillerinde, kenarlarında ve yapılarında yaptıkları değişikliklerdir. Bu değişikliklere biz morfolojik değişiklikler adını veriyoruz. Hastalıkların vücudumuzda oluşturduğu ikinci tür değişiklik ise organ ve dokuların fonksiyonlarında yani işlevlerinde yaptıkları değişikliklerdir. Bunları biz hekim olarak nasıl saptıyoruz? Hastalıkların oluşturduğu morfolojik veya fonksiyonel değişiklikle-

ri saptamamızın en basit ve en eski yöntemi hastanın yakınmalarını dinlemek, bu yakınmaların zaman içerisindeki değişikliklerini sorgulamak ve hastamızı beş duyumuzun yardımı ile incelemektir. Beş duyu yardımıyla hastayı inceleme, Hipokrat zamanından beri bilinen fizik muayene dediğimiz temel inceleme yöntemidir.

Temel inceleme yöntemi olan fizik muayeneden sonra hastalıkları saptamak için hekimin başvurduğu yöntemler, beş duyu yeteneği ile saptayamadığı, ancak varsaydığı hastalık değişikliklerini saptamak için uygulayacakları duyarlı testlerdir. Bu testlerin başında da radyolojik tanı yöntemleri gelir.

Radyolojik tam yöntemlerinin büyük bölümü görüntüleme temeline dayanır. Aslında fizik muayenenin temel yöntemi olan inspeksiyon hastanın gözle inclenmesi demektir. Hastanın derisinin sarı renk alması veya derideki döküntülerin gözlenmesi temel bir fizik muayene yöntemi olan inspeksiyondur. Vücudun görülebilir kesimlerini gözle incelediğimiz gibi iç yüzeylerini de ucu ışıklı borularla inceleyebiliriz. Buna biz "endoskopi" diyoruz. Endoskopide yapılan işlem; geliştirilmiş aletlerle hastanın doğal açıklıklarından midesine, kalın barsağına, hava yollarına ucu ışıklı borular gönderilerek bu yapılardaki değişiklikleri bu borudan gözle incelemektir.

Vücudun dış yüzeyindeki değişikliklerin gözle incelenmesi yani inspeksiyon; vücudun iç yüzeylerinin ucu ışıklı borularla yine gözle incelenmesi olan endoskopi görme duyusuna dayanan muayene yöntemleridir.

İç ve dış yüzeyleri bu şekilde görüntülenen vücudun organlarının iç yapısını nasıl görüntüleyebiliriz? İşte bizim konumuz, organların iç yapılarının görüntülenmesidir.

Teknolojideki baş döndürücü gelişmeler sonucu 1970'li yıllara kadar sadece röntgenden ibaret olan radyolojide 1970'li yıllarda "bilgisayarlı tomografi" dediğimiz ve vücudun kesitler halinde görüntülenmesini sağlayan ve tıpta devrim yaratan bir görüntüleme yöntemi kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemin temeli X-ışınları ile bilgisayar teknolojisinin evliliği üzerine dayanır ve bu harika yöntem keşfedenlere 1979 Nobel Tıp ödülünü kazandırmıştır. Daha sonra "Ultrasonografinin", daha sonra "Manyetik Rezonans" görüntülemenin kliniğe girdiğini görüyoruz. Son olarak ülkemizde Nükleer Tıp Anabilim dalı olarak ayrı bir anabilim dalı olan, ancak batı ülkelerinde radyolojinin bir alt dalı ğibi görev yapan "Radyonüklid görüntüleme" dediğimiz bir yöntem daha bulunmaktadır. Radyoaktif maddeler kullanılarak organ ve dokuların haritalarının çıkartılması temeline dayanan bir görüntüleme yöntemi olan bu disiplin

içerisinde konvansiyonel olan sintigrafik yöntemlerin yanında SPECT ve PET dediğimiz, bilgisayar teknolojisinin entegre edildiği kesit görüntü alan yöntemler bulunmaktadır.

RÖNTGEN

Şimdi kısacası bu yöntemlerle neler yapıyoruz ve hangi parametrelerle hastalıkların oluştuğu değişiklikleri saptamaya çalışıyoruz, onlar hakkında bilgi vermeye çalışacağım. İlk yöntemimiz Röntgendir. Röntgende kullandığımız enerji türü X-ışınıdır. X-ışını görülebilir ışığın da içinde bulunduğu bir ucunda radyodalgaları diğer ucunda kozmik ışınlar bulunan çok geniş bir spektruma sahip elektromanyetik radyasyondur. Röntgende yaptığımız iş, elektrik enerjisinden ürettiğimiz X-ışınlarını vücudun incelenen bölgelerine göndermek ve o bölgenen arkasına koyduğumuz bir röntgen filmi ile hastadan geçen X-ışınlarını saptamak esasına dayanır.

Yani diğer bir deyişle biz, X-ışını enerjisi ile vücudu test ederek, hangi bölgelerinin X-ışınları atom ağırlığı yüksek ve kalınlığı fazla olan dokular tarafından daha fazla tutulacaktır onu saptıyoruz. Atom ağırlığı yumuşak dokulara göre yüksek olan (kalsiyum fosfat kristalleri nedeniyle) kemik yapılar, röntgen incelemelerinde X-ışınlarını fazla tutacağından, röntgen filmi üzerine daha az X-ışının düşmesine neden olacak ve beyaz görüleceklerdir. Bu nedenle yoğunluğu ve (veya) kalınlığı fazla olan dokular, röntgende beyaz, hava ile dolu akciğerlerde olduğu gibi yoğunluğu veya kalınlığı az olan dokular siyah görülecektir.



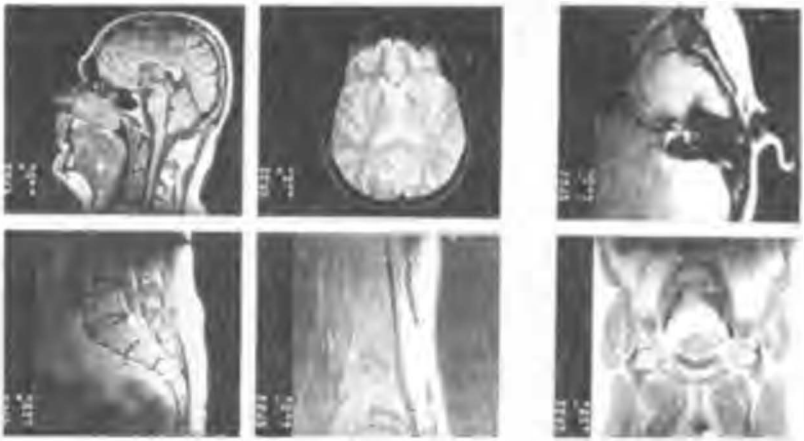
Bu slaytta 1895 yılında dünyada ilk çekilen röntgenogramı görüyorsunuz. Bu 1895 yılında X-ışınlarını keşfeden Profesör Wilhelm Konrad Röntgen'in eşinin elidir. Bu röntgenogramın kalitesinin günümüzde, ülkemizdeki bazı kamu kuruluşlarında çekilen röntgenogramların kalitesine yakın olduğuna dikkatinizi çekerim.

Bu slayt da, bize kapı deliklerinden başkalarını gözleyenlere neden röntgenci adı verildiğini anlatıyor sanıyorum. Bu aslında 1900 yıllarının başında çekilmiş ciddi bir re-



simdir, karikatür değil. Resimde akciğer fluoroskopisi yapan bir hekimi ve hastasını görüyoruz. Hastanın arkasında gördüğümüz X-ışını tüpü hekimin elinde gördüğümüz ise fluoroskopi ekranı bulunan bir aygıt. buradaki trajik durum hekimin konumu. Çünkü o çağlarda X-ışınının biyolojik zararlı etkilerinin bilinmemesi nedeniyle hiçbir korunma tedbiri almadan hekim hastasına fluoroskopi yapmaktadır.

Şimdi bu slaytlarda günümüzdeki röntgen tanı yöntemiyle elde ettiğimiz görüntülerden örnekler izlenmektedir. Slaytlarda görüldüğü



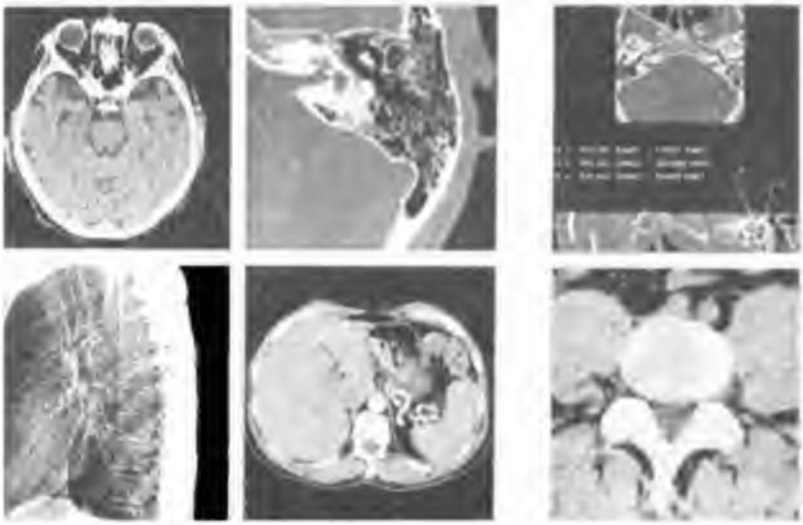
gibi doğal kontrastla çevrelenmiş olan kemikler düz röntgenogramlarda çok iyi görülüyorlar, ancak normalde birbirinden ayrılamayan yumuşak dokuları ayırabilmek için kontrast madde dediğimiz yoğunluğu yüksek maddeler vermek gerekiyor. Örneğin şu slaytta barsakları ancak bu yöntemle görüntüleyebiliyoruz.

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

X-ışınlarının keşfi olan 1895 yılından 1970 yıllarının başına kadar Radyolojideki tanı yöntemimiz Röntgen idi. 1970'li yılların başında X-ışınının gelişen bilgisayar teknolojisi ile birleştirerek Bilgisayarlı Tomografi oluşturuldu. Bilgisayarlı tomografi aslında bir bakıma X-ışınları ile bilgisayarların evliliğinden doğan bir çocuktur ve bu yöntemle o zamana kadar düz röntgenogramlarla görüntülenemeyen beyin, doğrudan görüntülenebilmiştir.

Bilgisayarlı tomografide yapılan işlem vücudun kesitler şeklinde görüntülenmesidir. Kesit alınmasının yararı rötgende dokuların üst üste düşerek karışıklığa neden olmasının ortadan kaldırılmasıdır. Röntgenle birbirinden ayrılamayan yumuşak doku yoğunluklarının bilgisayarlı tomografi ile kolaylıkla ayrılabilmesi yöntemin çok önemli olan diğer bir özelliğidir. Örneğin röntgenle birbirinden ayıramadığımız karaciğer ve dalak, bilgisayarlı tomografide farklı yoğunlukta görülürler. Ayrıca röntgenle ayrılamayan doku içine kanama, bilgisayarlı tomografide bembeyaz rengiyle çevreden kolaylıkla ayrılabilir.

Bilgisayarlı tomografi ile bu sonuç nasıl sağlanmaktadır? Yani bilgisayarlı tomografinin teknolojisi nedir? Bilgisayarlı tomografi yönteminde X-ışınları yelpaze gibi dar bir şerit şeklinde sınırlandırılır. Bu şekilde sınırlandırılmış X-ışını vücuttan geçirilir ve X- ışınının miktarını ölçen dedektör zinciri üzerine düşürülür. Bu şekilde



vücudun sadece istenilen kesitindeki X-ışını zayıflamalarının dedektörlerle hassas bir şekilde saptanması sonucu elde edilen veriler bilgisayar aracılığı ile bir resim şeklinde görüntülenir.

Bu slaytımızda vücudumuzun değişik bölgelerinden alman bir çok Bilgisayarlı Tomografi kesiti izliyoruz. Günümüzde bir tek nefes tutturmak suretiyle vücudu blok şeklinde görüntüleyen bilgisayarlı tomografiler kullanılmaktadır. Bu aygıtlarla vücudun çok daha hızlı bir şekilde incelenmesi mümkündür.

MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Vücudu Bilgisayarlı Tomografide olduğu gibi kesit şeklinde görüntüleyen diğer bir yöntem de Manyetik Rezonans görüntülemektir. Manyetik Rezonans görüntüleme ülkemizde pek yaygın olmayan ama İstanbul'da hem özel sektörde, hem de kamu sektöründe oldukça fazla bulunan bir görüntüleme yöntemidir. Manyetik rezonans görüntülemede veri kaynağımız vücuttaki hidrojen atomlarının çekirdekleridir. Güçlü bir manyetik alan içerisine yerleştirilen insan vücudundaki hidrojen çekirdekleri manyetik alanın yönüne uygun şekilde dizilirler. Bu şekilde dizilen hidrojen çekirdekleri dışarıdan bir radyofrekans ile uyarılırlar, içinde bulundukları ortamın farklılıklarına göre değişik şekillerde sinyal verirler. Bu sinyaller saptanarak bilgisayar yardımıyla vücudun kesit şeklinde bir görüntüsü elde edilmiş olur.

O.B.- Bilgisayarlı tomografi ile arasında hangi farklar var?

E.T.- İki önemli fark var. Bunlardan birincisi bilgisayarlı tomografi görüntülerinin hepsi aksiyal planda yani enine kesitler olduğu halde, manyetik rezonans görüntüleme ile her üç düzlemde de kesit elde edilebilmesidir. İkinci fark ise manyetik rezonans görüntülerinde yumuşak dokuların, bigisayarlı tomografileri kesitlerinden çok daha detaylı olarak görüntülenebilmesidir. Manyetik rezonans görüntüleme radyolojik yöntemler içerisinde yumuşak dokuları birbirinden ayırma yeteneği en yüksek olan yöntemdir. Manyetik rezonans görüntülemenin diğer önemli bir özelliği de içerisinde akım olan damarların kontrast madde verilmeden görüntüleyebilmesidir. Yakın bir gelecekte manyetik rezonans ile yapılan anjiografinin tam amacıyla yapılan tüm anjiografik işlemleri ortadan kaldıracağı ümit edilmektedir.

Bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemlerinde güçlü bilgisayarların görüntü işleme kapasiteleri de fevkalade artmıştır. Sonuçta kesit görüntüleme yöntemleriyle toplanan



veriler bu güçlü bilgisayarlar aracılığı ile üç boyutlu olarak yeniden yapılabilmektedir. Hekimler üç boyutlu şekilde oluşturulmuş bu görüntüleri monitörlerden, çevirerek değişik açılardan izleyebilmektedirler. Örneğin yüz kırıklarında bilgisayarlı tomografi kesitlerinden yapılan üç boyutlu görüntüler cerrah tarafından incelenmekte ve yapılacak düzeltme operasyonu çok daha duyarlı bir şekilde planlanabilmektedir.

ULTRASONOGRAFİ

Şimdi dördüncü radyolojik tanı yöntemi olan ultrasonografiyi incelemeye çalışalım. Ultrasonografide kullandığımız enerji türü, frekansı kulağın duyma seviyesinden çok yüksek olan ses dalgalarıdır. Vücuda gönderilen ses dalgalarının farklı doku yüzeylerinden yansımaları saptanarak dokuların kesit görüntüleri elde edilir. Temelde yumuşak dokuyu inceleyen bir yöntemdir.

Ultrasonografi, kullandığı enerji türü olan sesin X-ışını gibi zararlı etkilerinin bulunmaması, yöntemin uygulanmasının basitliği, aygıtın küçük ve hareket edebilir olması ve aygıtların ucuzluğu bakımından çok değerli bir yöntemdir. Yöntemin en önemli sakıncası sonuçların, yani tanı değerlerinin uygulayıcısının bilgi ve görgüsüne çok bağlı olmasıdır. Yani bir ultrasonografik incelemeyi yapan hekim konuya çok hakim ise sonuçlar fevkalade iyi, iyi yetişmemişse sonuçlar yanıltıcı olacaktır.



Ultrasonografik incelememizde iki temel yöntemimiz var. Birinci yöntemimiz diğer kesit görüntüler gibi vücudun istenilen kesitinin görüntülenmesidir. Bu görüntüler morfolojik bilgiler verir, yani aynı bilgisayarlı tomografi veya manyetik rezonans görüntülemede olduğu gibi dokular kesit şeklinde görülenir. İkinci yöntemimiz ise "Doppler Ultrasonografi" dediğimiz, akımı analiz eden ve renkli olarak görüntüleyen yöntemimizdir.

Ultrasonografi benim şahsen hayran olduğum bir tanı yöntemidir. Bu hayranlığımın temel nedeni, maliyetine göre tanı yeteneğinin yüksek olmasıdır. İkiyüz milyon liralık bir ultrasonografi aygıtı ile, santral sinir sistemi dışında, örneğin karın organlarında 0,5 milyon dolarlık bilgisayarlı tomografi ve 1,5 milyon dolarlık manyetik rezonans görüntüleme yöntemleriyle elde ettiğimiz bilgilerin büyük bir çoğunluğu rahatlıkla elde edilebilir.

Ultrasonografi ile bugün klinikte neler yapıyoruz? Zararsız olması ve yumuşak dokuları çok iyi görüntülemesi nedeniyle ultrasonografi, bugün gebeliğin temel inceleme yöntemi konumundadır. Ana karnındaki bebek ve ilişkili yapılar çok iyi görüntülenmektedir. Ayrıca karaciğer dalak gibi yumuşak doku organları ve safra kesesi gibi içi sıvı dolu organlar ultrasonografi ile çok iyi bir şekilde incelenir. Ultrasonografinin Doppler yönteminin temel kullanım alanı ise kan akımının kalifikasyon ve kantifikasyonudur.

Ultrasonografide incelenen dokuya yaklaştıkça görüntü verile-

rinin artması gerçeği "endoskopik ultrasonografi" dediğimiz, vücudun doğal açıklıklarından girilerek incelenecek organı çok yakından görüntüleyen yöntemler geliştirilmesine neden oldu. Bunun tipik örneği makattan sokulan böyle bir probla prostatın incelenmesidir. Bu yöntem Japonya gibi ülkelerde bazı sağlık merkezlerinde tarama testi olarak kullanılmaktadır.



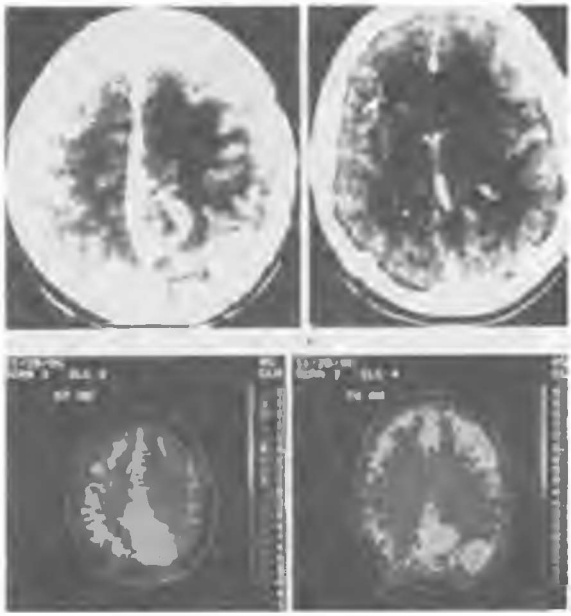
Bu slaytta bir atardamar görüyorsunuz. Görüldüğü gibi atardamarın duvarı ve iç yüzeyi çepeçevre detaylı bir şekilde görüntülenmiştir. Bu görüntüler damarlar içerisine sokulmuş kateterler içine yerleştirilmiş mikro transduserlerin ürettiği ve kaydettiği ultrason demetleri ile elde edilmiştir. Böylece kateterle erişilebilen her damar detaylı bir şekilde incelenebilmektedirler.

NÜKLEER TIP: SİNTİGRAFİ, SPECT, PET

Son olarak sizlere batıda radyolojinin bir alt dalı olan ve ancak ülkemizde Nükleer Tıp adı altında ayrı bir uzmanlık dalı olarak organize olmuş tanı yöntemi hakkında bilgi vermeye çalışacağım. Bu disiplindeki görüntüleme yöntemleri diğerlerinde biraz farklıdır. Bu fark yöntemin morfolojik bilgilerden daha çok fonksiyonel bilgilerle yüklü olmasından kaynaklanır. Bu görüntüleme yönteminde vücuda dışarıdan radyoaktif bir madde verilir ve bu madde hangi organ incelenmek isteniyorsa o organ tarafından tutulan bir maddeye bağlanarak verilmelidir.

Yöntemde kullanılan radyoaktif maddeler gamma ışını kaynağıdırlar. İlgili organ tarafından tutulan bir radyoaktif maddeler, orada da gamma ışını yaymaya devam edeceklerdir.

Yöntemimiz bu ışınların dedektörlerle saptanarak görüntü oluşturulması temeline dayanır. Sintigrafi adı verdiğimiz bu yöntemde organ ve dokuda dağılan radyoaktivitenin geldiği yer sapta-



narak o bölgenin noktalardan oluşan bir görüntüsü oluşturulur. Bu sisteme tomografi ilave edilirse organın tümünden değil, belirli bir kesitinden gelen radyoaktivite saptanır. Buna da biz SPECT diyoruz. SPECT ile sintigrafinin verileri arttırılmıştır. Şimdi slaytlarla sintigrafi örneklerimizi görelim. Görüntülerimizin hepsi gördüğünüz gibi noktalardan oluşuyor.

Son olarak nükleer tıp disiplini içerisinde incelenen PET yönteminden bahsedeyim. PET Pozitron Emisyon Tomografi kelimelerinin baş harflerinden oluşur. Çok pahalı bir yöntemdir. Ülkemizde yoktur ve dünyada da başta ABD olmak üzere sayılı yerlerde bulunmaktadır. PET ne yapmaktadır? Öbür tanı yöntemlerinden farkı nedir? PET'in en önemli özelliği radyoaktif madde bağlanmış normal metabolitlerin metabolizmalarını inceleyebilmesidir. Örneğin glikoz tüketimi yüksek olan beyinde glikozu pozitron kaynağı radyoaktif maddelerle işaretleyerek damardan verip beyinin çevresine radyoaktiviteyi saptayacak dedektör halkası yerleştirirsek glikozun tüketildiği bölgeleri ve tüketim oranını saptayabiliriz. Yapılan incelemelerde ruh hastalıklarından manide beyinin ön kesimlerinde glikoz tüketiminin arttığı, tüketimin çevreye göre arttığını göstermektedir. Bu bölge bize tümörü gösteriyor. Bu tümörü bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemimizle daha iyi görüntüleyebildiğimize göre PET yönteminin önemi nedir?

Önemi şu; glikozu işaretleyip onun dağılımını inceleyebiliyorsak, başka maddeleri de işaretleyip onların da dağılımlarını inceleyebiliriz. Örneğin ruh hastalıklarının bir bölümünde kullanılan ilaçların beyin içerisinde nerelere giderek etki ettiği, bu yöntemlerin etki mekanizmaları hakkında çok değerli bilgiler vermektedir.

O.B.- Bu tanı yöntemleriyle hastalıklar hakkında neler öğrenebiliyoruz?

E.T.- Yukarıda özetlemeye çalıştığım radyolojik yöntemler lezyonları saptıyorlar, ancak lezyonların yani yaygınlığının ne olduğunu söylemeliyiz. Daha da önemlisi hastalığın cinsini, türünü, yani doku karakteristiğini söylemeliyiz. Örneğin hastanın karaciğeri içerisinde karaciğer dokusundan yaygınlığını, boyutu, çevre dokularla ilişkisi ve başka taraflara uzantısı olup olmadığı söylenmelidir. Üçüncüsü ve daha önemli ise bu yer kaplayan lezyonun bir iltihap birikintisi mi, bir kanser türü mü veya iyi huylu bir ur mu olup olmadığının söylenmesidir.

Şimdiye kadar anlattığımız, bir bölümü oldukça ucuz ama bir bölümü milyon dolarlarla ifade edilecek çok büyük paralara mal olan ve hepsi de yabancı teknoloji transferi olan bu yöntemlerimiz bu soruların karşılıklarını verebiliyorlar mı?

Bu soruların karşılıklarını şu slaytta incelemeye çalışalım. Bakınız ilk radyolojik tanı yöntemimiz olan ve günümüzde de temel tanı yöntemi olma özelliğini koruyan röntgen; kemiği, yumuşak dokuyu, yağı ve havayı birbirinden ayırabiliyor. Ultrasonografi ise sıvı veya yumuşak doku ayırımını çok iyi yapıyor. Bilgisayarlı tomografi röntgendeki tüm yumuşak doku farkılıklarını ayırabiliyor. Manyetik rezonans görüntüleme ise bunlardan başka fibrozisi ayırabiliyor. Fakat yöntemlerimizin hiçbirisi bu kanserdir ve hücre yapısı şudur, veya bu iyi huylu bir urdur ve hücre yapısı budur diyemiyor.

Bu durumda yapılması gereken şey lezyondan hücre veya doku örneği alarak onu mikroskop altında incelemektir. İşte radyolojik tanı yöntemlerinin önemli bir işlevi de, biyopsi dediğimiz bu dokudan parça alma işleminde hekime lezyonu ve ona ulaşacak yolları çok iyi bir şekilde görüntüleyerek kılavuzluk etmesidir.

O.B.- Bu teknolojiler nasıl gelişecek? Gelecekte hastalıklar hakkında çok daha kesin bilgiler elde edebilecek miyiz?

E.T.- Gelecekte lezyonlar, yani hastalıklar, daha erken daha küçük boyutlu iken tanınabilecektir. Veriler çok daha hızlı toplanacağı için vücut hareketlerinin engellediği bilgi kaybı ortadan kalkacak ve daha kısa sürelerde daha çok bilgi toplanabilecektir. Ayrıca

ileride geliştirelecek yöntemlerle, incelenen dokunun karakterize edilebileceği, yani parça almaya gerek kalmadan dokunun yapısının söylenebileceği ümit edilmektedir.

Teknolojik gelişim sonucu tanıda görülen bu gelişmeler, genelde eskiden saptayamadığımız birçok lezyonu görünür hale getirmiştir. Ancak şurası unutulmamalı ki bu yöntemler olmadan da bu hastalıkların çoğu hakkında dolaylı da olsa bilgiler edinebiliyorduk. Ancak bu bilgiler şimdiki gibi hastaya dokunmadan elde edilen resimlerle değil, hastayı ciddi şekilde yapılan rahatsız edici birçok gelişim sonucu elde ediliyordu. Örneğin bilgisayarlı tomografiden önce beyini ancak içerisindeki boşluklara hava veya kontrast madde vererek görüntüleyebiliyorduk. Bazı olgularda bu işlemi yapabilmek için kafa tası kemiklerinin delinmesi bile gerekiyordu. Bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans gibi görüntüleme yöntemleri eskiden yaptığımız bu şekildeki invaziv yöntemlerin tümünün ortadan kaldırılmasına neden olmuştur. Bu nedenle gelecekteki gelişmelerin bu yönde devam ederek hastaya dokunmadan veri elde etmek yönünde olacağı söylenebilir. Yani diğer bir deyişle incelemeler çok daha az invaziv olacaktır. Bilgisayardaki gelişmeler göz önüne alındığında röntgen filmlerinin kaldırılıp görüntülerin tümüyle bilgisayar belleklerinde arşivleneceği ve gerektiğinde bilgisayar monitörlerinden izleneceğini söylemek de samrım falcılık olmayacaktır.

O.B.- Şimdi II. tur konuşmalarımızı Hasan Yazıcı ile başlatıyoruz. Erken tam, koruyucu hekimlik: Bunlar insan ömrünü ne kadar uzatacaklar ve ülkemizde durum nedir.

H.Y.- Birinci kısımda az çok hastalıkla yaşam beklentisi arasında birebir ilişki olmadığım söylemeye çalıştım. Şöyle bir saptama yapalım: 1930'larda hastalık çeşidi diye kabaca sıralarsak, insan hayatının kalitesini değiştiren 360 çeşit hastalık vardı. Şimdi ise bu rakam 500'e yaklaşıyor, 4000 rakamı gerçek de, onların bir kısmı o kadar az görülen hastalıklar ki onlardaki moleküler sorunları ortaya çıkartmak tüm insan ömrünün niceliğine ve niteliğine aritmatik olarak henüz fazla etki etmiyor. Ancak 1930'daki 360 hastalığın kabaca o yıllarda % 10 kadarına birşeyler yapılabiliyordu. Ama bu şimdi 500'e yaklaşan hastalıkta kabaca yarı yarıya hatta yarıdan biraz fazla gibi % 55 filan gibi etkili olabiliyoruz.

İkincisi, hastalık kavramının görece bir kavram olduğunu vurgulamak istiyorum. Son yıllarda kemik azlığı osteoporoz diye bir hastalığın çok yaygın olduğu ortaya çıktı. İleri ülkelerde bu 15-20 yıl önce söylenmeye başladı. Demek osteoporoz bizim ülkemizde

görece yeni bir hastalık oluyor. 15-20 yıl evvel osteoporoza çok önemli bir hastalıktır diyen ülkeler ise şimdi uzun süreli jet seyahatlerinden sonra ortaya çıkan jet yorgunluğuna hastalık demeye başladılar.

Afrikaya gidelim, Afrikanın çok ilkel topluluklarında o adam veya hanım işini yapamıyor ise hasta, işini yapabiliyor ise hasta değil gibi düşünülüyor.

O.B.- Erken tanı koymak ne kadar ve hangi hastalıklarda önemli?

H.Y.- Erken tanı sık samldığının aksine öyle çok hayat kurtarmıyor esasında. Hesap kitap yapılıp bakıldığında şöyle bir 5-10 hastalığımız var, hakikaten daha hiç belirti vermeden tam koyduğumuzda yararlı olduğumuz. Bundan giderek örneğin İngiltere'de "Benim hiçbir şeyim yok ama sen beni bir kontrol et" dediği zaman, hekimler kovalıyor hastaları. Halbuki bunun yıllardan beri reklamının yapıldığı Amerika'da, olay tam tersi. Amerika'nın bazı bölgelerinde televizyonla "Acaba sende bir şey var mı gel bir bakalım" denilmeye başlandı. Belki her ikisi de çok uçta uygulama ama bizim gibi parası çok kısıtlı bir ülkede bunun arasını bulmak hayati gibi geliyor.

Hastalığa erken tanının işe yaradığı hastalıkları sayarsak; yüksek tansiyona erken tam koymak kesinlikle önemli, göz basıncının artmasına erken tam koymak çok önemli, körlüğü önlüyor onun için hekimler her zaman göz basıncını ölçme aleti ile dolaşıyorlar. Halbuki bizde çoğu kez göz doktorlarının dahi göz basıncına bakmadığını biliyoruz. Onun dışında bazı kanser türlerine erken tam koymak hayat kurtarabiliyor. Kadınlarda rahimağzı kanseri böyle. Gene kadınlarda ve erkeklerde kalın barsağın son kısmının kanserine erken tam koymak, meme kanserine erken tanı koymak, belki prostat kanserine erken tanı koymak, önemli.

O.B.- Düzenli bir şekilde çekap yaptırarak önlem alabilir miyiz?

H.Y.- Herhangi bir kan testi ile hastalığa erken tam koymanın o hastalığın seyrini değiştireceğine örnek çok az. Kolesterol buna iyi bir örnek.

Bu demek değil ki eğer göğsü ağrıyorsa insanın boşvermek lazım, ama belirti esas. Ne kadar tuhaf ki yıllarca Amerikan sigorta şirketleri çekap uyguladılar, bir yandan da sigara endüstrisi devamlı olarak gelişti.

1960'ların başında erkeklerde en büyük ölüm nedeni akciğer kanseri. Özellikle çok sigara içen askerlerde yaygın. Bu tarihlerde

Amerikan askeri hastanelerinde bir çalışma yapılıyor. Özetle görülüyor ki iki ayda bir dahi akciğer filmi çeksen akciğer kanserine tanı koyamıyorsun. Buradan başlayarak günümüze dek birçok çalışma yapıldı ve ciddi bilimsel dergilerde yapılan yayınlarda ortaya kondu ki öyle ezbere çekap yapmak pek akılcı bir şey değil. Yaşa ve cinse özgü ve çok da kısıtlı incelemeler yapmak gerek.

Bunları ne yazık ki çok zengin ülkeler devamlı tartışıyor. Bizde hiç tartışması yapılmıyor bunların, hatta gündem dışı bırakılması düşünülüyor ki çok kötü bir şey bu. Ama ne yapıyoruz, işte Çernobil olayını tartışırken sigara fabrikası kuruyoruz. Binlerce defa daha fazla ölümcül olacak sigara fabrikasını açıyoruz, hem de devlet erkânımızla açıyoruz. Karayollarımızda sürat kısıtlaması kesinlikle koymuyoruz, çok insanlar öldü biliyoruz ama neden sürat kısıtlaması koymuyoruz onu bilmiyoruz. Magnetik rezoransın olup olmaması çok önemli ama karayollarına kısıtlama koymamamız her viraja diyelim İstanbul-Ankara yolunda % 2-2,5 kaza olasılığı ile girmemiz gerçeği de çok önemli.

Demek hastalıksız insan yaratmakta tıbbın gelişmeleri yanında bir de aritmetik lazım, en azından izan lazım. Bunları göz önünde tutmamız gerekiyor.

KORUYUCU HEKİMLİK

Bu arada hekimleri ilgilendiren ve bizim ülkemiz için de çok önemli bir olayla ben kapatmak istiyorum; o da "Erken teşhis hayat kurtarır" verisinden sloganından giderek bir koruyucu hekimlik modası ortaya çıktı. Koruyucu hekimlik esasında bakıldığı zaman çok insancıl bir şey. Yani bütün bu kötü şeyler ortaya çıkmadan evvel elimizdeki tüm olanakları kullanalım, şunu yapalım, bunu yapalım ve bu hastalıklara engel olalım. Ancak baktığımız zaman dünyada en fazla öldüren hastalık sıtma, rakamsal olarak kesin öyle hâlâ. Sıtmanın herşeyini biliyoruz. Aslında sıtmadan insanların ölmemesi için hekimlere hiç gerek yok, tamamiyle sivrisinek, bataklık savaşı. Demin sigara örneğini verdim. 1963'de konuyor İngiltere'de kemer bağlama yasağı; 1964'de birinci yıl sonunda 4500 sakatlık, 400'e yakın ölüm olayı engellendi diye hesaplanıyor.

Özellikle bizim gibi sağlık olanakları kısıtlı olan ülkelerde bu rakamsal düşünmeye, bu akıllı düşünmeye ayrı bir gerek var. Ama bakın ne oluyor, bütün bunlara koruyucu hekimlik kavramına kim sahip çıkıyor yine bizim ülkenin aydınları çıkıyor. Çünkü diyoruz ki kanalizasyonu yaparsak, çeşitli imkanları sağlarsak, yaşamımız

daha iyi olur. Hekimler başka şeyler için yetiştiriliyor. 6 sene, 10 sene, 14 sene hastalıkları anlamak için, iyileştirmek için eğitiliyoruz. Yolları yapmak, kanalizasyonları düzeltmek, bataklıkları kurutmak için çok daha kısa yoldan çok başka insanlar yetiştirmek mümkün. Biz hekim olarak kendi görevimizi yapamıyoruz, muvaffak olamıyoruz o zaman kendimize karşı saygımız azalıyor, toplumun bizden beklentisi azalıyor.

Bizdeki aydın kesim koruyucu hekimlik rüyasına girmiş. Ama bu tabii aydın kesimi yönetmek isteyen yönlendirmek isteyen rejimlerin de işine geliyor ve diyorlar ki "tamam, zorunlu hizmet koyalım, gidin oraya bunları yapın" Ama birşey yapılamıyor sonunda. Onun için rakamsal düşünce tarzı ile bunları benimsersek insan hayatını az çok hastalıksız yapabiliriz gibime geliyor.

O.*B.*- Selim Bey bu ilaçlarla, aşılarla hastalık kökünü kazımak acaba bir hayal mi, bir umut var mı?

S.*B.*- Ben konuşmanın ilk bölümünde enfeksiyon hastalıkları etkenlerinin ve bu etkenlere karşı vücudun savunma sistemi olan immün sistemin ilişkisine değindim ve dedim ki immün sistem aslında çeşitli dış faktörlerden etkilenebiliyor ve o mükemmel çalışması gereken sistem aslında bazan aksıyor. Bunun yanısıra hastalık etkeniyle immün sistem karşılaştığında ne oluyor?

Bakteriler bizim umduğumuzdan, sandığımızdan daha akıllı canlılar, onlar immün sistemden kaçabilmek için birtakım mekanizmalar oluşturuyorlar. O denli değişkenlikler gösteriyorlar ki başlangıçta onu tanıyan immün sistem artık onu tanıyamıyor. Örneğin Aids, aslında tıp tarihine bakıldığında tıbbın belki en kısa zamanda en çok gelişme kaydedilen konusu. 1981 yılında ilk tanımlandıktan sonra 12 yıl içinde etken bütün ayrıntılarıyla biliniyor: Bulaşma yolları, hangi yollardan bulaştığı ve bulaşmadığı çok iyi biliniyor, nasıl etki ettiği biliniyor ama toplumun somut yanıt beklediği birtakım olaylar var: tedavi ve aşı konuları. Aids için bunlara henüz yanıt bulunamıyor. Neden bulunamıyor, çünkü aids etkeni olan kısaca HIV virüsü dediğimiz virüs süratle yapı değiştirmekte, o denli süratli yapı değiştirmektedir ki bırakın iki hastadan etken olarak ayırdığınız ya da saptadığınız mikroorganizmayı aynı hastada belirli aralıklarla kanını ya da hücrelerini alıp incelediğinizde görüyorsunuz ki aids etkeninin yapısı bu kısa sürelerle alındığında aynı kişide bile farklı. O zaman a şekiine göre hazırlanmış bir aşı kısa sürede yapısal değişikliğe uğradığı için bir süre sonra etkenin alacağı b şekline göre etkisiz oluyor. Demek kı mikroorganizmalar oldukça akıllılar ve kendilerine göre immün sistemi yanıltabiliyor-

lar. O zaman tedavi yöntemleri olmalı, örneğin aşılar veya antibiyotiklerle immün sisteme biz yapay olarak dışardan savunmasına katkıda bulunabilir miyiz?

AŞILAR VE İLAÇLAR

Aşılara bakalım. Örneğin kuduz aşısının birtakım yan etkileri var ya da olma olasılığı bulunuyor. Örneğin hepatit aşısı çok iyi, çok zararsız da olsa % 10 kadar aşılanan kişinin aşıya yanıt vermediğini yani aşıdan beklenen sonucu alamadığını biliyoruz. Aşının uyarması gereken immün sisteme ait reseptör noksanlığından, sistem yeterince uyarılamıyor.

İlaçlara gelince; kullanılan ilaçlara bağlı, gerçekten iyotrejonik hastalıklar adı altında toplanan çeşitli hastalıklar oluyor. Sözgelimi bazı antienfalmaturların nefrite yol açtığını biliyoruz.

Bu ilaçların beni ilgilendiren kısmı antibiyotikler. Bugün antibiyotiklerin birçok sisteme çok zararlı etkileri olduğu biliniyor. Özellikle immün sistem yani bağışıklık sistemi üzerine olumsuz etkileri gün geçtikçe araştırılan ve ortaya konulan bir nokta. Antibiyotiklerin sorumsuzca ezbere kullanıldığı ülkelerde gerçekten siz uygun antibiyotiği seçmezseniz kendi haline bırakın hastalığı: bağışıklık sistemi alt edebilecek onu, ama ezbere kullandığınız antibiyotik hem etkili olamıyor hem de bağışıklık sistemini kırıyor. Hepsinin yan etkileri var.

Bütün bunlar hastalıksız insan yaratılmasında ortaya çıkacak sorunlar. Sanıyorum iş dönüp dolaşacak yine Sayın Çırakoğlu'nun bağlayacağı konuya gelecek. Bazı dış etkenler mükemmel çalışması gereken genetik sisteminizi öyle bozuyorlar ki buna nasıl engel olunacak?

O.B.- İlaçlarla bu hastalık etkenlerini alt etmede fazla bir umut yok diyorsunuz.

S.B.- En azından şimdiki teknolojide.

O.B.- Beyazıt söz yine senin, bu kalıtsal hastalıkların tedavisinde en azından bizim konumuza ilişkin daha fazla umut verebilir misin?

B.Ç.- Aslında benim de çok umut verebileceğim noktalar fazla yok. Ama kalıtsal hastalıklar gen düzeyinde bir takım aksaklıklardan kaynaklandığına göre ilk önce en mantıklısı gene müdahele etmek, ama bu o kadar kolay birşey değil. Şu ana kadar kalıtsal hastalıklarda yapılabilenler genellikle hastalığa yol açan bir gen bozukluğunun getirdiği sonuçları biraz değiştirmeye çalışmak. Örne-

ğin beta talasemi dediğimiz Akdeniz kansızlığı hastalığında yapılan ancak kan translüzyonu, yani hastalık ortaya çıktıktan sonra kan translüzyonuyla birtakım aksaklıkları yüzeysel olarak gidermek. Bunu sık sık tekrarlamak. Bunun sonucu olarak vücutta dokularda demir birikimi meydana geliyor, bunun getirdiği komplikasyonlarla zaten çok fazla mesafe alınamıyor. Bu seferde vücuttan bu demiri çekecek olan desperal denen bir ilacın devamlı kullanılması söz konusu.

O zaman da o desperal pompaları en az haftanın beş günü vücutta kalmak zorunda. Bu hastalığın maliyetini çok arttırıyor. Bugün beta talasemiye sahip çocuk, çocuk diyorum maalesef ileriki yaşlarda bu hastalığı taşıyan çok fazla insan bulamıyoruz, erken yaşlarda kaybediliyor. Bir hastanın bir aylık maliyeti bilebildiğim kadar 2 milyon liraya yakln.

Hemofilisi olan bir kişide pıhtılaşma faktörleri verilerek bu hastalık tedavi edilmeye çalışılıyor.

Bazı hastalıklarda ise diet uygulanıyor, örneğin fenil ketonüri dediğimiz hastalıkta bir amino asidin toksik etki yapması nedeniyle o amino asiti içermeyen diyetler veriliyor. Bu da çok çok zor bir şey. 20 amino asitten bir tanesini her gidadan çekerek bu kadar özel bir diet uygulamak son derece pahalı bir yöntem.

Yani kalıtsal hastalıkların tedavisi oldukça güç.

O.B.- Peki hastanın genlerine müdahale ederek tedavi ne kadar mümkün?

B.Ç.- Gen düzeyinde şu anda kalıtsal bir hastalığa müdahele etmek olanağı son derece kısıtlı. Bazı karaciğer veya somatik yani vücut hücrelerine müdahele etmek deneniyor. O da o organdaki bir takım aksaklıkları düzeltmek yolunda olabilir. Şu ana kadar varılabilen nokta sadece adenin de aminaz dediğimiz bir enzimin eksikliğinden kaynaklanan bir genetik hastalığın dışardan bu sağlıklı geni vererek bir iki çocukta başarılmış gen transferi dediğimiz olay var. Tümoral hastalıklarda, kanser tedavisinde şimdi gen tedavisi daha güvenli, daha ümit vaadeden adımlar atılıyor. Ben kalıtsal hastalıklar çerçevesi içinde kalmak istiyorum.

Bazı kalıtsal hastalıkları ortadan kaldıramadığımıza göre, bu hastalıklara yakalanan kişiler bir süre sonra çevrelerine büyük acılar vererek kendileri de acılar sıkıntılar çekerek bu yaşamdan ayrıldıklarına göre, acaba bu yaşam hiç başlamasa mı? diye bir yaklaşımla prenatal, yani doğum öncesi tam denen yöntem geliştiriliyor. Hamileliğin ilk haftalarında veya ilk aylarında alınan örnekler üzerinde gelişmiş moleküler biyoloji ve diğer birtakım tam teknikleriy-

le doğacak bireyin sözkonusu bir hastalığı taşıyıp taşımayacağı, taşırsa ne kadar etkileneceğini artık saptamak mümkün.

Bu prenatal tam sayesinde de hamileliğe hatta yasal sınırlar içerisinde 10. haftaya kadar da daha önce tamyı koyarak son vermek mümkün. Bugün biraz daha ileri gidilmiş yöntemler var. Örneğin gen tedavisinde yapılmış birtakım çalışmalar var. Yumurtaya müdahale sözkonusu, fertilize olmuş yumurtaya. Yani spermle yumurtanın birleşmesi sonucu meydana gelmiş yaşamın kaynağı olan tek hücreye müdahale sözkonusu. Bu hayvanlar üzerinde özellikle farelerde yapılıyor.

Bana oldukça tehlikeli gelen son zamanlarda A.B.D'de yapılan bir yöntem var. Tüp bebeğin ne olduğunu sanıyorum burada herkes biliyordur. İlk bir hücre var, zigot dediğimiz yumurta ile spermin birleşmesinden meydana gelmiş bir hücre. Bu hücre birken iki oluyor bölünmeye başlıyor, ikiyken dört oluyor, dörtken sekiz oluyor. Şimdi eğer dört hücreye kadar geldiğinde bu hücrelerden bir tanesini alır, diğer üçünü anne rahmine yerleştirirseniz doğacak birey tamamiyle bir bütün, normal bir birey olarak karşımıza çıkıyor. Ama 8 hücreden, 8 hücre haline geldikten sonra bir tane çekerseniz ve bunu yerleştirirseniz mutlaka sakat bir doğum oluyor.

Demek ki bu dört hücre aşamasında birşeyler yapılabilir diye düşünüyorlar. Tüp bebeği meydana getirecek çalışmayı yaptıktan hemen sonra anne rahmine yerleştirmiyorlar, dört hücre olana kadar bekliyorlar ve aradan bir hücreyi çekiyorlar. Bu hücreyi ayırdıktan sonra genomik yapısını inceleyip eğer aranan hastalık varsa hücreler yerleştirilmiyor çöpe atılıyor, eğer yoksa o üç hücre anne rahmine yerleştiriliyor ve sağlıklı bir birey elde ediliyor.

O.B.- Hastalıksız, süper insan yaratmanın en iyi yolu gibi görünüyor ama ahlaki sakıncaları yok mu?

B.Ç.- Bir birey talasemik veya başka bir kalıtsal hastalık taşıyor diye yok ediliyor. O zaman Stephan Hawking'in olmaması lazımdı, eğer bu tekniği daha önce uygulasaydık. Veya Van Gogh olmayacaktı eğer bu teknik eskiden beri olsaydı. Burada benim söylemek istediğim doğanın çok uzun zamandır belki de binlerce yıldır geliştirdiği bir denge var.

Bu dengede ille de sadece üstün yaratıkları seçme diye bir olay yok, kalıtsal hastalıklara baktığımız zaman, kalıtsal hastalıklarda çok büyük bir patlama yok, o zaman bunlara müdahele etmenin, kurcalamanın ben karşısındayım. Bu şekilde prenatal tamlar tamam olabilir, ama doğa kendini dengeleyecektir belli bir yerde ve dengeliyor kaç nesildir. O halde bir prenetal yaşamı önceden dur-

durma hakkını kendimizde pek görmememiz lazım diye düşünüyorum. O bakımdan özellikle kalıtsal hastalıklarda daha çok tedaviye yönelik çalışmalar, daha çok hastalığın mümkün olduğu kadar çabuk karakterize edilerek tanımlanarak onların tedavisine yönelinmesi taraflısıyım.

Tedavi konusunda tabii çok yoğun çalışmalar var ama hareket olanaklarımız da o kadar fazla değil. Örneğin birtakım hücrelerde değişiklik yapılabiliyor, örneğin ilik hücreleri alınıyor, birtakım genetik modifikasyonlara tabi tutulup tekrar bireye verilebiliyor. Bu son günlerde hatta fetüslerin doğmamış, anne karnındaki bebeklerin üzerinde uygulanan bir yöntem olarak şu anda koyunlarda çok başarıyla uygulandı.

O.B.- Teşekkür ederim. Ercan Bey. Ülkemizde bu görüntüleme yöntemlerini iyi ve doğru bir şekilde yorumlayacak eğitilmiş elemanlarımız yeterli sayıda mı?

E.T.- Bu biraz sosyopolitik veya paramedikal bir soru. "Görüntüleme yöntemleri, eğitilmiş elemanlar tarafından mı uygulanıyor? Yoksa bunları uygulayan elemanların eğitimi yetersiz mi?" sorusunu, ülkemizdeki genel tıp uygulaması içerisinde değerlendirmek gerekir. Tam yöntemlerimiz, gerek içerdikleri üstün teknolojileri gerekse yüksek maliyetleri nedeniyle günümüzün en çok ilgi çeken tıp konularından birisi.

Özetle şunu söyleyebilirim. Ülkemizde doğru dürüst işler bir "malpractice" uygulamasının bulunmaması nedeniyle tıbbi uygulamalardan doğan yanlışlıklar hiçbir şekilde sorgulanmamaktadır. Burada ne demek istediğimi ABD'den bir örnek vererek anlatmak istiyorum. Onsekiz yaşında bir kız dans ederken uyluk kemiği kırılıyor. Kırığı travmaya bağlıyorlar ve ortopedist tarafından kırık çivi takılarak tamir ediliyor. Aradan 6 ay geçiyor, çivinin kemikten ayrıldığı görülüyor ve yapılan doku incelemesinde bölgede tümör hücresi saptanıyor. İnceleme derinleştirildiğinde hastanın lenfoma dediğimiz bir kanser hastası ve uyluk kemiğindeki kırığın da bu kanserin o bölgeye atlamasına bağlı olduğu ortaya çıkıyor. Sonuçta hasta 1 milyon dolara yakın tazminat alıyor.

Şimdi bu tazminata mahkum edilen sağlık kuruluşu bir dahaki sefere röntgen filmleri üzerindeki kırığın nedenini saptayamayacak bir radyoloji uzmanı istihdam edebilir mi? Bunun doğal sonucu olarak da, ABD'de hekimler, bu malpraktis uygulamasının korkunç mali boyutları karşısında devamlı kendilerini yenilemek, dikkatli olmak ve kaliteli hekim olmak zorundalar.

Ülkemize gelelim, birkaç haksız çocuk aldırma çezalandırılması dışında hekimlerimizin yaptıkları uygulamalardan doğan zararları tazmin edecek caydırıcı bir cezaya çarptırılmadıklarını görüyoruz. Aynı şey radyoloji uzmanları için de geçerlidir. Böyle hiç kimsenin hesap sormadığı bir ortamda incelemeyi yapan şahısların iyi yetişmemiş olmaları beklenen bir sonuçtur. Kaldı ki İstanbul'da hepimizin bildiği gibi çoğunlukla hastalar birer ekonomik obje olarak görülmektedirler. Yani daha açık bir deyişle bu anlatmaya çalıştığım görüntüleme yöntemlerine gönderilen hastalar karşılığında, gönderen hekimlere belirli yüzdeler verilmektedir ve bu İstanbul'da kesinlikle geçerli bir kuraldır. Böyle bir ortamda tanı yöntemleri nasıl uygulanıyor? Ehil ellerde mi uygulanmaktadır? Sorularının cevabını siz kendiniz verebilir, hayal edebilirsiniz.

İZLEYİCİ- Manyetik rezonansta, anjiografi de tıpkı kontrast madde verilmiş gibi imaj tesis etti, ne şekilde acaba onu değerlendiriyorsunuz?

E.T.- Beyefendinin bu soruyu sorması fevkalade ilginç. Çünkü yakında girdiğim doçentlik sınavındaki Doçent adaylarına bile böyle ağır bir soru sorma cesaretini gösteremedim. Beyefendi benden zaten çok karmaşık bir fiziğe sahip olan manyetik rezonans görüntüleme yönteminin en son teknolojisinin fiziğini soruyor. Ama açıklamaya çalışayım.

Manyetik rezonans görüntüleme ile damarların görüntülenmesi, daha doğrusu akım görüntülenmesinin değişik yöntemleri vardır. Bu yöntemlerden birini açıklamaya çalışayım size. Bu yöntemimize biz "time-of-flight" adını veriyoruz. Bu yöntemi açıklamak için geriye dönelim ve manyetik rezonans görüntülememizin temel kurallarını hatırlayalım. Yaptığımız işlem ne idi? Hastayı güçlü bir manyetik alan içersine koyuyor ve hidrojen çekirdeklerinin alan çizgilerine paralel olarak dizilmelerini sağlıyor idik. Bu şekilde dizilen protonlara dışarıdan radyofrekans gönderdiğimizde protonlar aldıkları enerjileri ile duruşlarını değiştiriyor idiler. Bu protonlar eski konumlarına geri dönerken bir sinyal yayıyorlardı ve biz bu sinyali saptayarak görüntü oluşturuyor idik. Yani radyofrekansı gönderdikten sonra sinyal elde etmek için belirli bir süre beklemek zorunda idik.

Şimdi varsayalım ki incelediğimiz kesitte bir damar var. Radyofrekans ile eksite ettiğimiz protonlar duruşlarını değiştirirler. Ancak akım hızlı olacağından eksite ettiğimiz protonlar dinleme fazında kesit alanımızın dışına çıkacaklar ve dolayısıyla yaydıkları sinyal saptanmayacaktır. Sinyal saptanamayan bu bölge MR gö-

rüntülerinde damar olarak rekonstrükte edilir. MR anjiografinin temel yöntemlerinden birisinin özeti budur.

İkinci sorunuz lokalize etmek, başlı başına birşey. Beyefendinin sorduğu ikinci soru manyetik rezonans görüntülemede sinyallerin nereden geldiğinin nasıl saptandığıdır. Bunun için yaptığımız iş sinyal dinleme fazında aldığımız kesitten gelen sinyallerin faz ve frekanslarını daha önceden bildiğimiz derecelerde değiştirmek ve bu değişikliğe göre sinyallerin geldikleri yerleri saptamaktır.

H.Y.- Akciğer kanseri, erken tanı meselesinde bir yanlış anlaşılmaya neden vermemek için lafa girmek istiyorum. Şöyle bu erken tanının hayat kurtardığı tartışmasında çok önemli iki aritmetik hatayı gözönünde tutmak gerekir. Eğer biz akciğer kanserine, bronşu tıkamadan evvel diyelim ki ultrasonla veya başka bir teknoloji ile çok çok erken evrede tanı koyduk. Onu yakaladıktan sonra o hastaya akciğer kanseri diyoruz. Öyle yakaladığımız hastaların hayat süreleri ile, akciğer hücreleri bronşu tıkayıp ta kan tükürdükten sonraki hayat süresini kıyaslar isek o zaman daima erken tanının hayatı uzattığı gibi bir yanlışa yol açmış olabiliriz. Bu erken tanının hayat kurtardığıu düşünen çalışmalarda çok önemle gözönünde tutulması gereken bir faktör.

İkincisi ise erken tanı konabilen hastalıkların, daha hafif seyrettikleri varsayımı olabilir. Şöyle diyelim: Biz her ay insanlara bilgisayarlı tomografi yapıyoruz veya manyetik rezonans yapıyoruz ve herhangi bir değişiklikte bunu göreceğiz ama işte her ay yaptığımızda ortaya çıkabileni gördüğümüz hastalık, tanı üzerine daha hafif seyredecek hastalıklar olabilir. Ama 15 günde ortaya çıkacak olan değişiklik, tanı üzerine kötü seyredecek hastalık olabilir. Onun için rahat yaşamaya kadar olan süreyi hesaplarken daima bizim girişimimizin bir işe yarayıp yaramadığını tartışmak gerek. Bir şeyin bir şeyden sonra gelmesi, ondan olup olmadığı tartışmasını hep aklımızda tutmamız gerekiyor. Hele bizim gibi fakir ülkelerde çok gerekiyor.

İZLEYİCİ- Hasan Bey çok güzel izah etti bizim korunmamız gereken sigaranın yayılması, karayollarında hız sınırının tahdidi, bataklıkların kurutulması. Ben iki şey daha ilave etmek istiyorum ve soruyorum. Birisi Hasan Bey'e Beyazıt Bey'e.

Türk olarak bizim kullandığımız gıda maddelerinden iki tanesi peynir ile zeytin. Bunlar gayet tuzlu maddeler, batı ülkelerinde insanlar böyle tuzlu gıdalar yiyorlar mı? Biliyoruz ki tuzun örneğin tansiyonda çok önemli etkisi var. Acaba fazla tuz almamızın zararı insan yaşamında çok etkili mi?

İkincisi DDT ve deterjanlar; DDT'yi batı ülkeleri icat ettiler, kullandılar ama sonra yasakladılar. Fakat batı ülkelerinde DDT'nin imalatı yasaklanmadı çünkü geri kalmış ülkelere satıyorlar. DDT'nin satıldığı ülkelerden bir tanesi de Türkiye, DDT Türkiye'de tarım alanında kullamlıyor meyva ve sebze zararlılarında, deterjanlar da öyle. Bunlar insan genleri üzerinde mutasyonlar ve deformasyon yapıyorlar mı?

H.Y.- Benim ana konum değil ama bildiğim birkaç şeyi söyleyeyim. Tuzun tansiyonun ana nedeni olduğu görüşüne bundan üç yıl evvel A.B.D'de birtakım verilerle karşı çıkıldı ama sonra tekrar tuz zararlıdır diye eski teze dönüldü.

Bizim ülkedeki tansiyon sıklığı bildiğim kadarıyla batı ülkelerinden fazla değil gibi. Peynirdeki tuzla tansiyon çıkma riskinden ziyade peynirden malta humması geçme olasılığı daha fazla.

B.Ç.- Önce DDT'nin toksik bir madde olduğunu biliyoruz, DDT'nin, genlere tesir edecek kadar hayatta kaldığım zannetmiyorum. Kişi daha çok toksik etkiden dolayı rahatsızlamyor ve yaşamı başka bir şekilde son buluyor.

Deterjana gelince, bazı deterjanlar kanserojen maddeler içeriyorlar. Bu kanserojen dediğimiz maddeler direkt olarak gen üzerinde etki gösteriyorlar. Genetik yapılarında proto onko gen dediğimiz bir gen serisi, bir gen ailesi var. Demin yine sözünü ettiğim bir harf değişikliği veya bir ufak kesilme, bir kelimenin yarısının çıkması gibi değişikiiikler, bu proto onko gen dediğimiz genleri değişime uğratarak kanseri oluşturacak olan proteinleri sentezlemesine yol açıyorlar. Yani proto onko genler onko gen oluyor, onko genler de onko proteinleri sentezliyorlar ve kanser bu şekilde başlıyor.

İZLEYİCİ- Burak Erdamar- (İstanbul Tıp Fakültesi 5. sınıf öğrencisi) Ben bir sorudan ziyade kendi saptamamı vermek istiyorum ülkemizin bazı gerçekleri var, yamlmıyorsam geçen yılın rakamlarıyla ülkemizdeki bebek ölüm hızı binde 59, bir evvelki sene binde 78 gibi bir rakamdı.

Böylesine sağlık koşullarımn negatif olduğu bir ülkede 120-140 sene yaşayabilir miyiz sorusunu hekimlere sormaktan ziyade, bu ülkenin sağlık politikasını yöneten insanlara yöneltmek gerektiği kanaatindeyim.

Bir de 120-140 sene yaşamaktan ziyade hep beraber bu ülkeyi 60 sene ya da 65 sene nasıl yaşamr hale getirmeliyiz sorusunu sormuş olsaydımz ve onun cevabım almış olsaydık daha mutlu olacaktık.

İZLEYİCİ- Ben Boğaziçi Üniversitesi Psikoloji Bölümü öğrencisiyim, Fatma Ribaoğlu. Ben Saym Beyazıt Bey'e sormak istiyorum. Prenatal gelişimde hamileliğin ilk on haftasında teşhis konulabiliyor dediniz. Bu teşhis konmadaki teknikler nedir ve hangi hastalıklara teşhis konulabiliyor.

B.Ç.- Hamileliğin ilk on haftasında derken tabii birinci haftadan itibaren kastetmiyoruz, yedinci haftadan itibaren değişik prenatal tam teknikleri var. Bunda göbek kordonundan kan almak mesela söz konusudur.

Rahim içindekl aminiyotik sıvıdaki hücreleri alıp bunlardan tam koymak mümkündür. En erkeni ise rahimin iç cidarlarında belli bir süre sonra bebekle veya fetüsle aynı karakteri taşıyan koryonvilüs hücreleri oluşur. İşte bu erken dönemde bu hücrelerde biyopsi yöntemiyle bir parça alarak bundan DNA'yı veya kromozomları elde edip, DNA amonalilerine dayalı genetik hastalıklar saptanabilir. Örneğin Mongolizm dediğimiz Dawn sendromu gibi, örneğin birtakım kromozom kırılmalarından, eksikliklerinden translokasyona yapı bozukluklarından kaynaklanan hastalıklar gibi.

Bir de şu ana kadar moleküler biyolojisi çok iyi tanımlanmış bir seri mutasyonlara dayalı kalıtsal hastalık saptanabilir. Örneğin betatalasemi, örneğin fenülketönüri, örneğin hemofili. Bu tip hastalıklar saptanabilir ama demin söylediğim 4000 küsür ki Saym Hasan Yazıcı'nm belirttiği gbi bunların hepsi hergün karşılaştığımız olaylar değil, kitaplarda milyonda bir hatta on milyonda bir verilen olaylardır. Bu hastalıkların hepsini tanımlamaktan aciziz.

Şu anda prenatal tam sistemleriyle çok kaba bir rakam verirsem, belki 150 hastalık diyebiliriz, kromozom yapı anomalileri de dahil olmak üzere saptayabiliriz.

İZLEYİCİ- Beyazıt Bey'e sormak istiyorum. Ben Özlem Kaya. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencisiyim. Beta talasemiden bahsettiniz ve farelerle yaptığınız deneyleri söylediniz, acaba bu bahsettiklerinizde hatalı olan genin yerine normal geni koymak insanlarda şu anda mümkün mü? Dünyada bu yapılıyor mu, ileride yapılacak mı?

B.Ç.- İlk başta da söyledim bunları insanlarda uygulamak imkansız, etik denen bir olay var. Biz bunu farede uyguladığımız zaman yine teknik tarafları var. Fakat müdahele ettiğimiz mikro enjeksiyon yoluyla gen aktardığımızda 150-200 yumurtaya yapıyoruz ve bir farenin uterusuna da 25-30 tane yerleştiriyoruz ve aldığımız sonuçta % 20'ler civarında. Tabii insanın tek yumurtası üzerine

böyle bir şey yapmak zaten çılgınlık, böyle birşey yapmak imkansız tamamen etik dışı bir olay. Ayrıca da şu anda ulaştığımız teknik olanaklarla da bunu başarmamız olanaksız, insan veya başka canlılar üzerinde.

Ama şunu vurgulamak istiyorum mümkün olsa dahi bu çok büyük bir etik problemdir. Çünkü enjekte ettiğiniz veya verdiğiniz genetik maddenin bir yanlışı düzeltirken başka yanlışlar doğurmayacağıru şu anda kimse garanti edemez.

O.B. Hepinize teşekkür ederiz. Bu toplantıdan çıkan sonuç şu: çok uzun yaşayarak doğanın dengesini bozmayacağız, kendi adıma seviniyorum.

düşüncenin, duyuların kimyası ve ötesi insan beyni, çözülen sırları ve biyolojinin meydan okuyuşu

16 Şubat 1993

YÖNETİCİ: ORHAN BURSALI

KONUŞMACILAR: LÜTFİYE EROĞLU, ÖGET ÖKTEM, OLCAY YAZICI

Orhan Bursalı- Bu akşamki söyleşi konumuz, insanı, yeryüzündeki serüveninde bütün diğer canlılardan farklı kılan, belki de üstün kılan temel bir özelliği, insan beyni üzerine. Beyin herzaman bilimin, araştırmacının ilgi odağı olmuştur, fakat beyin hiç bir zaman bugünkü kadar yoğun ayrıntılı bir şekilde incelenmemiştir. Günümüzde bir sürü ülkede beyin araştırmaları merkezi var ve bu konuda çok büyük paralar harcanarak temel araştırmalar yapılıyor. Yakında Tübitak'ın bünyesinde bir beyin araştırmaları merkezi kurulacak, dünyadaki araştırmalara Türkiye bilimcileri de, beyin araştırmacıları da katkıda bulunacak. Acaba beyin niçin ilgi odağı durumunda diye sorabiliriz.

Tabii buna ayrıntılı yanıtlar bu konuşmalarda bir parça gelecek umud ediyorum, ama birkaç söz söylemek gerekirse şunların altını çizebiliriz. Birincisi günümüz yaklaşımı çerçevesinde bakarsak; insan kendini biraz yeniden yaratmak istiyor, daha doğrusu bir benzerini yaratmak istiyor. Hepinizin bildiği gibi yapay beyin, insan beyni gibi çalışan bilgisayarlar gündemde.

Ayrıca insan çok uzun yaşamak istiyor. Yaşlılığın daha çok beyinde düğümlendiği sanılıyor ve o düğümler orada çözülmeye çalışılıyor, bu nedenle de beyin ilgi odağı.

Şimdi beyin çok disiplinli araştırma alanı dedik bugün karşınıza farklı disiplinlerden üç tane güzide beyin araştırmacısı getirdik.

Öget ÖKTEM, İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesinden, Öget Hanım, doktor ve nöro psikolog.

Lütfiye EROĞLU; Profesör, psiko farmakolog.

Olcay YAZICI; Doçent Psikiyatr.

Şimdi sözü Lütfiye Hanıma veriyorum bize önce beynin bir panoramasını çizebilir misiniz? Beynin bütün sırları çözülmüş diyebilir miyiz?

Lütfiye Eroğlu- Beyin henüz kendi beynini çözmüş değil, Nobel alan Watson'a göre beyin keşfedilmemiş ya da düşmemiş en son kale, fakat bu konuda özellikle 1950'li yıllardan beri çok büyük

gelişmeler oldu. Davranışlarımızın büyük bir bölümünün biyokimyasını artık biliyoruz ama ana yollarını biliyoruz, ara sokaklarını bilmiyoruz. Beynin azıcık dilini öğrendik ancak tamamını henüz öğrenmedik, ben size elimden geldiğince beyne şöyle kuş bakışı bir yaklaşım yapmak istiyorum.



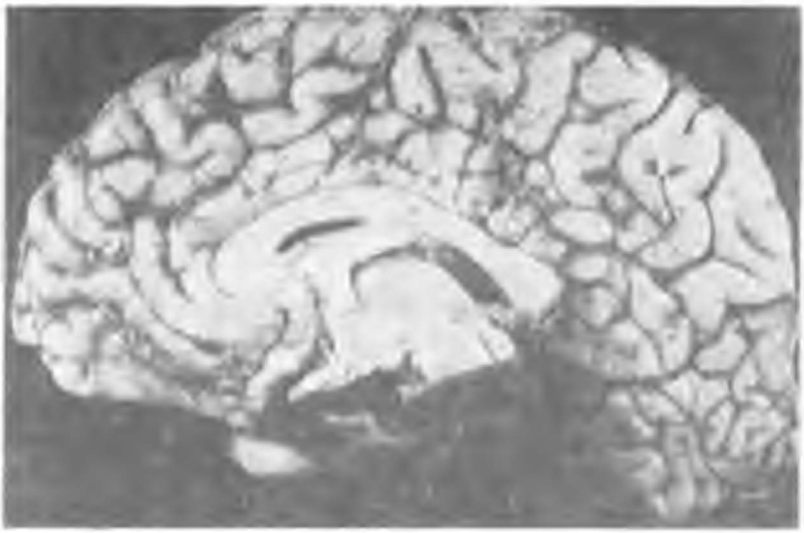
Düşünce, duyular ve beyin günümüzden binlerce yıl önce dahi yine insanların ilgisini çekmiştir, acaba düşünce ve duygu nedir, bunları nasıl değiştirebiliriz, örneğin bu amaçla mantarları kullanmışlardır, şu gördüğünüz Mexika'da bulunan bir heykel ve mantara Tanrıların yiyeceği ismi verilmiştir, bu mantardan elde edilen kimyasal bileşikle pek çok duyguyu değiştirmek mümkün.

Yine bir kaktüs. Peyota hatta peyotizm diye bir din doğmuştur. Peyota içinde bulunan kimyasal madde ile davranışları değiştirmek mümkün...



Beyin, bu kıvrımlı yapı genç erişken erkekte yaklaşık 1 kilo 380 gr. kadar, kadında biraz daha az, bunun entelektüel açıdan bir fark yaratacağını sanmıyorum. Yapısal olarak kadının erkekten daha ufak olmasından dolayı olduğunu düşünüyorum. Beyinde on trilyon nöron var ve bu nöronlar, sinir hücreleri birbiri ile iletişim halindeler, nöronlar beyinde bilginin, enformasyonun iletişimini sağlayan hücrelerdir.

Şimdi beyin çok karmaşık gibi görünüyor, ben biraz açıklayıcı yaklaşmak istiyorum, dışta korteks var, beyin ikiye ayrılmıştır. Yani bizim iki beynimiz var, *sol* ve *sağ* beyin, sol ve sağ beynin işlev-



leri de farklı.

Mantıksal beyin diyebileceğimiz sol beyin, rasyonel düşünür, hesap yapar. Sağ beyinimiz ise artistik beynimizdir ve bu iki beyinimiz arasında iletişim vardır, sağ beyin tabir yerinde ise kaba bilgileri bir görüntü haline getirir işlemesi için sol beyne verir, sol beyin bunu mantığa vurur ve ona göre bir düşünce veya davranış oluşturur.



Yine yapılan çalışmalarda sol beyin hasara uğratıldığı zaman, haraplandığı zaman kişide suçluluk duygusu depresyon, gibi belirtiler ortaya çıkıyor, sağ beyin hasara uğradığı zaman kişi olayın farkında değil, herşey iyi gidiyor diyor. Yani sol beynimiz ile sağ beynimiz birbirinden farklı düşünüyor.

Ortada görülen talamusu bir huni olarak düşünelim. Burası gelen bilgileri yüksek fonksiyonların oluştuğu yani düşüncelerimizin oluştuğu kortekse, kabuğa doğru süzerek yollayan bir bölge.

Hipotalamus hemen altında; bu da hormonların çalışmasını, yeme, içme, seksüel davranışların düzenlenmesini sağlıyor. Bu gördüğümüz beyin sapı da yine otomatik hareketlerimizin, nefes al-

ma, kalbin çalışması gibi hareketleri sağlamakta.

Amigdala, bu küçücük yapı, fakat coşkularımızın, heyecanlarımızın oluştuğu bir bölge. Yani beyinin her bölgesinin kendine mahsus işlevleri var. Fakat her bölge bu işleri kendi başına yapmıyor. Birbirleri arasında büyük bir iletişim var, bunu da sağlayan sinir hücreleri.

Ve sinir hücreleri birbirleri ile konuşuyorlar, bilginin aktarılması sinir hücrelerinin birbirleri ile konuşmasına bağlı. Bu konuşma nasıl oluyor? sinir hücresinin uçları var, akson dediğimiz ve bu uçlar aracılığı ile bilgi binlerce nörona dağılıyor, mesaj çok yaygın olarak iletiliyor ve alan bölgenin de binlerce ucu var, beyinde çok yaygın bir mesaj iletimi var.

Beyinde bu bilgi nasıl iletiliyor? İleti hem elektriksel bir olay, hem de kimyasal bir olay, uyarının diğer nörona geçebilmesi kimyasal olay.



Davranışlarımızın altında yatan biyokimyasal temeli anlayabilmek için bu kimyasal ileticilere kısaca değinmek istiyorum. Beyinimizde bilebildiğimiz kadar yüze yakın kimyasal madde var, bu kimyasal maddeler aracılığı ile elektriksel olan konuşma, kimyasal olarak diğer nörona geçmekte ve geçtiği etkiyi yapacak nöronda, tercüman diyeceğimiz yapılarla bu hücrenin anlayabileceği bir dile çevrilmekte ve bir yanıt oluşmakta, bir davranış ortaya çıkmaktadır.

NÖRONLAR ARASI KONUŞMA

Sinir ucuna kadar bilginin transferi elektriksel olarak geliyor. Sinirin ucunda küçük kesecikler var, bu kesecikler içinde çeşitli kimyasal maddeler toplanmıştır, her nöronda değişik kimyasal maddeler var. Bu kimyasal maddeler bir yerde davranışı, duygu ve düşünceleri oluşturan özel maddelerdir. Elektrik akımı geldiği zaman kesecikler nöronun ucuna gelirler, açılırlar ve kimyasal maddeler aralığa dökülür ve bu kimyasal madde karşı tarafa diğer nö-

rona geçerek orada reseptör (alıcı) dediğimiz yapıya bağlanır. Bir kimyasal iletici ancak kendine mahsus olan reseptöre bağlanır, yani burda bir anahtar kilit olayı var; Reseptörü kilit diye düşünürsek, kimyasal madde eğer o kilide uyuyor ise reseptörle birleşir ve bu birleşmeden sonra bu bilgi diğer nörona gider yani konuşma devam eder.

Tabii telefon konuşması kadar basit bir olay değil. Nöronların konuşması ile ilk mesaj gelir, ilk mesajı diğer nöron, efektör nöron, etkiyi oluşturarak bioklmyasal bir dile çevirmektedir. Bu çeşitli enzimler aracılığı ile olur. Bu arada mesaj büyümekte, gücü artmakta ve iklnci haberci dediğimiz bir diğer kimyasal madde araya girmekte ve o hücrenin anlayacağı dilde bu gelen mesajı hücreye anlatmakta ve ondan sonra ortaya bir olay çıkmakta, örneğin bu bir insülin salıverilmesi olabilir. Bu arada aynı anda farklı kimyasal ileticiler birbirleri ile konuşmakta. Mesela sağda başka bir sistem var solda başka bir sistem. İkisini çalıştıran kimyasal maddeler farklı, fakat bu iki yapı arasında karşılıklı konuşmalar var, devamlı bir kontrol olayı sözkonusu.

KİMYASAL MADDELERİN ROLÜ

Beyinde çeşitli kimyasal maddeler olduğunu söylemiştim, bu maddelerden ilk bulunan asetilkolin. Ellili yıllar asetilkolin yılları diyebileceğimiz yıllar. Asetilkolin özellikle beyin kabuğunda, hipokampus dediğimiz beynin bir bölgesinde bulunmakta. Daha sonra Öget arkadaşım anlatacak, bu hipokampus öğrenmede ve yakın hafızanın uzun süreli belleğe dönüşmesinde çok önemli. 60'lı yıllar ise katekolaminarjik maddelerin yılı, dopamin noradrenalin, adrenalin, soretonin gibi maddeler keşfedildi. Bunlarla davranışlar arasında ilişki kurulmaya başlandı. Bu maddelerin beyinde bulunması da biraz ilaçlar sayesinde oldu.

Sayın Yazıcı'nm değineceği gibi şizofreni dediğimiz ruhsal bozukluğun tedavisinde kullanılan ilaçların beyinde dopaminerjik sistemi değiştirdiği anlaşıldı. Buradan giderek bu maddeler şizofrenide de etkili olduğuna göre ve bunlar da dopamini etkilediğine göre, şizofreninin altında yatan dopaminerjik sistem bozukluğudur denildi.

Gerçekten bugün bildiğimiz kadarı ile şizofreninin septomlarından olan halüsünasyonun, yani olmayan şeyleri görme olmayan sesleri duyma gibi belirtilerin, coşkuların dopaminle büyük ilişkisi var, bu duyguların ortaya çıkmasında dopamin dediğimiz kimya-

sal madde rol oynuyor. Bugün beyinde haritasını en iyi bildiğimiz kimyasal madde dopamin.

Beyin araştırmalarında oldukça ileri noktalara gitmiş bulunmaktayız. Pozitron emisyon tomografisi PET denilen bir sistemle beynin hem yapısını, hem de fonksiyonunu, işlevini, canlı beyini görmek, izlemek mümkün. Pozitron dediğimiz madde işaretli olarak verilmekte, ve beyin çalışırken fotoğrafı çekilmektedir. Örneğin şöyle bir deney yapılıyor: insanlar bir bilgisiyar oyunu oynarken pozitron tomogrofisi ile beynin fotoğrafı çekiliyor ve öğrenirken bu oyunu, çok glikoz kullanıldığı, beynin büyük bir enerji sarfettiği görülüyor. Öğrendikten sonra beyin bunu çok az bir enerji ile yapıyor hale geliyor. Zekanın da çok çalışmak değil, beyni efektif kullanmak, enerjiyi efektif kullanmak olduğu öne sürülüyor, PET bir yerde beyne pencere açmakta ve bundan sonra herhalde, pek çok davranışın altında yatan nedeni yani davranışı oluştururken o anda geçen biyokimyasal olayları da bu yöntemle izlemek mümkün olacak.

COŞKULARIMIZIN, DUYULARIMIZIN KAYNAĞI

Bir diğer davranış biçimi depresyon, depresyonda da altında yatan nedenin katekolamin dediğimiz noradrenalin ve diğer bir monamin eksikliği olduğu öne sürülmekte. Reserpin denilen bir bitki, Hindistan'da yetişiyor. Bu bitkiden elde edilen madde aynı zamanda tansiyon düşürücü olarak kullanılıyor. Hipertansif hastalarda, tansiyonu yükselmiş hastalarda bu ilaç kullanıldığı zaman, kişilerde depresyon geliştiği görülüyor ve bu maddenin beyinde noradrenalin, serotonin gibi pek çok kimyasal maddeleri tükettiği, miktarlarını azalttığı anlaşılıyor ve şöyle bir hipotez üretiliyor; Rezerpin ile depresyon geliştiğine göre, depresyonun altında yatan neden noradrenalin, serotonin gibi biyojenik aminlerin yetersizliğidir.

Beyinde Lokos serulous dediğimiz çok küçük bir bölge var, fakat işlevleri çok fazla, buradan çıkan noradrenerjik yollar, hemen bütün beyni kapsıyor ve bu bölge dışardan aldığımız uyarılara karşı organizmanın yanıtını hazırlayan bir bölge. Coşkularımız, heyecanlarımız, aşk, sevgi gibi duyuları hazırlayan bir bölge burası ve noradrenalinle çalışan bir bölge...

Bir diğer madde ise serotonin, serotonin eksikliği de intihar riskini, depresyon riskini, saldırganlığı artırmakta. Serotoninin uykunun düzenlemesinde büyük bir rolü var. Serotonin düzeyini, be-

yinde bulunan bu kimyasal bileşiği yiyeceklerimizle etkilemek mümkün, eğer triptofan dediğimiz aminoasitten zengin yiyeceklerle beslenirsek serotoninimiz daha yüksek olacaktır ve biz belki daha az saldırgan olacağız.

Bir diğer duygu da anksiyete, yani kaygı. Yaşamın süregelmesi için belirli oranda bir anksiyete gerekli, fakat anksiyete düzeyi arttığı zaman patolojik bir durum ortaya çıkabilir. Anksiyete ile de "GABA" dediğimiz bir aminoasitin ilişkisi var ve GABA miktarının az olması anksiyetinin artmasına neden oluyor. Diazepam gibi günlük hayatta bildiğiniz ilaçlar, gabamn miktarım arttırarak kaygıyı gideren ilaçlardır.

Şimdi ilginç bir başka konu: Bu, yetmişli yılların büyük buluşu. Belki bitkiyi tanıyorsunuz, bizim ülkemizde çok yaygın yetişen ve çok kalitelisi yetişen haşhaş bitkisi. Haşhaş bitkisinin içinde morfin denilen bir madde var, hâlâ en iyi ağrı kesici, 70'li yıllarda birkaç laboratuar birden canlının beyninde morfine mahsus reseptörler buldular. Bu reseptörler neden var diye araştırılırken canlıda ve insanda endojen morfinlerin varlığı ortaya çıktı. Bugün organizmada enkefalin dediğimiz, endorfin dediğimiz, endojen morfinler bulunmaktadır. Bu endojen morfinler ağrı ile daha iyi başa çıkmamızı sağladıkları gibi davranışlarımızın düzenlenmesinde, özellikle bizim eföri halinde olmamızda, hayatımızdan memnun durumda olmamızda bu endojen morfinin büyük bir rolü var.

Endojen morfinin yolları çok iyi çizilebilmiş değil, dediğim gibi en son bulunan kimyasal maddelerden biri. Fakat yine özellikle çoşkularımızdan, duygu durumumuzdan sorumlu olan limbik sistemle etkili bir madde.

Beyinde yüzlerce kimyasal madde var olduğunu söyledim. Bu maddeler aralarında büyük bir eş güdümle çalışmaktalar. Şöyle bir mesaj vermek mümkün: "Davranışlarımız, herhangi bir davranışımız tek bir kimyasal maddeye bağlı değil, bu kimyasal maddeler arasındaki eş güdüme bağlı olarak davranışlarımız ortaya çıkmakta ama, davramşlarımızın altında yatan neden biyokimyasal maddelerdir." Bu kimyasal maddelerin maalesef belirleyicilerini henüz tesbit edebilmiş değiliz; yani bir karaciğer yetersizliğinde biz enzimlerle bunu tesbit edebiliyoruz, ama henüz beyin için bu biyolojik belirleyicileri (marker) kesin saptamak mümkün değil.

ÖĞRENME VE BELLEK

O.B.- Öget Hanım öğrenme ve bellek nasıl oluşuyor?

Öget Öktem- Öğrenme ve belleğin nasıl oluştuğuna geçmeden önce beyin üzerine bir iki noktaya işaret etmek istiyorum.

Beyinde iç ortam hipotalamus ile ilişkili, yani hipotalamus bizim iç ortamımızı düzenleyen şey. İç ortam dediğimiz zaman, yani kan şekerimizin dengesinden tutun da cinsel davranışlarımız, bütün içgüdülerimiz anlaşılabilir. En yukarıda ekstreporsonal yani dış ortam, dış ortama en yakın olan yer de beynimizin primer, duyusal bölgeleri. Yani görme bilgisinin, işitme bilgisinin dokunduğum zaman duyumsadığım bilginin ilk geldiği yerler.

En altta, iç ortamımıza en yakın olan yani hipotalamusa en yakın olan yerler limbik bölgeler adını taşıyor. Limbik bölgelerin birkaç görevi var; birincisi öğrenme ve bellek. İkincisi, hipotalamusla en yakın ilişkili yerler olduğu için de bütün bu öğrenme ve belleğin emosyonel tonlamasını veriyor; çünkü limbik bölgeler bir heyecanlarımız duyularımız, afektlerimiz, emasyonlarımızla ilişkili. Bir de öğrenme ve bellekle ilişkili. Onun için de öğrendiğimiz şeylerin duygusal tonlaması limbik bölgelerle ilişkili.

Dış ortama gelirsek, dış ortamdan işitme, görme, dokunma gibi bilgileri aldıktan sonra onu işleyen yüksek kortikal bölgeler geliyor. Derken ikisinin tam ortası yani bu duyuları işleyen yüksek kortikal bölgelerle limbik bölgeler arasında iki yer görüyoruz: biri paralimbik bölgeler, biri de bütün bu duyusal bilgileri, dış çevreden bize gelen duyusal bilgilerin bütününü daha yüksek düzeyde işleyen yüksek kortikal bölgeler. Bu duyusal bilgilere olan motor tepkilerimiz de hem birincil hem de yüksek entegre edilmiş motor tepkiler, çevremize verdiğimiz. Paralimbik bölgelerle bu yüksek işleme bölgeleri, öğrenmemizi, iç alemimiz yani hipotalamus ve heyecanlarımızı düzenleyen limbik bölgeler ile dış alemden gelen bilgileri entegre ediyor.

Orta yer paralimbik bölge. Paralimbik bölgeler de tıpkı limbik bölgeler gibi öğrenme ve bellekle ilişkili ve az evvel de söylediğim gibi dışardan gelen enformasyonun, bilgilerin iç alemimizle entegrasyonunu sağlayan bir yer. Mesela, dış alemden bize gelen ilk bilgilerin alındığı yerler. Yani bir şeyi öğreneceksek, görerek öğreneceğiz; bir şey öğreneceksek işiterek öğreneceğiz; birşeyin nasıl birşey olduğunu öğreneceksem ona dokunarak öğreneceğim yerler. Diğer yerler arasında bu bilgileri yüksek biçimde işleyen yerler ve paralimbik bölgeler de benim bunları entegre ederek öğrenmemi, akılda tutmamı sağlayan yerler.

NASIL AKILDA TUTARIZ?

Şimdi öğrenme ve bellek tabi birçok süreçten oluşur ama, çok kabaca, hiç değilse üç süreciN adım koymalıyız ve bu üç süreç nasıl oluşuyor beynimizde onu söylemeliyiz.

Birincisi, kısa süreli bellek dediğimiz süreç; mesela bir telefon numarasına rehberden baktık, gittik telefona çevireceğiz, bir dakika kadar aklımızda kalır bu numara ama sonra unuturuz; kısa süreli bellek bu.

İkincisi, uzun süreli bellek; yani öğrendiğimizi üç beş gün ya da bir iki sene ya da ömür boyu hatırlamak üzere depoladığımız uzun süreli bellek.

Bellekle ilgili üçüncü işlev, "geri çağırma"; yani uzun süreli belleğe depoladığımız bilgiyi, bize gerektiği zaman geri çağırma ve hatırlama; o depoya ulaşma ve o bilgiyi hatırlama.

Önce kısa süreli bellek: Bir dakika için aklımızda tutacağımız bilgiyi ya uzun süreli belleğe aktaracağız, ya da onu kullandıktan sonra unutacağız. Bu kısa süreli bellek sinir hücreleri arasında belli elektriksel devreler kurulması ve bir dakika, iki dakika aktif kalması şeklinde açıklanıyor. Ama uzun süreli bellek, biyokimyasal şekilde şifreleniyor, kodlamyor deniyor.

Bu açıklamanın, aşağı yukarı 35 yıllık bir geçmişi var. Bu 35 yılın hiç değilse kilometre taşlarını saya saya geçmek istiyeceğim; belki içinizden birçokları hatırlar, 1959-1960'lı yıllarda Planarya denilen yassı kurtlarla deney yapılıyordu, bunlara birşeyler öğretiliyordu, içinde bulundukları havuza çok parlak bir ışık verdikten sonra, elektrik şoku veriyordunuz ve planaryalar tabii kendilerini öbür bitişik su havuzuna atıyorlardı şoktan kurtulmak için; bunu birçok defa yaptığınız zaman artık planarya o şiddetli ışığı gördüğü anda sıçrayıp şokun gelmesini beklemeden öteki havuza geçiyordu. Yassı kurt öğrenmiş uzun süreli belleğine almış oluyordu bu bilgiyi, "ışık gördüm mü şok gelecek" diye atlıyordu.

Şimdi biyokimyasal kodlama açıklamaları birkaç aşamadan geçti. Bu planaryalarla yapılan çalışmalar döneminde, öğrendiklerimizin biyokimyasal kodlamasmm, şifrelemesinin diyelim, bütün hücre içine dağılmış büyük moleküllerle yapılmış olduğu düşünülüyor ve "Planaryanın bütün vücuduna yayılmıştır bu öğrenme" deniliyordu. Bunu da şöyle kanıtlıyorlardı: Bu planaryalar, ışık geldikten sonra şok geleceğini ve bundan kaçınmak için zıplamayı öğrendikten sonra bunları ezip, bu ezmeleri, hiç böyle bir deneyden geçmemiş, hiç ışık ve şok yaşamamış olan planaryalara yedirdikleri zaman, planaryaların basit sindirim sistemi de doğrudan o pro-

teini alıyor ve bu hiç eğitimden geçmemiş planaryalar, havuza koyup ışık verdiğimiz zaman istatiksel anlamlılığı olan bayağı bir "hatırlama" gösteriyorlardı.

Birinin belleğindeki bilgi, yeme yoluyla, diğerinin belleğine geçiyordu. "Madem yassı kurtlarda böyle büyük protein molekülleri ile şifreleniyor öğrenme ve bellek, herhalde insanlarda da böyledir" diye bir çıkarsama yapıldı. İnsanlarda hücre içinde büyük proteinler var. Yani RNA.

1960'ların başlarında İnsanlarda da bilgiler, RNA'larla kodlanır diye düşünüldü; hatta bu yeni bilgi, bu yeni kodlama, kalıtımsal olarak milyonlarca yıldan beri getirdiğimiz bir bilginin şifresiyle bir biçimde denk düşüyorsa, bir yolunu bulup hücre çekirdeğinin içine girebilir, o kalıtımsal bilgide değişiklikler, mutasyonlar yapabilir ve zaten insanın evrimi de böyle olmuştur şeklinde düşünüldü.

Tarihsel birinci aşama biyokimyasal olarak uzun süreli belleğin büyük protein molekülleri ile kodlandığı şeklindeydi.

ŞOK YARATAN FARE VE BALIK DENEYLERİ

İkinci aşama, 70'yılların başlarına denk düşüyordu doğrusu o da büyük sansasyon yarattı. Bir sürü araştırıcı şunu gördü; hayvanlara, farelere, belli bir şey öğretildikten sonra, bunların beyin dokuları analiz edildiğinde, büyük proteinler değil ama daha küçük, küçük peptid bağları, mesela on, onbeş tane aminoasitten oluşan daha kısa peptit bağlarıyla birtakım bilgilerin şifrelendiğini gördüler. Mesela, Ungar'ın deneyi. Bir tür fare var bir yer karanlık, bir yer aydınlıksa doğal eğilimi bu farelerin, karanlık köşeye gitmek. Ungar karanlık köşelere giden farelere elektrik şoku vererek yani karanlık köşede şokla cezalandırarak, oradan kaçmayı öğretiyor bunlara. Bir süre sonra fareler, karanlık köşeden kaçmayı öğreniyor. Bunları öğrenen farelerin beyinlerini analiz ediyor ve orada küçük bir enzim buluyor, buna da skotofobin adını veriyor. Yani skoto karanlık, fobi korku, skotofobin karanlıktan korkma demek; onbeş tane aminoasitten, onbeş aminoasidin sıralanmasından oluşan küçük bir peptid bağı bu. Alıyor bu skotofobini hiç böyle bir deneyden geçmemiş, doğal eğilimi karanlığı seçmek olan farelere veriyor. Deney aletine koyduğunda, fareler sanki daha önceden biliyormuş gibi karanlıktan kaçıp aydınlık bölgeye gidiyorlar. Ungar bununla yetinmiyor,bu aminoasitlerin sentetik şeklini yapıyor yani beyinde üretilen şeklini değil de sentetik olarak labarotuarda üretiyor ve bunları

otuz tane ayrı laboratuara dağıtıyor. Otuz laboratuarda üstelik sadece farelerde değil, doğal eğilimi karanlığı seçmek olan hamam böceklerine ve bir tür kırmızı süs balığında deniyorlar ve benzer biçimde, kırmızı süs balıkları, hamam böcekleri de skotofobin verildiği zaman kaçıyorlar karanlıktan. Sonra gene Ungar, bir grup balığa mavi renkten kaçmayı öğretiyor. Kaçmayı öğretmek çok kolay; yani şok veriyorsunuz, devamlı veriyorsunuz maviyi gördüğü maviye gittiği anda, maviden kaçmayı öğreniyor; bir başka grup balığa da yeşilden kaçmayı öğretiyorlar. Hepsinin beyin dokularında böyle küçük peptitler izole ediyor. Bu peptidler deneyden geçmemiş balıklara verildiğinde, onların da sırasıyla maviden ve yeşilden kaçtıklarını görüyorlar.

Dördüncü deneyde fareleri bir rafa diziyor, aşağı inen fare elektrik şoku ile cezalandırılıyor ve fare rafta oturmayı, kımıldamamayı aşağı inmemeyi öğreniyor. Onlardan da birtakım enzimler alıyorve bu aldığı enzimleri verdiği hiç böyle bir deneyden geçmemiş hayvanlar, hangi enzimi verdiyse ondan kaçmaya başlıyorlar. Eğer maviden kaçmayı öğrenen balıkdan almışsa o enzimi verdiği hayvan maviden kaçıyor; yeşilden kaçmayı öğrenmiş balıktan aldığı enzimi verdiği hayvan yeşilden kaçıyor; raftan inmenin cezalandırıldığını öğrenen hayvandan çıkarttığı enzimi verdiği hayvan raftan inmiyor; karanlıktan kaçmayı öğrenen hayvandan aldığı skotofobin'i verdiği hayvan da karanlıktan kaçıyor. Yani genel bir kaçınma davranışı değil, spesifik bir öğrenmenin, böyle küçük petpitlerle kodlandığı, şifrelendiği, bu 1970'li yılların bayağı en sansasyon yaratan deneylerinden.

Biyokimyasal olarak başka nasıl kodlanıyor öğrenmelerimiz: dört yol vardı; biri büyük protein molekülleri hani planaryaların bütün vücudunda olduğu gibi; ikincisi küçük peptit bağları, beş, on, onbeş aminoasitten oluşan küçük peptit bağları; üç hormonlar, hormonların bütünü değil de belli bir fraksiyonu, gerek hipotolamusun gerek hipofizin ürettiği hormonlar, özellikle mesela vazopressin denilen hormonun belli bir fraksiyonu o hormonun normal endokrin etkisini hiç meydana getirmediği halde uzun süreli bellek bağının kurulmasına yardım ediyor, bu görülüyor; sonra işte böyle protein sentezleriyle beyin hücresi içinde birtakım protein sentezleri ile öğrenmenin şifrelendiği konusundaki çalışmalar.

Protein sentezini engelleyici maddeler vererek, öğrenen hayvan üzerindeki etkisine bakılıyor, yani protein sentezini engelleyebiliyorsunuz. Bir madde verirsiniz ve hayvanda belli bir dönem belli bir süre artık protein sentezi olmaz. Bakıyorlar ki protein sen-

tezinin engellenmesi hayvanın önündeki işi öğrenmesini engellemiyor, kısa süreli belleğini de engellemiyor, ama uzun süreli belleğini bozuyor. Mesela öğrenmeden hemen evvel veriyorsunuz protein sentezini engelleyici bir madde, hayvan önündeki işi öğreniyor, 15 dk. sonra veriyorsunuz, test ediyorsunuz hatırlıyor ama 1 saat sonra verirseniz hayvan artık öğrendiği şeyi hatırlamıyor, bir saat boyunca hatırladığı şeyi, uzun süreli bellekte yerleşme süresinin bitiminden önce engellediğiniz için protein sentezini unutuyor hayvan onu uzun süreli belleğine geçiremiyor.

Bir de şuna bakıyorlar: bu maddeler, yani uzun süreli bellek kaydı yapan maddeler, altıncı gününde yavaş yavaş azalmaya başlıyor ve bir süre sonra kaybolup gidiyor. Ama bu maddeler kaybolduğu halde hayvanın öğrenmesi devam ediyor, o zaman da diyorlar ki, demin Lütfiye'nin söylediği gibi, hipokampusta bellekle ilgili ana bölgelerde gerekli sinir hücreleri arası iletişimi sağlıyor, bu öğrenme sırasında küçük peptit bağları, ondan sonra kaybolsa da öğrenme yerli yerinde kalıyor. Dördüncüyü daha sonraya bırakmak istiyorum.

O.B.- İnsana özgü bellek ve öğrenme yetenekleri, özellikleri konusunda bildikleriniz bu hayvan modellerinden çıkan tecrübelerin bir sonucu mu yoksa insanlar üzerinde de bunlara benzer deneyler yapılıyor mu? Hayvanlarla ilgili deneyler insana ne kadar aktarılabilir?

Ö.Ö.- Tabii hayvanlarla yapıldığı kadar geniş kapsamlı deneyler yapmak mümkün değil. Sadece bu hormon fraksiyonlarının uzun süreli belleği pekiştirdiği ile ilgili bir tanesi 1979, bir tanesi 1978, iki çalışma yayınlanmış. Bunlardan biri Belçika'da, Liege Üniversitesinde; orada 30 tane, travma geçirdiği için hafızasını kaybetmiş hastaya elde ettikleri vazopressin fraksiyonunu veriyorlar. 30 hastanın 30'unun hafızasının yerine geldiğini yayınlıyorlar. 1978'de, böyle travma geçirdiği için amneziye uğramış insanların bu hormon fraksiyonlarıyla belleklerinin oldukça güçlendiği bildirilmiş.

RUHSAL HASTALIKLAR NASIL OLUŞUYOR?

O.B.- Teşekkür ederim. Olcay'a söz hakkı kalmayacak, neredeyse! Beyindeki biyokimyasal süreçte bozukluklar nasıl ortaya çıkıyor ve bu davranışlarımıza nasıl yansıyor?

Olcay Yazıcı- Nasıl davranışımız değişiyor demek, aslında nasıl ruhsal hastalık ortaya çıkıyor demek ile eş anlamlı, çünkü akıl

hastalıklarının bugün artık doğru ifade biçimi davranış bozukluğu, ya da davranış değişmesi. Bu nasıl oluyor, bunu açıklayacak bir çok şema çizilebilir... Bir tanesi; bir organizmayı önce dengede olduğu bir durumda tanımlamak, buna homostatik denge diyoruz, burada herşey birbiriyle uyumlu ve dengede. Sonra bu dengeyi bozan bir faktör giriyor araya, bir stresör ve denge bir süre için bozuluyor.

Bu stresör çok çeşitli kaynaklardan gelebilir, biyolojik ya da psikososyal, ama sonucu biyolojik bir stres olarak görebiliriz. Örneğin kişi, grip olur depresyona girer. Özellikle hareketli bir insanın hareketlerini grip gibi basit rahatsızlık, kısıtlamışsa o hareketliliği yaşayamama o insan için bir depresyon yaratabilir, bu bir biyolojik stres örneği.

Gene bir takım maddeler veririsiniz kimyasal olarak da aynı olayı yaratabilirsiniz. Bu olay psikolojik ya da, psikososyal de olabilir. Kişi sevdiği bir kişiyi kaybeder, ya da bir başarısızlığa uğrar aynı sonuç, aynı tablo, aynı depresyon ortaya çıkabilir. Demek ki etkenler değişik ama bunları yarattığı tablo sonuçta aynı ise bir ortak yol var ve sonuçta o tabloyu yaratmak için beyindeki aynı kimyasal mekanizmayı değiştiriyor olmalı.

Tabii bunun nasıl olduğu henüz tartışmalı ama ben burada biraz psikiyatrinin ya da biyolojik psikiyatrinin bugünkü noktaya nereden geldiğine dair bir iki söz söylemek istiyorum.

Psikiyatri biliyorsunuz tehlikeli bir dal, yani bir insana normal ya da anormal damgasını vurursunuz, bu nedenle de çok çeşitli amaçlarla kullanabilecek bir silahtır. Kötüye kullanımlara da açık. Dolayısıyla psiklyatrinin herşeyden önce çok bilimsel bir nitelik kazanması lazım, neden bilimsel değil ya da değildi? Eğer bir uygulama büyük ölçüde sübjektivite ve aktarılamazlık taşıyorsa buna bilim denilemez.

Ben 15 yıl önce psikiyatriye girdiğim zaman kitaplarda hâlâ şu ifade geçerdi. Bir şizofrenin şizofren olduğunu hissedersiniz, şizofreni anlatılamaz hissedilir. Psikiyatrinin gelişimine ancak antipsikiyatrik bakışla yaklaşmamız gerekiyor.

Psikiyatrinin konusu biliyorsunuz ki insandır, içinde bulunduğu toplumun ortalamasmdan biraz daha farklı davranan bir insan, o topluluğu rahatsız eder, dolayısıyla o topluluk onu bir biçimde kendini rahatsız etmez hale getirmek zorundadır. Onun için tedavi üretmiştir. Bu tedavi çağlar boyu kişiyi yakmakla başlayıp içindeki cini çıkarmak için dövmek, çeşitli işkenceler, en sonunda insancıl bir noktada da onu kendinden uzak tutacak kapalı yerlere kapat-

mak noktasına ulaştı. Sonra da afyonla uyutmaya başladı. Bu çizgi daha iyi uyutucu ilaçlarla gelişti ama tedavi anlamında birşey 1950'lere kadar yapılamadı.

1950'lerde bir üçlü patlama oldu, aynı anda hem elektro-şok çıktı hem depresyonu iyi eden antidepresan ilaçlar çıktı hem de psikotik dediğimiz ağır durumları düzelten ilaçlar çıktı, antipsikotikler. Bu ilaçlar o hastalık tablosunu değiştirip iyileştirebildi. O halde bu ilaçlar beyinde neyi düzelttiler, hastalık neydi sorusu gündeme geldi ve Lütfiye'nin de açıkladığı gibi depresyonun, psikozun altındaki biokımyasal olaylar speküle edilebilmeye, araştırma projeleri çizilmeye başlandı.

Yani değişen temel şey şuydu: Aslında devrim denilen bu üçlü buluş bu bozukluklar için şöyle bir ilaç icat edelim diye bulunmamıştı. Bunlar bambaşka bir konuda çalışırken raslantısal olarak bulunmuştu. Bugün değişen ise budur. Şimdi biz şöyle bir ilaç yaparsak bu depresyonu iyi edecek diyebiliyoruz, o ilaç sentez edildiğinde de, depresyonu iyi edebiliyor. Raslantısallıktan bir araştırma dizaynı çizip onu gerçekleştirebilmeye döndük. Böylece psikiyatri büyük bir hızla nesnelliğe ve bilimselliğe dönmeye başladı.

O.B.- Teşekkür ediyorum. Lütfiye Hanım farmakolog, psikofarmakoloğ. İlaçlar insanın biokimyasal sürecini, davranışını ne derece etkileyebiliyor, davranışları ne kadar değiştirmek mümkün kalıcı değiştirmek mümkün mü yoksa bunların etkileri hep geçici olmak zorunda mı?

L.E.- Evet zor bir soru. Bütün anlattığım biyokimyasal maddelerle davranışlar arasında birebir ilişki kurmak çok zor, yani biz birşeyi ölçüyoruz, diyelim ki şizofrenide dopamin yüksek görünüyor. Bu, gerçek bir yükseklik mi yoksa diğer maddeler azaldığı için mi dopamin yüksek duruyor? Bu nedenle tam rasyonel bir yaklaşım zor fakat şöyle; ilaçları kullandığımız müddetçe beynin biokimyasını değiştirmek mümkün ve bugün tedavide yaptığımızda bu, yani aslında biz şizofreniyi iyileştirmiyoruz, depresyonu iyileştirmiyoruz kaygıyı tamamen ortadan kaldırmıyoruz, ilaçları kullandığımız zaman dilimi içinde bu davranış değişikliğine paralel olarak değişimiş olan beynin biokimyasını dengeye getiriyoruz ya da dengeye getirdiğimizi varsayıyoruz.

Biyokimyayı değiştirme açısından çok kısa bir öykü anlatabilir miyim? İlginç bir deney var Kenya'da yapılmış, Kenya milli parkında primatlarla yapılan bir çalışma; 1978'de başlayıp 7-8 sene süren bir çalışma. Araştırıcı primatları seçiyor. Primatlar insana yakın bir tür ve ayrıca bulundukları ortam stresten uzak. İzleme sırasında

grupta lider olan hayvanları belirliyor, kavgada kazanan, yiyeceğini kolay bulan lider oluyor. Bir de sıradan hayvanlar var. Acaba sıradan hayvanlarla dominant hayvanların, lider hayvanların biokimyaları farklı mıdır? Bir araştırma yapıyor ve bunların strese yanıtını ölçüyor. Stres için de anestezik madde enjekte ediyor. Sıradan hayvanlara enjekte ettiği zaman kan testesteronunun yükselmediğini görüyor. Testesteron bir maskülin hormon, bu sex hormonu kasların iyi çalışmasını, glikozu daha iyi kullanmasını sağlar yani stres karşısında hayvanın daha dayanıklı olmasını sağlar. Dominant hayvanlarda ise enjeksiyonu yapar yapmaz testesteronun yükseldiğini görüyor ve diyor ki: testesteronu yükseliyor, kasları daha iyi çalışıyor ve bu nedenle hayvan lider durumunda ve yine bu hayvanlarda adrenalinin yüksek olduğunu görüyor ve bir de kortizollerini ölçüyor. Organizma canlı bir stresle karşılaştığında ya o olay karşısında mücadele edecektir ya da kaçacaktır, bunu belirleyen büyük ölçüde kortizoldür. Sıradan hayvanların kortizol düzeyi hep yüksek, ama lider hayvanların kortizol düzeyi düşük, ancak strese yanıt olarak artıyor. Kortizolün sürekli salınması organizma için zararlı, mesela iyi huylu kolesterol dediğimiz kolesterolün miktarını düşürürseniz, kalp hastalıkları riski artar, kan basıncı artar yani patolojik değişiklikler ortaya çıkâr. Sonuçta lider hayvanların biyokimyası daha iyi. Acaba bunların biyokimyası iyi olduğu için mi liderler, yoksa lider oldukları için mi biyokimyaları iyi? 7-8 sene sonra tekrar Kenya'ya gidiyor, bu arada durum değişmiş, hiyerarşi bozulmuş. Bakıyor ki eskiden dominant olan lider olan hayvanlar sıradan primatlar haline gelmişler, yeni liderler çıkmış ortaya. Bu eski liderlerin kan tablosuna baktığı zaman ama biyokimyalarının sıradan hayvanlar gibi olduğunu görüyor. Strese yanıt olarak testesteron artmıyor ve sürekli kortizolleri yüksek, buna bağlı olarak işte iyi huylu kollesterolleri düşük kalp hastalıklarına karşı dayanıklıkları daha az.

Ve şöyle bir çıkarma yapıyor bu konuda; eğer strese karşı olan davranışlarımızı kontrol edebilirsek, yani iyi bir ruhsal başa çıkma oluşturabilirsek, biyokimyamızı denetim altına alabiliriz, biyokimyası iyi olduğu için insanlar başa çıkıyor değiller, olaylarla başa çıkmayı bildikleri için, dolayısıyla fizyolojilerini ve dolayısıyla sağlıklarını kontrol etmeleri mümkün.

O.B.- İstediğimiz şekilde denetleyebilir miyiz, yönlendirebilir miyiz biyokimyamızı? Eğer salt biyokimyasal olaylarsa sözgelimi zekâ ve diğer berzeri yetenekler o zaman insanın onları öğrenerek yönlendirmesi de mümkün mü?

L.E.- Biraz mümkün gibi galiba, Zen öğretisiyle kullandığımız bazı ilaçlar arasında meskalin gibi LSD gibi paralellik var. LSD ve benzeri ilaçlar, Lokus Seruleus olan bir bölgenin ateşlenmesini hızlandırıyorlar ve ego sınırlarını ortadan kaldırıyor, transdental bir duruma sokuyorlar. Zen öğretisiyle bu paralel gidiyor, yani insanlar, zen çalışan kişiler bir şekilde biyokimyalarını değiştirebiliyorlar. Ama bunu tedavide kullanabilir miyiz bilemiyorum Olcay.

O.Y.- Galiba bizim kendimiz üzerinde uygulayabileceğimiz bir denetimden söz etmemiz lazım. Ben bunu mesela direnci yüksek olup grip olmamaya benzetiyorum. Onu kontrol edebilirsiniz belki bir yere kadar ama mesela direnciniz ne kadar yüksek olursa olsun koşulları çok zorlarsanız hastalanırsınız. Aynı şeyin şu an ki tekniklerle zen meditasyon ve kendini kontrol teknikleriyle kişinin günlük yaşantıda normal koşullarda bu direnci arttırabileceğini düşünüyorum. Ama örneğin buna manik-depresif hastalık gibi genetik olarak kodlandığını düşündüğümüz bir durumu örnek verecek olursak, burada dış stresler yokken otonomik olarak gelen nöbetler var. Kişi depresyona giriyor, birkaç ay sonra çıkıyor, koruma tedavisi altına alıyorsunuz; en ağır stres altında bile çevresindekiler hastalanıyor o koruma altında kişilik gücü ortaya çıkiyor ve depresyona artık girmiyor. Ama böyle bir koruyucu tedavi altında değilse, insan zihninin nedensellik ilkesini işliyor, ben hastalandım, o sırada şuna üzülmüştüm ondan hastalandım herhalde, diyor. Ancak ataklar çoğaldıkça bağlantı kopuyor, orda şu vardı, burda bu vardı peki, burda sebep neydi burda birşey yoktu, diyebiliyor. Tabii ki bu tip rahatsızlıklarda hem de insanın kendi kontrolünün hem de streslerin bir rolü var ama bunlar ancak belli bir sınırda, asıl belirleyici genetik kodlanma.

O.B.- Beyinde bunama olayı nasıl gerçekleşiyor?

Ö.Ö.- Şimdi ben zaten bellek nasıl kaydoluyor'u 80'li yıllara kadar getirip bıraktım 4. yü sonra söyliyeceğim demiştim. Bu 4. de: Lütfiye'nin sözünü ettiği, bu sinir hücreleri arasındaki iletişimi sağlayan bazı maddelerden ikisi üzerinde çok durulmaya başlandı 80'li yıllarda; zaten duruluyordu da daha çok deneyler maymunlarla yapılmaya başlandı. bunlardan bir tanesi noradrenalin, lokus seruleus'ta üretilip bütün beyne çıkan madde. Bir tanesi de bir başka çekirdekte, meiner çekirdeğinde üretilen asetilkolin. Şimdi biyokimyasal bunama demek mümkünse, çünkü bunamanın bir sürü sebebi var, diyelim maddi sebep, diyelim beyin damarlarının tıkanması, ekstra piramidal hastalıklara eşlik eden bunamalar gibi, ama eğer biyokimyasal bir bunama varsa o da çağımızın bunama hasta-

lığı çünkü artık ileri yaşlara kadar yaşıyor insanlar, ölüm yaşı epey gecikti mi denir?

L.E.- Yaşam süresi uzadı denir.

Ö.Ö.- Evet, onun için çağımızda daha çok çıkıyor bunama. Eskiden bu hastalığa tutulmadan ölüp gidiyordu insanlar. Alzheimer hastalığı, herkesin adını duyduğu, bir kimyasal bunamadır. Çünkü bellek kaydında rol oynadığı gösterilen asetil kolin aktivitesinde bir düşme oluyor bu insanlarda. Ne oluyor da düşüyor, acaba kalıtımsal mı? Öyle olduğu yolunda bazı bulgular var, işte filanca kromozomda oturan bir gen sorumlu deniyor ama birden bire asetilkolin üretimi azalıyor beyinde, bütün bellek, düşünme, yüksek duygulanım gibi olayların geçtiği en yüksek seviye olan beyin kabuğunda da asetil kolin aktivitesinde bir düşme oluyor. Yani bulunmuş ve Alzheimer'li bunamış hastalar öldükten sonra yapılan otopsi çalışmalarında gösterilmiş bu. Maymunlarda da Alzheimer hastalığından ölen bunamış hastaların beynindekine benzer lezyonlar yapıldığında, yani mesela asetilkolin üreten meiner çekirdeği hasarlandığında, maymunların da bunama davranışı içine girdiklerini, muzu nereye koyduklarını unuttuklarını, öğrendikleri her birşeyi unuttuklarını filan görüyorlar. O zaman akla şu geliyor: madem öyle, asetilkolin verelim bu insanlara, belki bunamaları geçer; ve yıllardır çeşitli şekilde asetilkolinin kendisini veya asetilkolini üretecek ön maddeleri vermek gibi çeşitli yollara başvuruluyor ve bunların hiçbiri işe yaramıyor henüz. Kimyasal bunama dedik ona, onu engelleyemiyorlar, durduramıyorlar, başlamasını önleyemiyorlar. Herhalde birgün bulunacak bunun çaresi.

AŞKIN, DUYUNUN KİMYASAL FORMÜLÜ NE?

O.B.- Teşekkür ederiz Olcay, sevgililer günü dolayısıyla birçok gazeteler bu haberle doldu taştı, Time'a kapak oldu, bizim gazetelerimizde bir parça aktardılar, aşkin kimyasal formülü orda açıklandı. Bu aşka, duyunun düşüncenin, kimyasını da katarsak acaba bunun formülü gerçekten biliniyor mu, ne düşünüyorsun?

O.Y.- Burada araştırmalar şimdi, yeni bir rotaya doğru dönüyor. İki ana ilaç bulundu demiştim antidepresanlar ve antipsikotikler, dolayısıyla araştırmalar da bu iki bozukluğun altında yatan biyokimyayı araştırmaya yöneldi ama bütünüyle hastalık tablosunu ele aldı. Yani şizofrenin altında yatan bozukluk nedir? Lütfiye'nin de dediği gibi dopaminerjik bir aşırı aktivite bundan sorumlu gibi

bulundu hatta beyindeki hangi yolun aşırı aktivitesi olduğu bile speküle edildi.

Ama eğer böyleyse işler kolaydı, bunu tekrar yaratmak mümkün olmalıydı, bunu tümüyle tedavi etmek de mümkün olmalıydı, bunlar başarılamadı. Araştırmalar çelişkili kaldı. Depresyonda da aynı şey oldu, depresyon tablosunun tümünün altında yatan biyokimyayı keşfetmeye yönelindi, noradrenalin sorumlu tutuldu serotonin sorumlu tutuldu. Hangisi daha önemli dendi, sonra ortak bir noktaya ulaşıldı. Noradranalin ve seratonin depresyonlarını ayıralım iki çeşit depresyon olsun dendi. Sonra bu da doğrulanmadı. Serotonini düşük olan insanlarda, noradranalin de düşerse o zaman depresyona giriyorlar dendi. Ama bütün bunlar spekülasyon niteliğinde kaldı. Sonra niye çözülemiyor dendi, bu defa araştırma popülasyonu suçlandı, yani "Sizbize depresyon diye bir grup veriyorsunuz ama depresyon tanınız yanlış, bu grup homojen değil, bir sürü farklı insanı koyuyorsunuz, tabi ki biz bulamıyoruz" ve şizofrenide de aynı şey dendi. Bu defa klasifikasyon sistemleri değiştirilmeye başlandı. Bu gerekliydi de, çünkü gerçekten «bu bana şizofren gibi geliyor» denen yerde bilim olmayacaktı. Bu defa işi bilgisayarlaştırmaya yöneldiler. Şu anda yapılmakta olan iş bu.

Bunlara dayanarak yapılan araştırmalar da biyokimyasal olarak işi çözemeyince, o zaman başka birşey yapılmaya başlandı. Bunun sinyalleri aslında 70'li yıllardaki araştırmalardan itibaren seslenmeye başlamıştı, mesela şöyle bir araştırma var: Depresyonun bir bölümünde dopamin az bulunuyor, hareket azlığı olan depresyonda, dopamin az. O zaman "dopaminin az bulunması depresyonla ilgili değil, hareket azlığı ile mi ilgili?" dendi. Hareketi az olan başka hastalıklara bakıldı, Parkinsonizm gibi, onda da dopamin az. O zaman hastalıkların toptan biyokimyasını bulmak yerine onun içindeki bileşenleri ayıralım dendi. Hastalık mozaik gibi bir şey oluyor bu bakışla: Şurada kırmızı taşlardan 5 tane eksik, burda mavilerden 3 tane fazla gibi. Bu sinyal şimdi şöyle bir noktaya gelmiş durumda: Aslında insan psikolojisinin 4 önemli parçası vardır: Algı, duygu, düşünce ve davranış. Bunların ayrı ayrı biyokimyasını araştırmak gerekir. Her hastalıkta, diyelim ki algı şu boyutta bozulmuş, düşünce şu boyutta şu kadar bozulmuş gibi.

Aşka gelince benim görüşüm şöyle; Bence aşk bir hipomani krizi gibi duruyor, yani aslında manikdepresif hasta çok ender bir yeteneğe sahip, kederin dibine kadar gitmek ve zevkin en üst derecelerine kadar, normal kişilerin yaşayamayacağı yere kadar yükselmek yeteneğinde.

O.B.- Tedavi edilebilir diyorsun.

O.Y.- Aşk mı? Allah'tan kendi kendine iyileşiyor.

O.B.- Neden aynı kişiye karşı aşk aynı şekilde sürmüyor? Sanki elektrik kutuplarının birbirlerini nötrlemesi gibi oluyor, o neden?

O.Y.- Herhalde tekrar homeostatik denge, doyuyor. Yani aşk dengeyi bozuyor tabi, davranışları bozuyor, organizma diyor ki bu sağlıksız bir şey, keyifli ama bunu düzeltmem lazım ve öğrendiği için ikinci keresinde daha çabuk düzeltiyor.

İZLEYİCİ.- Avukat Nahit Ural, hukukçu olduğum için tıp terimlerini kullanmayacağım, söylediğiniz şeyler üzerinde kısa kısa birkaç noktayı biraz daha açmanızı isteyeceğim sayın hocalarım. Şimdi şizofreni hissedilir dediniz, sayın hocalarım da bütün o beyin çalışması ve figürlerini anlatırlarken elektro kimyasal olaylardan bahsettiler yani bir sezgisel olarak, yani Berkson filozofisine uygun olarak bazan kişiyi gözünden, davranışından, atmosferinden hissederiz, bu hastadır deriz.

Yiyeceklerle insan arasındaki bağlantı: Mesela et yiyen ulusların daha çok saldırgan olduğu söylenir, bitkisel beslenenlerin daha mülayim daha uyumlu oldukları söylenir. Gribi kontrol konusunda biraz meditasyonla meşgul oldum yani pek sağlam bir yönü yok ama bilmiyorum griplerle yakından temasta etsem grip olduğum yok ama bir tesadüfde olabilir. Son olarakta bu bunamalarda geç hafıza yok oluyor çok yakınlarımız da gördük 30-40 yıl öncesini hatırlıyorlar 3 gün öncesi yok. Teşekkür ederim.

İZLEYİCİ.- Ben günlük yaşamda normal olarak sağ elini kullanan bir insanım. Zamanla sol elimi kullanmaya çalışma bu beyni yoruyor mu eğer yoruyorsa zamanla değişiyor mu yani sol eliyle yazmayı öğrendikten sonra beyin tahrip oluyorsa, o stres zamanla gidiyor mu?

Ö.Ö.- Beynin tahrip olup olmadığına sanırım cevap verebilirim. Tabii ki tahrip olmuyor, yani yıllarca sağ elini kullanmış bir insanın doğuştan getirdiği bazı zihinsel fonksiyonlarının sağ ya da sol beyin yarımküresinde yer alması gibi bir olay var. Siz sonradan zorlayarak sol elle yazı yazmayı öğrenseniz bile sol elle makasla kesmeyi, birçok aleti sol elle kullanmayı, değiştiremezsiniz. Yani o getirdiğiniz gibi kalır, hiçbir tahribat söz konusu değil bilakis yeni bir beceri öğrenmiş olur beyniniz. Ama bu stres yaratır mı, bilmiyorum.

İZLEYİCİ.- Matematiksel işlemlerin daha çok sol elle yapılması daha iyi oluyor mu yani?

Ö.Ö.- Hayır. Çünkü iki beyin yarımküresi arasında zaten bir

haberleşme söz konusu. O haberleşmeyi ister sağ beyin sola iletsin, ister sol beyin sağa iletsin de yazmanın motor emrini o elinize veya bu elinize versin, bu farketmez.

İZLEYİCİ.- Ben şunu öğrenmek istiyorum Maniye dikkat ettiğimiz zaman genç çağlarda başlıyor ve ben onu şöyle açıklıyorum: insanın 20 yaşma kadar belli sorumlulukları yok, ailesine bağlı ve 20 yaşma geldiğinde yaşama yükümlülükleri, evlenme ve devamı gibi unsurlar ön plana çıkıyor. Bende mani hastalığı böyle başladı. Yaklaşık 20 yaş falandı ve 4 kere tazeledi artı en üst noktada tanıma olayını yaşadım ve kendi içimde yaptığım araştırmalar sonunda hastalansam bile belki bir mani daha hesabını yaptım. Bir hastalık olduğuna kesinlikle inanmıyorum çünkü beyinde genetikten gelen bir eksiklik olmuş olsaydı yani vücut belli bir düzen içinde çalışsaydı bunu zaten çözümlerdi.

L.E.- Aslında çok meşhur pek çok insan Rozvelt, Çörçil hipomaniktirler çünkü daha enerjiktirler, insiyatif güçleri daha fazladır ama manikdepresyon diye bir hastalığın olduğunu biliyoruz yani bir duygu durum hastalığı iniş ve çıkışlar arasında.

İZLEYİCİ.- Bilincin biyokimyası, yapısıyla ilgili ulaşılan son bilgiler nelerdir acaba?

Ö.Ö.- Benim söyliyebileceğim noradranalin etkili belki, uyanıklılığı artırarak... şimdi malesefböyle süslü dialarla anlattık biyokimyasal olayları, ama birebir ilişki henüz kurmak mümkün değil, yani şu kimyasal yollarla bilinç şöyle değişiyor ya da şöyle düşünce tarzını oluşturuyoruz diye kesinkes çıkarım yapmak mümkün değil. Çeşitli kimyasal ileticiler burda içiçe çalışıyor. Birini soyutlamak da mümkün değil, örneğin asetilkolin olmadan olmaz noradrenalin olmadan olmaz, yani bütün bu beyindeki kimyasal maddelerin bir denge içinde çalışması sonucu bilincin oluştuğunu söyleyebiliriz.

İZLEYİCİ- Beynin fonksiyonlarından bahsederken bellek üzerinde çok durduk, ama onun kadar hatta daha önemli olduğunu söyleyebileceğim bir de problem çözme fonksiyonu var beynin, bu konuda ne söyliyeceksiniz? Beyin problem çözerken nasıl çalışıyor, paralel mi çalışıyor, ne gibi fonksiyonel özellikler gösteriyor.

Ö.Ö.- Paralel çalışıyor lafınız çok güzel gerçekten paralel dağıtılmış Ağ sistemi diye belki tercüme edilebilir.

Yani aritmetik problem değil, genel problem çözme, şu alın içinde yer alan beyin bölgesinin başlıca görevi; ama sadece onun görevi değil ta duyumların içeriye girmesinden, o duyumların işlenmesinden, kişinin daha önceki yaşantılarının bilgisinden tutun,

dikkatinin verilmesine kadar bütün sistemlerin paralel bir şekilde çalışmasıyla gerçekleşen bir olay problem çözme.

İZLEYİCİ- Peki bu süreç kimyasal yani biyokimyasal bir şey mi yoksa elektriksel bir haberleşme mi?

Ö.Ö- Şimdi beyindeki ileti her iki türlü de oluyor hem elektriksel hem de biyokimyasal, başlangıçta Lütfiye'nin söylediği gibi sinir boyunca elektriksel olarak gelip bir sinir lifinden öteki sinir hücresine geçerken biyokimyasal olarak geçiyor, onun için hem elektriksel hem de biyokimyasal olarak çalışıyor beyin.

L.E.- Şunu ilave edebilirim problem çözmede bilginin aktarılmasında yol biraz daha farklı point the point iletim var. Yani bir nörondan diğer bir nörona tek noktadan iletim var. Halbuki emosyonel bilginin dağıtılmasında dallanmış bir dağıtım var; bu belki sonuca daha hızlı gitme açısından, yani problem çözmede konuşma yolları biraz daha farklı, daha kestirme.

O.Y.- Ben ilk soruya, hissetme ve dirençle ilgili olana bir noktada açıklama getirmek istiyorum. Hissetmenin ya da sezginin önemi az değil çünkü bir deneyin birikimi sonuçunda bizim reseptörlerimizle bağlantılar kurabilmemizle ilgili. Yani sinyalleri çok hızlı ve doğru değerlendirmemizle ilgili bir olay. Gerçekten de şizofren girdiğinde o şizofreni siz bir hareketinden tanıyabilirsiniz, bunun değerini küçültücü anlamda değildi sözlerim, ama bu bilimsel değil, bilimsel olan nesnel ve aktarılabilir olmak zorundadır. Yani burda gözlediğim şeyi Amerika'daki bir kişiye de aktarabilmeliyim. Direnç konusu da aynı şekilde bir yere kadar etkili olan bir şey. Ben bu hastalığı bir daha yaşamam ve kontrol edebilirim denmesindeki duyguyu gayet iyi anlıyorum. Tabiî madem ki meditasyonla bir biçimde kendimizi etkileyebileceğimizi düşünüyoruz, o zaman hafif gelen bir atağı kişinin kendisinin sezmesi ve denetlemesi mümkün olabilir. Bazan bir hastam gelir, en yakını olan bir kişi vardır yanında, eşi, annesi, babası. Çok iyi, hiç bir şeyi yok derler. Kendisi ise, hızlandı düşüncelerim, der. Henüz hiç kimse hastalığı farketmemektedir. Bu subjektif bir yaşantıdır ve kendisi sezmektedir, hatta derecele desem, onu bile yapabilir. Ama bu yavaş başlayan, hafif başlayan atak için geçerli. Aym hasta, şiddetli bir atağa girdiğinde kendini atağın içinde bulur. Demek ki direncin bir sınırı var. Bu atağa giriş hızıyla ve atağın şiddetiyle ilgili gibi duruyor.

İZLEYİCİ- Şimdi efendim burada daha ziyade bir kimyasal değişikliklerin belki bir ölçüde davranışsal değişikliklere yol açabileceği konusunda görüşler ileri sürüldü. Ben bu konuya şu açıdan

katılamıyorum: Aslında insanların en önemli dönemleri, çocukluk dönemleri ilk 6 yaş dönemi mizaç dediğimiz kişilik yapısının oluştuğu dönemler, ben bir yerde okumuştum, mesela kişilerin belli bir tuvalet yaşı vardır, tuvalet edinme yaşı vardır, 2,5 yaş falandır bu, kız veya oğlan farketmez, siz, anneler babalar çocuklarım 6 aylıkken tuvalete tutarlar. Uçak korkusunun çocukluktaki yanlış eğitimden kaynaklandığı konusunda bilimsel bir takım çalışmalar okudum.

Dolayısıyla aslında burda önemli olan şu; çocuklukta bir sürü şeyler bilinç altımızda oluşuyor, ve daha sonradan farklı şekllde tezahür ediyor bu, çocuğun mesela 2,5-4 yaş bir takım krizleri vardır. Ana baba o çocuğun doğal olan bu krizlerini bilmezse ona karşıt bir tavır koyarsa çocuk pasif olur, edilgen bir kişilik haline gelir. O nedenle samyorum esas itibarıyla çocuk eğitiminin önemli bir rolü var bu konuda.

Bir iklncisi de aile içindeki demokrasi diyeceğim. Gerçekten çocuk demokratik ortamda belki daha hoşgörülü olur. Benimki birazcık siyasal ve sosyolojik oldu, ben o şekllde anlıyorum. Teşekkür ederim.

O.Y.- Buna bir ikl söz söylemek istiyorum. Bizim normal dediğimiz davranışlar beyin hücrelerinin çalışması sonucunda mı ortaya çıkmaktadır? Evet. Beyin bu sırada kimyasal bir faaliyet yapmakta mıdır? Evet. Peki yarın benim bu konuşmam şizofrenik bir konuşma olduğunda benim ruhum mu hastalandı? Hayır. Ne oldu? Aym beyin hücresinin gene kimyasal olarak çalışması değişti. Dolayısıyla biyokimyasal bir temel ya da, belki bu kimyasal olarak anlatılamayacak bir bozukluktur, başka bir birimde anlatılır ama, hem normal hem anormal davramş biyolojik bir temel olduğu kesin. Bu biyolojik veya biyokimyasal değişikliğin daha önce söylediğim gibi psişik streslerle ve sosyal olaylarla yaratılabilmesini konuştuk. Dolayısıyla tabii ki çocukluk son derece önemli, o sırada da aym davramş yaratılabilir, ama bu biyolojik bir temeli olmadığı ya da beyinde bir karşılığı olmadığı anlamında değildir.

İZLEYİCİ- Ümit Özsoy - Şimdi hastalıkla beyin arasındaki bir ilişkiden ben söz etmek istiyorum, bir ruhsal bir fiziksel anlamdaki hastalık, ruhsal sezgi de diyebileceğimiz bir şekilde su üstüne çıkabilir, örneğin kanserli bir hastamn bilinç altında kanserli olduğunun farkında olması gerekir diye düşünüyorum, yani beyin nöronlarına varana kadar bunu yorumlayamıyor mu? Yani ruhsal olarak biraz işte kötüye gidiyoruz, ama bunun bir de fiziksel tarafı var, mesela bir AIDS virüsü aldıktan sonra bunu bilinçüstünde ni-

ye hissedemiyor hasta? Bilinç altında hissediyor mu bunu? Teşekkürler.

O.Y.- Evet tabii biliyorsunuz ki bir kuram gerçeği açıklamak için belli bir birim kullanır. Psikanaliz farklı bir birim kullanır, bizim şimdi konuştuğumuz dil biyokimyasal dil farklı. Kimyasal terimle konuşurken pat diye psikanalitik terime atladığımız zaman bir kopukluk olur. Ancak soruyu şöyle algılıyorum. Bir insan kanserli, bunun belirtileri çok açık bunu çevredeki herkes farkediyor ve herkes o kişinin nasıl olup da farketmediğine şaşırıyor. Psikanaliz bunu gayet iyi açıklamıştır: savunma mekanizması, yadsıma savunması. Yani o sırada psişik yapı neye ihtiyacı olduğunu hissediyor, bunu ancak böyle kesebilirim, yok say diyor ve yok sayıyor. Peki bunun biyokimyasal terimi nedir, onu bilmiyoruz ama bunu algılamasına yol açan sinapslarda, bağlantılarda, bir biyokimyasal blokaj, engelleyici kimyasal maddelerin işe karışması gibi birşey olarak speküle edilebiliriz.

İZLEYİCİ- Sadece spekülasyon.

O.Y.- Evet.

İZLEYİCİ- Efendim benim Olcay Bey'e sorum olacak. Ben bu sene içinde psikoloji ile gerçekten ilgilenmeye başladım ve dikkatimi şu çekiyor. Gerek psikiyatri gerekse psikoloji insanları belli bir davranış kalıbına indirgemeye çalışıyor ve psikiyatri özellikle ilaç vererek veya elektroşok yöntemiyle insanların beyinlerini siliyor bence. Bence deliler bizim deli dediğimiz insanlar, gerçekte sağlıklı insanlar. Nevrozu, şizofreniyi de düzelmenin önündeki son adım olarak görüyorum, İspanya'da Picasso'nun bir sergisini geziyor psikiyatris ve "bu adam kronik şizofreni" diyor. Yani aynı mantıkla bakarsak, yani bir normal bir de normal dışı insan kavramı koyarsak, insanı insan yapan en önemli özellik olan yaratıyı bence insanların elinden almış oluruz. Amerika'da örneğin bir yerde okumuştum, orduda mesela bazı askerler savaşmak istemiyormuş ve o insanları sen hastasın diyerek, ilaç vererek hastalıklarına inandırıp sonra tekrar normal yola çekerek savaşa sürüyorlarmış. Acaba bu savaştan kaçan adam mı sağlıklıdır, yoksa savaşa giden adam mı? Teşekkür ederim.

O.Y.- Evet güzel bir soru. Soru bir kere normal kavramını tartışıyor, bu tabii çok önemli bir konu. Normal nedir ki, psikiyatri buna göre anormal desin? Bunu ben de öğrencilerimle her ilk derste tartışırım: İlk çıkan istatistiksel normaldir, yani çoğunluğun yaptığından farklı olan anormaldir. Oysa hemen Maslow örneği verilebilir, insanları üçe ayırır; akıl hastaları, normaller, ki büyük bir kıs-

mı oluştururlar ve toplum standartlarının dışına çıkmamak için kendilerini gerçekleştirmeden taviz verenlerdir ve sağlıklılar. Bunlar, azınlıktır ama kendilerini gerçeklemek için başkalarıyla çatışma riskini göze alabilirler. Dolayısıyla istatistiksel normal, gerçek normali vermiyor. Sonunda, ancak hastanın kendi normali, yani o insanın o günkü bana göre o zamana kadar gelen günlük davranış çizgisinden değişmeler sorgulanmaya başlanır. Hemen bir örnek vereyim: Bir hasta getirilmişti, son zamanlarda davranışlarda ne gibi bir değişiklik görüldüğü sorusuna sigara içmiyor dendi. Sigara içmemek sağlıklı bir davranış, alkışlanılacak bir şey! Hayır, burada bir akıl hastalığı arama sinyali. Hastayla bir süre konuştuktan sonra nihayet neden sigara içmediğini söyledi; "çünkü piyasadaki bütün sigaraların içine esrar konmuş" bir paranoid bozukluk. Tabii ki psikiyatrinin, psikolojinin kötüye kullanılması, her dal gibi, her branş gibi söz konusu olabilir. Tabii ki elektroşokun ve ilaçların endikasyon alanı dışında, kötüye kullanılmasının zararları açıktır ve antipsikiyatrik bir çekirdek te her psikiyatrın içinde olmalıdır. Ama siz yerinde ve zamanında o araçları kullanmazsanız, bedeli çok ağır ödenir. İntihar düşüncesi net olan bir depresyonu, ancak elektroşokla geri döndürebilirsiniz. O insan üç gün sonra, bir hafta sonra, o düşüncelerine gülecektir ve siz biraz tereddüt edip geç kaldığınızda, inanılmaz bir planlamayla kendini ortadan kaldırır, muhteşemliğine hayran kalırsınız.

İZLEYİCİ- O adam aslında düzelmiyor gerçekte siz elektroşok vererek siz o adamı öldürüyorsunuz bir anlamda. Şöyle bir benzetme yapabilirim: Hasta bir büyük denizde boğulmak üzeredir ve bir dala tutunmak ister. Sizin yaptığınız o hastayı tekrar öldürmek yani o hastayı sistemle uyuşturuyorsunuz. Ben antipisikiyatristim.

O.Y.- Antipsikiyatrik akım yararlı oldu, psikiyatrların devalüe olan değerini yükseltti ve kendilerine gelmelerini sağladı. Ama herşeyin abartması bir kontrolsuzluk yaratır tabi. Siz geri dönülmez bir olay yaratırsınız, yani insan intihar eder ve ölür oysa o insan bu düşüncelerine gülecektir diyorum, daha sonra gülecektir.

İZLEYİCİ- Biyokimyasal yapıdan oluşan bir tür mizaç bir de ruhsal bir tanım var, size göre ruh ne demek oluyor? Veya sabahtan beri fevkalade anlattığınız bu bir yığın biyokimyasal maddeler, girişimler, katılımlar, bunların hepsinden dolayı oluşan bir davranış biçimi var, bu davranışın hepsi mi bir ruh veya bizim o eskiden beri kabul ettiğimiz ruhsal terimlendirme yanlış mı yani yepyeni bir terime mi geçiyoruz. Yani ruh diye bir şey yok tamamen biyokimyasal etkileşimden oluşan gayet karmakarışık, çok mükemmel

veya zaman zaman mükemmelliği bozabilen bir insan, yaratık var, yani ruh var mı, yok mu? Ruhun biyokimyasını soruyoruz bir yerde tabii. Tüm o ruh ve genelde insanların kabul ettiği ruhsal bir kimlik yapımız var, onu reddediyoruz. Mesela size ben bir tokat atıyorum "kusura bakma adrenalinim yükseldi biraz" falan, ötekine kızıyoruz "O sırada asetilkolinim düştü" falan diyoruz annemize.

O.Y.- Ruh, burda kullandığımız anlamda, nöronun fonksiyone etmesidir, çalışmasıdır. Bunu metafizik anlamda ruh kavramıyla ilgili olarak değil, ruh hastalıkları kavramını düzeltmek için kullandım. Yani ruhumuz hastalanmıyor, beynin fonksiyone etmesi bozulur ve bu bozukluk biyokimyasal bir anlamda olabilir diye spekülе ediyoruz. Evet herkes kendi katekolaminini kontrol etmekten sorumlu.

İZLEYİCİ- Ben Eser Demirer, ben de psikoloğum ama ben eğitim psikoloğuyum iki şey sormak istiyorum, bir tanesi; bu konuda ne gibi yayınlar bulabiliriz bu çok önemli benim için. İkincisi konferanslardan birinde o da köken olarak psikolog değil fizyolojiyle ilgilenen bir hanımdı ki bileceksiniz sanıyorum Prof. Dr. Bahriye Öztaş, Selye'nin yaptığı deneylerden bahsetmişti ve bir tanesi annelik iç dürtüsünün fizyolojik nedeni olan prolaktin hormonunun etkisi üzerineydi ve torunun çok seven bir babaannenin torun daha 3-4 aylıkken -ki sizler bahsettiniz davranışın insan biyokimyasına etkisiyle ilgili olarak prolaktin hormonunun beyinden devreye girmesiyle- babaanne torununu emzirecek fizyolojik değişikliği uğruyor. Bu olayı duydunuz mu bilmiyorum bana çok enteresan geldi ne kadar bilimsel değeri var, olabilir mi bunu merak ettim.

L.E.- Bahriye Hanım stresle, en azından teorisi ile uğraşan bir arkadaşımız, ben bu yayını duymadım fakat Bahriye Hamm anlattığına göre mutlaka bir bilimsel dayanağı var. Hayır Selye'nin olamaz, Selye, stresi ilk tanımlayan kişi 1930'larda falan tanımladı ondan sonra da bu konuda pek ayrıntılı çalışmadı, daha sonra başka çalışmalar oldu.

İZLEYİCİ- Şöyle birşey soracağım o zaman, prolaktin hormonu doğum sonrasında devreye giren bir hormondur ve süt vermeye neden olur, ama stres sırasında nasıl artıyor?

O.Y.- Bütün hormonlar söylediğimiz kimyasal ileticilerin kontrolu altındadır. Prolaktin de dopaminin kontrolü altındadır, dolayısıyla siz dopamini bir biçimde etkilerseniz, mesela bizim ruh hastalıklarını tedavi için kullandığımız bazı ilaçlar dopamini bloke eder azaltır, dolayısıyla süt gelmeye başlar hastalardan.

İZLEYİCİ- Selahattin Özgülle.- Öncelikle böyle bir toplantıyı

tertiplediğiniz için teşekkür ederim, yalnız, malum olduğu üzere çok geniş bir konu olması nedeniyle lütfen birkaç celse daha tekrarlanmasını istirham edeceğim.

Şimdi ben dinsel kanaldan gidip de bir soru sormak istiyorum, sizler beyin ve onun fonksiyonlarınızı biyokimyasal veya benzeri mekanik vasıtalara indirgediniz bir yerde. Halbuki eşrefi mahlukat olarak yaratılmış olan insanın diğer yaratıklardan farklılığının altının çizilmesi lazımdır. Davranış biçimlerinde bir maymunla ya da daha küçük yaratıkla insanın, eğer ikisininde aşağı yukarı aynı madde ve elementlerden teşekkül ettiklerine göre arada fark nedir? insanı insan yapan unsur nedir? Bunun biyolojik veya herhangi bir kimyasal skalaya indirgenmesi kabil midir? Bu suali ortaya atmak istiyorum. Teşekkür ederim.

O.Y.- Evet güzel bir soru, bu aslında psikiyatrların kendi içlerinde de yöneltilen bir eleştiri, insanın basit bir organizmaya indirgenemeyeceği ve biyolojik araştırma çağının bunu yapmakta olduğu. Bunu söyleyenler daha çok psikanalitik ekol. Mesela, duyguları, dürtüleri ölçemezsiniz ve bunları biyokimyaya çeviremezsiniz şeklinde.

O.B.- Belki inançları da hatta.

O.Y.- Evet bütün bunlar yapıldığında da tablonun basitleştirilerek sonuç çıkarıldığı şeklinde bir eleştiri var, tabi bu eleştiriler de bunu aşmak için bir dürtü oluyor, ve bunları ölçebilecek olan skalalar geliştirmeye, daha az hatalı sonuçlar bulmaya çabalıyor karşı ekol de.

İZLEYİCİ.- Ben ayrıca Öget Hanımdan da bir şey istirham ediyorum, öğrenmenin ve pedagojinin bu ne isim verdiyseniz o merkezlerin, devreye sokulmasında veya geliştirilmesinde önemi nedir? O zaman talim terbiyenin kendisinin içinde anlamı ortadan kalkar. Yani değişik pedagojiden maksat değişik eğitim düzeylerinin ve kişisel özelliklerinin belirgin seviyeye yükseltilmesi olarak ben algılıyorum pedogojiyi, dolayısıyla acaba bunu her yaratık, her birey aynı şekilde mi sonuçlandırıyor. Yoksa aynı eğitimi verdiğimiz kişilerdeki farklılıklar neden ileri geliyor?

Ö.Ö.- Aynı eğitimi verdiğimiz insanlar demek istiyorsunuz değil mi? Mesela okul çocukları gibi....

Bu farklılık bir kere o güne kadar ki yaşantısından getirdiği birikimlerin farklılığından olabilir bir, zeka farklılığından olabilir ikl, aynı eğitimi verdiğiniz sırada o verdiğiniz eğitim parçasını ne ile ilişkilendiriyor kendi subjektif varlığı içinde o olabilir üç, yani çe-

şitli nedenleri olabilir. Aynı eğitimi verirsiniz de birisi daha iyi alır, birisi reddeder, birisi yanlış alır, değil mi?

İZLEYİCİ.- Benim de bir sorum olacak bu beynin biyokimyasını değiştirme yöntemi ile acaba hangilerinin daha henüz tedavisi mümkün değildir bunu biraz açabilir miyiz?

O.Y.- Evet aslında şu anda belli başlı hastalıkların hepsine karşı "değiştirebilecek güçte" ilaçlarımız var. Kesin tedavisi olanlar ve kesin tedaviyi başaramadıklarımız var. Ama ne yazık ki, bunlar söylediğim 50'li yıllardaki üçlü patlama sırasında tesadüfen bulunan ilaçların benzerlerinin üretilmesi şeklinde. Yani 1950'lerde tesadüfen bulunan ilaçlarla depresyonu zaten iyi ediyorduk, bugün çok daha az yan etkili, çok daha kolay kullanılabilen ilaçlar var, ama gene o kadar tedavi ediyoruz. Yani ikinci bir patlama dönemi bekleniyordu o henüz olmadı.

İZLEYİCİ.- Bazı öğrenciler bazı dersleri mesela sayısal dersleri sevmiyor veya bazıları sözel dersleri sevmiyor. Acaba bu, beynin yani beyindeki nöronların bazı işlemleri yerine getirmemesinden dolayı mı ortaya çıkıyor, yoksa bilinçaltı birşey mi?

Ö.Ö.- Sevmek ya da daha kabiliyetli olmak değil mi? Mesela sayısal şeylerde daha yetenekli ya da sözel becerileri daha üstün. O daha çok yeni; biyokimyasal'dan çok, beynin rahim içi uterus içindeki hayatından başlayarak oluşmasıyla ilgili birşey. Mesela sayısal beceriler genelde nüfusun çoğunda sağ beyin yarımküresinde yer alır da, sözel beceriler gene nüfusun çok büyük bir çoğunluğunda sol beyin yarımküresinde yer alır. Yani mikroskopik olarak ya da makroskopik olarak baksanız hakikaten bir beyin yapısı görür müsünüz, yok... Ama bazı becerilerin oturduğu yerler daha fazla gelişmiştir o kimsede, sözel becerileri çok iyi olanların mekansal becerileri biraz kusurludur da mekansal becerileri çok iyi ise belki istek ya da düşüncesini sözleriyle çok iyi ifade edemez. Yani biri daima öne çıkabilir.

- Bu kalıtsal özellik mi taşıyor?

Ö.Ö.- Kalıtsal da olabilir, rahim içi hayatta beynin gelişmesi sırasında bir takım sinir hücrelerinin varyasyonunu etkileyen olaylar olabilir, yani o bireyin kendi bireysel tarihiyle ilgili olabilir.

İZLEYİCİ.- Aşık insanı ve yalan söyleyen insanı fiziksel olarak tanıyabilir misiniz, mesela cildinden v.s.?

O.Y.- Pırıltıları izah edemiyeceğim ama ikinciye cevap vereyim. Tabii ki duygularımızın bir içten hissettiğimiz kısmı var, afekt dediğimiz. Bir de bunun bilinçli olarak kavranmasıyla mesela ben keyifliyimi hissettiğimizde otomatikman bunu dışarı yansıtıyoruz.

Ne kadar kontrol etsek, kendi kişiliğimize göre onu gösterme biçimimiz var. Bizi iyi tanıyan bir insan ne durumda olduğunuzu daha iyi de bilebilir. Yani, yalan söylemek sırasında ona eşlik etmesi beklenecek bir duygu, o kişiye göre değişir ama bunun dışa yansıyan bir kısmı olacaktır. Emosyon dediğimiz bu durumun o kişiye göre kontrol mekanizması var, bazısı onu çok mükemmel kontrol edebilir, özellikle onu tanımayan kişiler için bu kontrolü üst düzeyde, olabilir.

İZLEYİCİ.- Nurcan Dizdar. Eğer örnek yerinde olursa 4-5 katlı bir bina düşünürsek beynimizi, biz bu binanın bodrum katının sadece bir odasını mı kullanıyoruz diye sorabilir miyim?

O.B.- Beynimizin aslında biz % 10'u ancak kullanıyoruz görüşleri var, galiba buna denk düşüyor.

O.Y.- Evet sanırım... 4'te birini değil çok daha azını kullanıyoruz.

O.B.- Gerisini yedek olarak mı tutuyoruz, ilerisi için yani insanın evrimiyle ilgili bir tarafı var mıdır onun? Geleceğe yönelik bir rezerv tarafı var mı beynimizin?

İZLEYİCİ.- Şimdi bu tip araştırmalar tıbbın gelişmesi çerçevesinde tabii ki çok normal olaylar insan vücudunu öğrenmek, insanın kendisini daha iyi tanıması açısından gerekli olaylar fakat bir de tıbbın kötü amaçlarla kullanılan bir yönü var. Bu biyokimyasal olaylar çözüldüğü zaman insanın kontrolü aşamasına geliyor acaba bu tip şeyler nasıl kontrol edilecek çözüldüğü zaman?

O.Y.- Evet güzel bir soru. Bu bilimsel çalışmanın kendine yabancılaşması sorusu; Gerçekten saldırganlığı kontrol için bir ilaç geliştirilmeye çalışılıyor, böyle bir ilaç yarın geliştirildiğinde, şimdi içtiğimiz süte, vitaminler katılan süte, bu ilacın katıldığını ve bütün bir toplumun uysal hale getirildiğini düşünelim. Bunu katan beyinleri kim kontrol edecek? Tabii ki bu atom bombasını yaparken de bilim adamının yabancılaşması ve sorusuydu. Ama bilimsel çalışmaları durduracak neden olamaz.

İZLEYİCİ.- Selim Türe. Şimdi bilgi bize dışarıdan duyumlarımız vasıtasıyla geliyor onlar bizim organizmada, beyinde elektriksel ve kimyasal dizgeler şeklinde aminoasitler şeklinde şifrelenerek depolanıyor dedik, bu bilginin biyokimyası diyelim, doğada da bir sürü canlı tipi var insan da bunlardan bir tanesi. Bu evrim sürecinde birey ve toplumsallaşma içersinde bu bilgiler depolanıyor ve genetik olarak aktarılıyor. Bir de işlenen bilgi var yani bilim diyoruz bilim de şu anda pozitivist mantığın oldukça etkisi altında.

İZLEYİCİ.- Evet ben bilgi denen şeyin biyokimyasını geriye

doğru etkilemek mümkün mü, insam toplumsallığından alıp kendisi olması yolunda?

O.B.- Bu, samyorum oldukça uzun tartışılacak, başka bir platformun sorusu. Bu soruyu sormakta biraz geciktiniz.

İZLEYİCİ.- Gerçek anlamda insanın yaratıcılığını taklit eden, insan ürünü bir zekâ yaratılabilir mi?

O.Y.- Yani ben kendi adıma hiç bir şeye olanaksız diye bakmıyorum elbette ki mümkün ama zor.

İZLEYİCİ.- Öğrenme ana karnında mı yoksa doğumdan sonra mı ne zaman başlar?

Ö.Ö.- Ana karnında da bir takım şeylerin öğrenilebildiği biliniyor. Bir takım duyularla dışardan bir takım şeyler almak ve öğrenmek samyorum mümkün.

O.B.- O konuda yeni çalışmalar yapılıyor ama çok daha yeni, sizin söylediklerinizi doğrular şeyler okudum ben de.

İZLEYİCİ.- Demin Lüfiye Hamm hipomani diye bir tabirden bahsetti onu ilk defa duyuyorum. O konuda kısa bir açıklama isteyeceğim?

L.E.- Maninin daha az şiddetlisi.

İZLEYİCİ.- Peki bu kontrollü hasta, bu hastalığa sahip olduğunu nerden biliyor?

L.E.- Ama şimdi normal neyse, toplumumuzdaki bir normale göre biliyor.

İZLEYİCİ.- Tedaviye gitmesi için sebep ne?

L.E.- Hipomaniklerin mi? Eğer kendisi rahatsız değilse ve çevresini de rahatsız etmiyorsa tedavi edilmeyebilir.

İZLEYİCİ.- Bu lezzetli bilim toplantısı içinde soracağım suali lütfen tarafsız olarak sorduğumu kabul edin çünkü bunu devamlı sormaktayım cevabını alamıyorum daha doğrusu belki cevabı da çok zor.

Bakın, şimdi bir oyun var. Çok eski asırlardan bilinmekte bunun öğrenilmesi için de öyle okullar falan da gerekmiyor, satranç oyununu kastediyorum, ama bu oyunda nedense erkekler üstün bunu bir nöroloğa sordum, hammdı; şöyle bir yorum yaptı: Satranç bir yok etme oyunudur, şahı yok etme, kadın üretkendir yapıcıdır, şefkatlidir. Bu erkeğe has bir oyun dedi.

L.E.- Erkek ve kadın beyin yapısında bir takım değişiklikler var mesela erkeklerin el becerisi daha iyidir kadınların sözel aktivitesi daha iyidir. Satrançta bu şekilde olabilir özel olarak bilmiyorum ama farklı şekilde olabilir yani erkek ve dişinin beyinlerinde farklı özelleşmiş bölgeler var.

Tamamen ben de katılıyorum yani bir mekânsal beceri bir tasarım istiyor ileriye doğru, mekân içindeki konum: bu erkek beyninde daha üstün.

O.B.- Siz bu fıkrayı biliyor musunuz: insanlar beyinlerini değiştirmek istemişler çıkarmışlar raflara koymuşlar herkes gidip yine kendi beynini seçmiş. Beyinlerinizi güle güle kullanın efendim! Dikkatleriniz ve katıldığınız için teşekkür ederiz...

bilgisayarın yarını ve insan

16 Mart 1993

YÖNETİCİ: ORHAN BURSALI

KONUŞMACILAR: DURAN LEBLEBİCİ, AVADİS HACINLIYAN,
EMRE HARMANCI

Orhan Bursalı- Bu akşamki konumuz bilgisayar ve sosyal yaşam. Bilgisayar konusu, hepimizin her yerde gördüğü, çoğumuzun 'da kullandığı o ekranlı kutuyla sınırlı değil tabii. Zaten bilgisayarın ilk çıktığı günle bugünkü konumunu kıyaslarsak, hem kavram olarak, hem de cihaz kullanım aracı olarak epeyi değiştiğini, evrim geçirdiğini söyleyebiliriz. Bilgisayar bir arşiv deposu, bilgi işlem yardımcısı iken, bugün bir PTT görevini üstlendi, elektronik haberleşmemize hizmet eden bir haberleşme cihazına dönüştü aynı zamanda. Onu faks aracı olarak da kullanabiliyoruz. Son yazılımlar sayesinde, TV filmlerini bile ekrandan doğrudan doğruya bilgisayara alıp bir köşesinde oynatabiliyorsunuz; onları sayısala çevirip depo edebiliyorsunuz, hatta bu filmler üzerinde oynayarak yepyeni filmler yaratabiliyorsunuz. Yakın gelecekte sanıyorum görüntülü telefonlar da bilgisayarın içine girecek. Bilgisayarınızda çalışırken tuşlara basıp kenarda açılacak yeni bir ekranda dostunuzla, eşinizle veya arkadaşınızla konuşacaksınız aynı zamanda. Böyle bir umut var değil mi Emre Bey?

Emre Harmancı- Yakın, yakın.

O.B.- Biz bugün bilgisayarın bütün bu özelliklerinin yanı sıra bilgisayar teknolojisinin yarattığı haberleşmeyi de konu edeceğiz. Tabii bilim toplantıları olduğu için de bilgisayarın bilimle etkileşimini, alışverişini veya fiziğini, elektroniğini, gündeme getireceğiz. Ayrıca bilgisayarın, haberleşmenin sosyal yaşama getirdiği yenilikler de gündemde.

Şimdi toplantımıza katılan uzman profesörlerimizi tanıyalım: Duran Leblebici, İ.T.Ü Elektrik ve Elektronik Bölümünden, Emre Harmancı İ.T.Ü Bilgisayar Bölümünden ve Prof. Dr. Avadis Hacınlıyan ise Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölüm başkanı.

Önce Duran Bey'den rica ediyoruz bize bilgisayarın tarihçesini kısaca anlatır mısınız? Hangi kilometre taşları bizi bugüne getirdi?

Duran Leblebici- Bilgisayar tarihi ne zaman başladı diye bakarsak bugünkü anlamda dijital bilgisayarların ilkinin geliştirildiği,

gerçekleştirildiği tarih olan 1945'i başlangıç olarak almamız gerekiyor. 1945'te A.B.D Pensilvanya Üniversitesinde o zaman transistör, entegre vs. olmadığı için elektron tüpleri, yani radyo lambaları kullanılarak ilk dijital bilgisayar gerçekleştirildi. ENIAC adını verdikleri bu dijital bilgisayarın bugünkü dijital bilgisayarların atası olması yanında bugünkü bilgisayarlarla kıyaslandığında insanı çok etkileyen bazı özellikleri var.

Bunları bu geçen zaman içerisindeki gelişmelerin boyutunu daha iyi kavrayabilmek için size kısaca sunmak istiyorum.

Evet bu ENIAC'ın gerçekleştirilmesinde 20 bin elektron tüpü, 70 bin direnç, 1500 telefon rolesi, 6 bin anahtar kullanılmış. ENIAC'm 80 kilowatt, tüplerin filamanlarını ısıtmak için; 40 kilowatt tüplerin anotlarının beslenmesi için; 20 kilowatt bu sistemin soğutulması için olmak üzere, toplam 140 kilowatt güce gereksinimi varmış. Saat frekansı, (clock frequency) 100 khertz imiş. Ve bu sistemin ortalama arızasız çalışma süresi 8 dakika imiş. Kullanılan tüplerin ortalama ömürleri 3000 saat olması gerçeğinden hareket ederek, olasılığı hesapladığınız takdirde arızasız çalışma aralığı 8 dakika çıkıyor. Çok şanslıysanız tabii bu 15 dakikaya da çıkabilir ama şanssız gününüzde hiç çalışamamanız da mümkündür.

Şimdi 1945'deki bu bilgisayardan bugüne meydana gelen gelişmeler ile ilgili iki bilgiyi daha sunmak istiyorum, bu da bizimle ilgili.

İstanbul Teknik Üniversitesi'ne ilk bilgisayar, Türkiye'nin ilk üniversite bilgisayarı olarak bir IBM 1620, 1964'de alınmış. Daha sonra ona göre çok daha hızlı, çok daha kapasiteli bir bilgisayar olarak bir BURROUGHS bilgisayar kiralanmış. Bunun çok daha büyük olan iç belleğinin kapasitesi 300 kilobyte (!) ve çok büyük kapasiteli diski de 40 megabyte'lıkmış. Bu bilgisayara bizim o tarihte verdiğimiz aylık kiranın, bugün bundan çok daha yüksek niteliklere sahip bir bilgisayarın alınıp masanın üstüne konmasına rahatça yeteceğini söyleyebilirim.

Bu gelişme önemli ölçüde bilimsel araştırmalarda kullanılan bilgisayarlar ve iş dünyasında kullanılan bilgisayarlar olarak 1970'lere kadar sürdü. 1970'lerden sonra bilgisayarların niteliklerinde bir değişme meydana geldiğini ve adı bilgisayar olmakla beraber aslında bilgisayar özelliklerine sahip sistemlerin yaygınlaşmaya başladığını görüyoruz. Örneğin bugün bütün dünyada ve ülkemizde de kullanılan telefon santralleri aslında özel amaçlı bir bilgisayardır. Veya gündemde olan, önümüzdeki yıllarda hayata geçmesini beklediğimiz yüksek tanımlamalı HDTV televizyonların bil-

gi-işlem bölümleri, bugünkü süper bilgisayardan daha da hızlı çalışabilen özel amaçlı bilgisayarlardır.

MİKRO ELEKTRONİK SAYESİNDE

Bütün bu gelişmeleri mikro elektronik teknolojisi mümkün kıldı. Gerçekten 1945'te elektron tüpleriyle işte şu kadar büyük güç sarfiyatlarıyla çalışabilen bilgisayarların günümüzde masamızın üstünde yahut çantamızda, hatta cebimizde çok daha iyi niteliklere sahip olarak gerçekleştirilebilmesi, mikro elektronik teknolojisinin geçen dönem içinde sağladığı olağanüstü gelişme sayesinde oldu.

Mikro elektroniğin başlangıç tarihi olarak, 1947'de ilk transistörün gerçekleştirilmesini alabiliriz. Transistörün çocukluk ve gelişme döneminin hemen arkasından çok sayıda transistörü bir arada gerçekleştirme tekniklerinin, yani tüm devre tekniklerinin (entegre devre tekniklerinin) keşfi ise, bu alanda ki gelişmeleri hızlandırdı.

O.B.- Mikro elektroniğin bu 25-30 yıllık olağanüstü hızlı gelişiminin çok önemli köşe taşları nelerdir?

D.L.- 1947'de transistörün gerçekleştirilmesini izleyen en önemli olay kanaatimce 1961'de Fairchild firması tarafından planar teknolojinin (düzlemsel teknolojinin) gerçekleştirilmesidir ki bu teknoloji bugün dahi en karmaşık tüm devrelerin gerçekleştirilmesine uygulanan ve daha alternatifi bulunmamış temel teknoloji olarak yerleşmiş durumda. Bu teknolojinin ortaya çıkmasını izleyen yıllar ilk tüm devrelerin gerçekleştirildiği yıllar oldu ve 1962'de hâlâ kullanılmakta olan TTL (transistör, transistör mantığı) devreleri ki bunlar dijital sistemlerin ve ilk dijital bilgisayarların yapımında kullanılan önemli tümdevrelerdi.

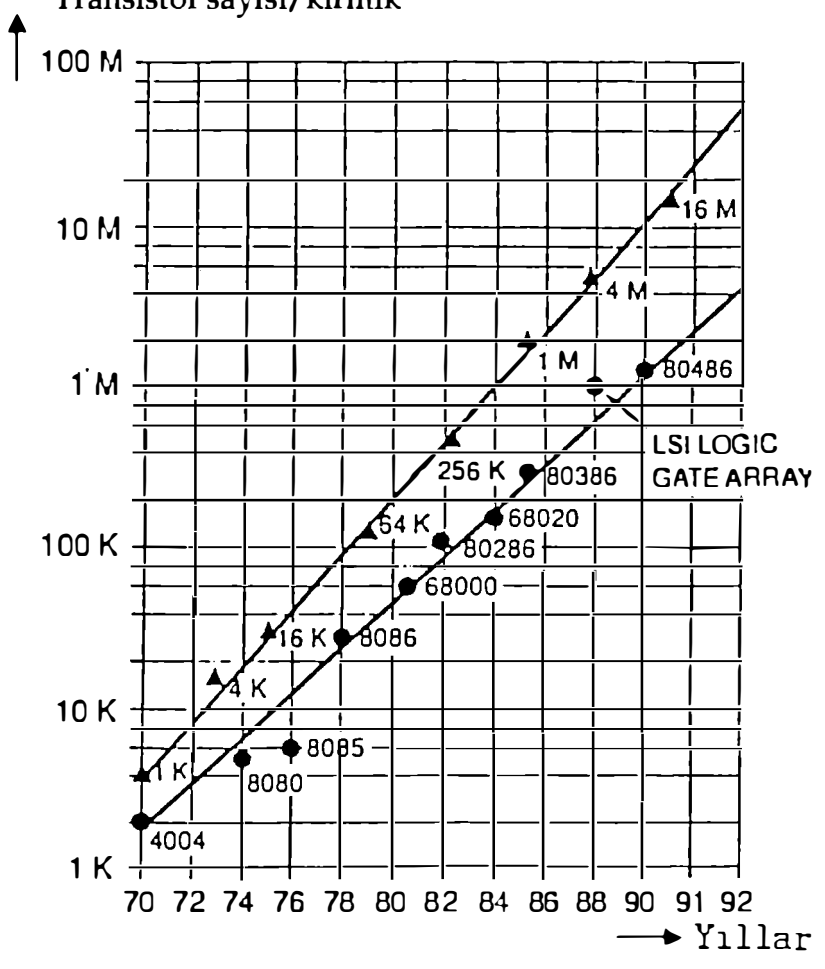
Yine aynı yıl, ECL (Emitter Coupled Logic) olarak bilinen ve bugün dahi en hızlı bilgisayarların gerçekleştirilmesinde kullanılan lojik tümdevre aileleri gerçekleştirildi.

Bunu izleyen yıl 1963 yine çok önemli bir olayın, CMOS Teknolojisi dediğimiz teknolojinin ortaya çıkmasına tanık oldu. Aradan geçen yıllar içinde gerek TTL lojik aileleri gerek ECL lojik aileleri gerekse CMOS tümdevreler, elektronik dijital sistemlerin gerçekleştirilmesinde kullanıldı.

1971 iki bakımdan çok önemli olaylara sahne oldu: Bunlardan bir tanesi, ilk yariletken belleğin 1971'de gerçekleştirilmesidir. Bunun kapasitesi 1 kilobytti. Yine aynı yıl Intel firmasında 4004 koduyla anılan ilk tüm devre mikroişlemci gerçekleştirildi.

Bundan sonra teknolojinin olağanüstü bir hızla gelişmesi, ve sırasıyla 4004, 8008, 8085, 8086, 80186, 80286, 80386, 80486 ailelerinin birkaç yıl arayla birbiri ardına ortaya çıkmasına yol açtı. Bunların gerek yetenek gerek karmaşıklık bakımından gelişme hızları da gerçekten son derece etkileyicidir.

Bir de bu gelişmenin köşe taşları başlığı altında 1983'te IBM'in ilk PC'ini ortaya çıkarmasını gösterebilirim.



Şimdi bu teknolojik gelişmelerin hızıyla ilgili olarak şu grafiği de size göstermek istiyorum. Bu grafikte yatay eksenli yılları görüyorsunuz 1970'den 1992'ye kadar. Düşey eksende de bir kırmık (chip) içindeki transistör sayısının yıllara göre artması var. İki değişimden alttaki daha çok mikroişlemcilerdeki transistör sayısının artışını gösteriyor. 1970'lerde 4004'den 1990'da 80480'e kadar, gördüğünüz gibi birkaç binden birkaç milyona çıkmış durumda bir tümdevre içinde bulunan transistör sayısı. Yukardaki değişim ise belleklerdeki transistör sayısının zamanla artımını (bellek kapasitelerinin artımını) gösteriyor ki 1970-71'de bir kilobyt'ten 1991'de 16 megabyte yükselmiş. Moore, 1970'lerde bu değişimi yani bir tümdevre içindeki eleman sayısını her yıl ikiye katlanarak artacağını bir kehanet olarak öngörmüş. Bugüne kadar teknolojik gelişmeler de Moore'un yüzünü kara çıkarmamış ve gerçekten olağanüstü bir uyumlulukla her yıl katlanarak artma gerçekleşmiştir.

O.B.- Bu teknolojinin gelişmesi bilgisayar alanında neler sağladı?

D.L.- Birincisi hız arttı. Başta 100 kilohertz mertebesinde saat frekanslarıyla çalışan bilgisayarlar günümüzde 100 megahertzlere ulaştı. Bu artış, geometrilerin yani tümdevre içindeki elemanların boyutlarının küçülmesi, devre tekniklerinin gelişmesi ve malzeme teknolojisinde sağlanan gelişmeler sayesinde gerçekleşti.

İkincisi bellek kapasiteleri arttı, başlangıçta 1 kilobyte bir önemli olay iken, günümüzde 64 megabyte gerçekleştirebiliyor ve bunun bir üstü üzerinde çalışmalar devam ediyor. Güç sarfiyatı olağanüstü azaldı. ENIAC İçin söylediğimiz 140 kilowatt hepimize komik geliyor. 140 watt bile birçok alanda fazla görünüyor. Hacim ve ağırlık olağanüstü azaldı. Hepimizin bildiği gibi ve bunların bir bileşkesi sonucu olarak hesaplama maliyeti belli bir işin bir bilgisayar tarafından yapılmasının parasal karşılığı önemli ölçüde azaldı.

O.B.- Şimdi bilgisayar elektroniğine girildi. Elektronik aynı zamanda fizik demektir. Fizik bilimi ile bilgisayar, birbirini destekleyerek ilerliyorlar. Nereye kadar ilerliyecekler Avadis Bey? Fizik, elektronik bilgisayarların hızında, küçülmesinde, bellek artışında daha ne kadar etkili olabilecek? Gelecek neler vaadediyor?

Avadis Hacınlıyan- Tabii gelecekte olanları anlamak için önce geçmişte olmuş olanları kısaca incelemekte yarar var. Duran Bey'in dediklerine ben de bir iki istatistik eklemek istiyorum. Biz fizikçilerin Amerika'daki meslek dergisi olan Physics Today'ın 1983 Mayıs sayısında şu sözler yer alıyordu: Şu anda sanayide gelişmeler aşağı yukarı VAX 780 civarındaki hesaplama gücünü, 5 sene içinde 10

bin dolarlık bir masrafa karşılık masamızın üzerine koyabilecek ve buna bir sabit disk de dahil olacak. Bugün ise o kapasitedeki (aşağı yukarı saniyede 200 bin tane noktalı işlem) bir bilgisayar yaklaşık 20-25 megahertzlik bir 386.SX'tir ve onu bugün 1000 dolardan ucuza satın almak mümkün. Yine o sıralarda çıkan bir karikatür, Duran Bey'in anlattığı bilgisayarlardaki gelişmeyi ilginç bir şekilde tasvir ediyor. Eğer otomotiv endüstrisi 1946'dan bugüne kadar geçen sürede bilgisayarınkine benzer bir gelişmeyi gerçekleştirebilseydi, siz bugün aşağı yukarı 2,5 dolara bir Rolls Royce'u alırdınız ve bu Rolls Royce'un deposuna da 4 litre benzin koyarak bir güzel dünya turu atardınız.

Üçüncüsü de, yine Duran Beyin bahsettiği o meşhur ENIAC 300 işlem/saniyelik bir hızı ve 135 metreküp hacmi var; bunun büyüklüğünü düşünün. Bugün aşağı yukarı 100 dolar vererek kartvizit boyundaki bir Casio cep bilgisayarı alır ve iç cebinize koyarsınız; daha da ilginci iki tane saat piliyle 2 sene aşağı yukarı kesintisiz çalıştırırsınız o bilgisayarı.

Peki bu nasıl sağlandı? Bu esas itibarıyla katı hal fiziğindeki gelişmeler sayesinde gerçekleşti. Transistörün bulunmasını, transistörlerden entegre devreye geçişi, entegre devrelerden büyük çapta ve çok büyük çaptaki entegrasyona geçişlerin hepsini, katı hal fiziğindeki gelişmelere borçluyuz.

Şimdi buradaki olay şu: Silisyumdan cmus teknolojisine, oradan galyum arsenüre, oradan yüksek elektron mobiliteli transistörlere ve geleceğin ümidi olan Josefson kavşağı dediğimiz düzeneklere doğru bir geçiş var ve bu geçişlerde kapasite de artıyor. İkinci tur konuşmalarda bunun işlem hızına olan etkisini daha somut olarak da göstereceğim; gördüğümüz gibi fizikteki gelişmeler çok direk bir şekilde bilgisayarların gelişmesinde rol oynuyor, yani bu sistemlerin fiziğini anlayarak biz daha etkin bilgisayarlar tasarlıyoruz. Örneğin silisyumdan galyum arsenüre geçişin nedeni; elektronların bu yarı iletkenlerin içinde bulunduğu bant aralığını daha iyi ayarlayabilmemizden ve elektronların hareketlerini daha iyi kontrol edebilmemizden kaynaklanıyor. Bunu da yapmak için önce bu düzeneklerin fiziğini ve ordaki elektronların hareketini anlamamız lazım.

O.B.- Fizikçiler, bilimciler kendi çalışmalarında bilgisayarlardan nasıl yararlanıyorlar?

A.H.- Bir iki örnek vereyim, bir büyük yüksek enerji labaratuvarından birkaç istatistik; Avrupa nükleer araştırma merkezi CERN'de 1965'ten 1990'a kadar. Burada aşağı yukarı fizikçi başına

tabii deneyler karmaşıklaştıkça çözülmesi gereken problemler zorlaştıkça, yapılması gereken işlem ihtiyacı da artıyor. 10 bin işlemden milyon mertebesine kadar çıkılmış. Bu konuda söylemek istediğim bir husus şudur, fizik ve mühendislik yardımıyla daha iyi bir bilgisayar tasarlayabiliyoruz ve bu bilgisayarları kullanarak daha güç problemleri çözüyoruz. Bu güç problemleri çözmemiz de fiziğe ve mühendisliğe katkı yapmak suretiyle, bilime katkı yapmak suretiyle, daha iyi bilgisayarları üretebileceğimiz beceriyi veriyor bize.

O.B.- Aynı zamanda bilgisayarları da kendilerine tasarlattırıyorsunuz değil mi?

A.H.- Evet bilgisayar destekli tasarımla kendileri tasarlıyabiliyor artık. Tabii orada bir yapay zeka konusu var. Şimdi bir başka olay da bilgisayarlardaki gelişme. Fizikte biz, bazı gelişmeleri sağlamak için bilgisayar dillerini bile geliştiriyoruz, örneğin bugün sayısal işlemlerin dışında bilgisayara cebirsel işlemleri yaptıran diller var: REDUCE gibi, MATHEMATICA gibi, MACSYMA gibi... Şimdi bütün bu dilleri ben fizikçilerin geliştirdiğini söylersem herhalde pek mübalağada bulunmam. Anthony Hearn fizik kökenliyken RAND'a girmiş ve REDUCE'yi geliştirmiştir. MATHEMATICA'yı geliştiren Steven Wolfram Yüksek Enerji Fizikçisidir. Dolayısıyla bu zor problemlerin çözümü için gerekli olan kapasitenin nasıl fizikçiler tarafından da kullanıldığını görüyorsunuz. Sözlerime son verirken birşey daha belirteyim: Bu gelişmenin sonunun geleceğini hiç zannetmiyorum. Birazdan, ilerdeki ihtiyaçlar nedir diye bazı daha somut rakamları da vereceğim, ama bir tek şeyi hatırlatayım, örneğin bir kaos bilimi, bilgisayarlar olmasaydı gelişemezdi. Neden? Lineer problemler, kolay problemlerin hepsi çözüldü bitti, ama aşağı yukarı, $X = X^2+C$ gibi basit bir denklemin iterasyonunu, ama bunu bir noktada değil yüzbinlerce milyonlarca noktada yapacaksınız ve de bilgisayarın grafik özelliğini kullanarak da bunu hemen inceleyeceksiniz. Bu incelemede fraktal dediğimiz yapıları ve kaotik davranışı da görebileceğiz. Aslında önce cebirsel topoloji kullanarak Ruslar bu konuda bazı buluşlar yapmışlardı 1954'de. Fakat fizik alemi bunu o sırada tümüyle anlayamadı. Meteoroloji'deki gelişmeler nedeniyle bu iş 1960'larda bilgisayarlara dökülünce tüm bu kavramlar bilime mal edildi.

KAOTİK YAPILAR

O.B.- Kaotik yapılar derken hangi alanlardan bahsediyorsunuz?

A.H.- Kaotik yapıların ilk bulunduğu yer meteorolojik olaylardır ve akışkanların akımıdır. Kaotik etkilerin bulunduğu yüzlerce yerden birkaçını sayayım: Yarı iletkenlerde elektronların davranışıyla ilgili önemli katkılar var, nüfus büyüme modelleri var, ekolojik modeller var, trafik var her çeşit müzik var, yani hatta ekonomik büyüme modelleri bile var bunda.

Şimdi isterseniz $X= X^2+C$'nin ne şekilde grafik olarak bilgisayarda göründüğünü göstereyim size. Bakın geometrik bir şekil görüyoruz. Bu şekil nasıl elde edildi? Her noktadan ilkin o noktadaki kompleks değerin karesi alınıp o noktanın değeri eklendi ve kaç defada sonucun dışarıya taştığı gözlendi. Bu sayıya göre renk seçildi. Bunun en belirgin özelliği kendine benzer yapılar oluşturmasıdır. Mesela bu şeklin bir yerini büyütelim. Bunu bu bilgisayarın yaklaşık saniyede 2.000.000 kayan noktalı yüksek işlem hızı olmadan gerçekleştirmek çok zaman alırdı. Şimdi bunu da yine büyülteyim yine aynı şekil, çıkıyor. Şimdi bakın burayı da büyüteyim, olay sonsuza kadar gidecek ve yine aynı şekil gözükecek. Bilgisayarlar olmasaydı bunu nasıl anlayabilirdik?

O.B.- Bu modeller sayesinde kaotik yapıların özelliklerini saptayabiliyor musunuz? Ve hareketlerini öngörebiliyor musunuz?

A.H.- Önce kaosun ne olduğunu tarif etmek lazım. Kaos şu ana kadar alışageldiğimiz düzenle açıklayamadığımız olayları içerir. Acaba bunları niçin açıklıyamıyoruz sorusunu sorarsak, arkasından hemen acaba olayı açıklayabilecek yeteri kadar bilgimiz var mı ve şu ana kadar öğrendiğimiz matematik teknikler bu problemlere ulaşabilecek yeterlikte mi? sorularına cevap aramalıyız. Tabii o iki sorunun cevabı hayır olduğu için bunlar kaotik yapılar oluyor.

Bir başka örnek vereyim: Vaktiyle herkes veremden ölürdü, şimdi veremin çaresi bulununca herkes kanserden ölmeye başladı. Şimdi merak ediyorum, o veremden öldü denilenlerin bazılarının ciğerlerindeki verem miydi, kanser miydi? Yani bu şu demektir. Lineer teknikler belli problemleri çözdü. Çözemediği belirli bir sınıf problem kaldı; nasıl ki 19. yy. matematiği lineer problemlerin belirli bir tasnifini yaptıysa, kaos ile de bazı nonlineer problemlerdeki davranışları da belirli kutulara koyabildik. Biraz vakit olsa belirli davranış şekillerini de gösterebilirim. Adları da acayiptir bunların, çünkü anlaşılmayan olaylarla ilgilidirler. Mesela bir tanesine "garip çekici" denilir. Çünkü alışageldiğimiz matematik tekniklerle bunu

anlayamıyoruz. Ama bunu bilgisayarda görüntüleyip bazı özelliklerini inceleyince, bir de görüyoruz ki belirli özellikleri sağlayan oldukça geniş bir sınıf olay buraya giriyor ve buraya, bir yanda dağların oluşumu gibi gayet büyük, öbür yanda kristalin küçültülmesi gibi gayet küçük kümeler içerebiliyor. Bakın bunlardan biri kilometreler boyutunda, öteki ise Angstormlar boyutunda, fakat aralarındaki matematik yapı aynı. Bilmem anlatabildim mi?

O.B.- Teşekkür ederiz. Bilimin gelişmesi de bilgisayarların devreye girmesiyle hızlandı. Bilginin dünyada dönüşümü de büyük bir hız kazandı. Dünya bilgi toplumuna dönüştü. Şimdi söz Sayın Emre Harmancı'da.

E.*H.*- İlk önce isterseniz biraz bilgisayarların haberleşmesinden ve bilgi ağından bahsedelim, sonra da geleceğin bilgi ağı nasıl olacak ondan kısaca söz ederim. Şimdi 1970'li yıllarda bilgisayarla haberleşme dediğimiz zaman, bilgisayara bir terminalden iş gönderme ve o işin sonucunu geri alma işlemi anlaşılıyordu. 1975'lere gelindiğinde iki örnek oluştu; tabii ikisi de Amerika'dan: Bir tanesi Amerikan Savunma Bakanlığı'nın Arpanet projesi. Bu proje desteği ile kurulan ağ bugün yaklaşık 100 bin adet bilgisayarı bünyesinde bulunduran Internet ağı. Bu ağ üzerinde çok önemli de fakto bir protokol zinciri oluştu. (TCP/IP Protokolu). Bu protokolları yürüten uluslararası bir ağ sistemi böylece kuruldu. Türkiye de bu sisteme bağlandı. İkinci örneği gene aynı dönemde IBM şirketinin kendi bilgisayarlarını birbirine bağlamak için kullandığı bir mimari oluşturuyor. SNY mimarisi denen bu büyük mimari bugün açık sistemler ara bağlantısı diye, açık sistem kavramı diye ortada gezen hiyerarşik yapı ve görev bülümlenmesi yaklaşımının temelini attı.

1980'lere geldiğimizde kişisel bilgisayar olayını görüyoruz. Kişisel bilgisayarlar çok hızlı yaygınlaştılar, okullardan evlere, hastaneden otellere kadar. Küçük ve orta boyda her türlü kuruluşa bilgisayarlar girdiler. Her ofiste bir bilgisayar oldu. Bu durumda bu bilgisayarları birbirleriyle haberleştirmek, aralarında veri alışverişini sağlamak gerekti.

Böylece 1985'lerden itibaren yerel ağları, yerel ağ şebekelerinin ortaya çıkışını görüyoruz. Bunlar çok hızlı bir şekilde yayıldı etarnet ve jetonlu halka teknolojileri bugün yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Şehiriçi ve şehirlerarası veri haberleşmesinde, bilgisayar haberleşmesinde önceleri modeller aracılığıyla telefon şebekeleri kullanıldı; sonra bakıldı ki bu çok pahalı; ödeme, bağlantı süresi yerine, gönderilen bilgi miktarına göre yapılması gerekir. Böylece gönderilen bilgi kadar para ödenmesini sağlayan şebeke tipi ortaya

çıktı. Buna paket haberleşmesi şebekesi diyoruz. Bu paket haberleşme şebekelerini ulusal PTT'ler ve Kuzey Amerika'da özel taşıyıcılar, şirketler kurdular. 1990'da da Türkiye'de Türkiye paket haberleşmesini PTT kurdu, Türpak adı altında.

Daha sonra şu problem ortaya çıktı. Değişik bilgisayar üreticileri var. Bu üreticilerin ürettikleri bilgisayarlar, bu bilgisayarlar üzerindeki işletim sistemleri ve uygulama yazımları farklı ve aralarında büyük bir uyumsuzluk var. Ağa koyuyorsunuz ama birbirileriyle konuşamıyor bilgisayarlar ve bir iletişimde bulunamıyorlar. Bu tabii çok büyük bir sorun yarattı. Bu sorunu ortadan kaldırmak için açık sistem kavramı ortaya atıldı. Ortak veri gösterimleri, ortak haberleşme protokolleri kullanılması ve sistemlerin birbirleriyle haberleşebilmesi için bir ortak dile sahip olması düşüncesi ortaya atıldı.

Aslında kolay gibi gözüken fakat büyük teknolojik problemlerin çözülmesi gerekti. Bugün uluslararası standartlar enstitüsünün oluşturduğu açık sistemler ara bağlantı modeline uygun olarak artık üreticiler kendi bilgisayarlarını üretiliyor. Bu arada Amerika'da General Motors ve Boeing firmaları Amerika kltasına yayılmış atölyeleri, ofisleri teknik büroları birbirine bağlamak ve en üst yönetimden, en alt, basit atölyelere kadar bir entegre sistem kurmak için gene bu açık sistemlere ara bağlantısı altında Meptop protokol birliğini oluşturdular. Bu protokol birliği bütün endüstriyel ortama giderek yayılmaya başlandı.

Öte yandan devlet en büyük bilgisayar ve bilgi kullanıcısı. Gelişmiş devletlerde bu devletlerin değişik ofislerini birbirine bağlayacak sistemlerin standartlarını oluşturmak üzere Gosip denen standartlar ortaya çıktı. Avrupa'da ve Amerika'da bu gosipler yaygın olarak kullanılıyor.

Şimdi bugünkü durum bu. Bizde de yavaş yavaş bu çalışmalara paralel çalışmalar yürümekte.

YARININ GETİRECEKLERİ

O.B.- Bütün bu gelişmeler karşısında yarının bilgi ağı nasıl olacak?

E.H.- Yarının bilgi ağı çok ortamlı olacak yani multimedya; geniş bandlı olacak, ucuz, akıllı ve kişiye özel olacak.

Multimedya, yani çok ortamlılık, hareketli yüksek tanımlı görüntünün, nitelikli sesin, hızlı ve güvenli iletişim hizmetlerinin tek elden, yani tek bir ağ üzerinden sağlanması demek. Böylelikle ev-

deki televizyon, bilgisayar ve müzik seti aym cihaz oluyor. Eve gelen bilgi damarım bir optik lif sağlıyor. Ve büyük bilgi bankalarına bu vasıta ile erişmemiz mümkün. Geniş bantlı olmasının anlamı da şu: 600 megabitlerde jigabitlerde saniyede milyarlarca bitlik bilgiyi bu optik lifler üzerinden dünyanın bir tarafından bir tarafına aktaracağız. Bugün biz sekizli, ya da okted ya da bite dediğimiz birimi kullanıyoruz; yarının bilgi dünyasında birim artık, bir ekran dolusu bilgi, olacak; saniyede kaç ekranı işliyorum, kaç ekranlık bilgiyi aktarıyorum, kaç ekranlık bilgiyi saklıyorum, diye konuşacağız. Bu bilgi birimi, bugün bite dediğimiz bilgi biriminden birkaç milyon kere fazla bilgiyi içeren bir birim olarak ortaya çıkacak.

O.B.- Başka neler öngörüyorsunuz?

E.H.- Ucuz, sürekli ve akıllı hizmet sağlanması sözkonusu. Biraz evvel Duran hocam söylüyordu, aslında sayısal santrallar ve transvisyon sistemleri birer özel bilgisayar sistemidir; bu bilgisayar sistemleri de onların üzerinde bulunan bilgisayar sistemleri tarafından yönetilecek ve bu bilgi ağı yapısında yepyeni katma değer hizmetleri ortaya çıkacak. Bugün kullandığımız hizmetler çok yaygınlaşacak, elektronik posta, elektronik bankacılık, elektronik satınalma gündelik hayata daha çok girecek. Daha önemlisi çok ortamlı telekonferans o kadar yaygınlaşacak ki evde iş yeri, evde okul kavramları gelişecek. Şehiriçi, şehirlerarası seyahatların sıklığı azalacak bu nedenle ve şehirlerden kırsal alanlara doğru bir nüfus hareketinin görüleceği düşünülüyor, bu yapı değişikliği nedeniyle.

O.B.- Kentlerin sorununu çözecek diyorsunuz bilgisayar.

E.H.- Öyle diyorlar. Haberleşmenin kişiselliği var bir de, o da çok önemli bir nokta. Şimdiki telefon numarası bir cihazın numarasıdır; siz bir telefon numarası çevirdiğiniz zaman belirli bir yerde büroda, evde bu cihaz bir uyarı sesi çıkartır ve gider onu açarsınız. Gelecekte telefon numaraları kişiye özel olacak. Telefon ya da bilgi numaraları, bir kişiye erişim numarası olacak. Benim bir numaram varsa, ben evdeyken evdeki telefonum çalacak, okuldaysam okuldaki telefon çalacak, herhangi bir toplantıda isem o toplantının sekreteryasındaki telefon çalacak. Tabii ben şebekeye bu bilgiyi vereceğim. Telefon numarası sizi bulunduğunuz yerde takip edecek.

O.B.- Teşekkür ederim. Tabii burada en büyük merak ettiğimiz konu Türkiye'de yaşıyoruz ve Türkiye'nin bu alandaki alt yapısı bilimsel ve teknik alt yapısı nedir, özellikle de elektronik sanayimiz dünyaya ayak uydurma konusunda umut veriyor mu? Duran Bey söz sizin.

Bütün Avrupa ülkelerinde 1990'lardan sonra genç nüfusta bir

azalma görülüyor. Türkiye ise Devlet Planlama Teşkilatı istatistikleri ve öngörülerine göre bir genç nüfus artışı ile karşı karşıya. Dediğim gibi bu Türkiye'nin hem problemi hem potansiyeli. Bunun problemlikten çıkması, bu genç nüfusun iyi eğitilmesi ve doğru eğitilmesinde saklı.

EN İYİ BEYİNLER ELEKTRONİĞE

Bu genç nüfusun özelliği ne? Son 10-15 yıllık bir geçmişi gözönüne getirirsek, üniversitenin kapısına gelen gençlerden giriş sınavını kazananların hemen hemen % 90'ı elektronik ve bilgisayar alanına yöneliyor. Bu demektir ki Türkiye'nin yetiştirdiği genç beyinlerin en iyileri elektronik ve bilgisayar alamnda yetişiyor. Bu Türkiye'nin elektronik ve bilgisayar alamndaki geleceğini, iyi kullamldığı takdirde, çok iyiye götürecek çok önemli bir potansiyeldir. Durumun başka ülkelerde böyle olmadığını yani en iyi beyinlerin elektronik ve bilgisayar alamna gitmediğini, daha çok işletme, ekonomi ve tıp alanına gittiğini de gözönüne alırsak, Türkiye'nin nitelikli insan gücü bakımından elektronikte mutlaka değerlendirilmesi gereken bir potansiyelinin olduğunu söylemek gerekiyor.

O.B.- Türkiye'nin bu potansiyeli değerlendirecek altyapısı var mı?

D.L.- Bu konuda umutluyum. Önce size dünya elektronik üretiminin 1992'deki boyutlarıyla ilgili bir liste göstermek istiyorum.

1992'de dünya elektronik üretim sanayiinin hacmi toplam 448 milyar dolar; bunun 206 milyar dolarlık bölümü bilgi işlem sistemlerini içeriyor, 84 milyar dolarlık kısmı haberleşme sistemlerini, 87 milyar dolarlık kısmı radyo, TV vs. ev cihazları kısmını. 52 milyar dolarlık kısmı bütün bu sistemlerin gerçekleştirilmesinde kullamlan yarı iletken devre elemanlarım ve tüm devreleri, 19 milyarlık kısmı da geri kalanları kapsıyor. Tabiatıyla bilgiişlem ve haberleşme kalemleri hem askeri hem sivil sektörleri kapsamakta.

Şimdi bu muhteşem üretimin içinde Türkiye'nin payı ne kadar? Türkiye'nin payı binde 7, 1992'de 3 milyar dolarlık üretim yapmışız ve yarım milyar dolara yakın da ihracat yapmışız. Tabiatıyla binde 7 çok küçük bir oran, ama bu binde yedilik orana Türkiye'nin aşağı yukarı 5-6 yılda ulaştığını ve yıllık büyüme hızının da % 10-12 gibi ekonomi alamnda gerçekten büyük oranda gerçekleştiğini gözönüne alırsak ve bunun yamsıra biraz evvel sözünü ettiğim nitelikli insan gücü potansiyelinin gelecek için vaadettiği imkanları gözönüne alacak olursak, akıllı davramldığı ve bu % 10 - %

12'lik büyüme devam ettirildiği takdirde, önümüzdeki yıllarda Türkiye elektronik sanayinin bu büyük pazar içinde çok daha büyük payının olması mümkündür.

TÜRK ELEKTRONİK SANAYİ

O.B.- Türkiye'de elektronik sanayiinin durumu ne?

D.L.- Türkiye'de elektronik sanayii alanında belli başlı dört sektör var, bunlardan bir tanesi telekomünikasyon sektörü, ikincisi tüketim elektroniği, üçüncüsü askerî elektronik, dördüncüsü de devre elemanları, komponentler. Bunun yanı sıra örneğin endüstriyel elektronik gibi, tıp elektroniği gibi bazı sektörler varsa da bunların boyutları çok daha küçük.

Telekomünikasyon alanında Türkiye Teletaş'ın, arkasından Netaş'ın kurulması ve 1980'lerde haberleşme şebekesinin haberleşme alt yapısının elektronik dijital sistem yönünde yönlendirilmesi sayesinde çok önemli bir gelişme kaydetti. Bugün Türkiye'de sağlanmış olan telekomünikasyon alt yapısı ki bundan 10 sene önceyle kıyaslanmayacak kadar iyi olduğunu hepimiz yaşayarak görüyoruz, bu iki büyük kuruluşun ve dijital elektronik sistem tercihinin çok isabetli bir şekilde yapılmış olmasının sonucudur.

Gerek bu iki firma gerek diğer bir kaç telekomünikasyon firmasının yaptıkları, ürettikleri sistemler başlangıçta lisans altında üretilen sistemlerdi. Lisans altında üretilen bu sistemlerin üretimi hâlâ devam etmektedir. Ama bunun yanında bir olay daha gerçekleşti, bu üretim yapılırken edinilen bilgi birikimi, bu kuruluşların ve benzer kuruluşların bu tekniği kavramalarını sağladı ve yeni ürünlerin tümüyle Türkiye'de Türk mühendisler tarafından tasarımın yapılıp üretime sokulmasının imkanını ortaya çıkardı. Bugün gerek Teletaş'ın gerek Netaş'ın ürettikleri büyük kapasiteli santraller lisans altında üretilmekte ise de bunun çok yakın altında olan sistemlerin tasarımı tamamen Türkiye'de yapılmıştır. Bunlar teknolojik düzey bakımından da üretilegelmekte olan ağabeylerinden daha aşağıda olmayan, onlarla aynı güncel teknolojiyi kullanan sistemlerdir.

Tüketim elektroniği konusunda uzun süre montaj sanayii olarak ve iç pazara yönelik ithal ikamesi amaçlı yürüyen elektronik sanayii, 1989'dan itibaren, ekonomik koşulların değişmesi sonucunda toparlanma ihtiyacını hissetti. Gerek iç pazarda dışardan ithal edilenlerle rekabet edebilmek, gerekse ihracata yönelme baskisı altında kaldığı için, ürünlerinin kalitesini batı dünyasının ürünleri

kalitesine yükseltmeyi başardı. Son üç-dört yıldan beri büyük kısmı gelişmiş batı ülkelerine olmak üzere, önemli ihracat yapıyor. Örneğin 1992'de çoğu Avrupa'ya olmak üzere Türkiye Elektronik Sanayiin ihraç cihaz sayısı 2.000.000 civarında idi.

O.B.- Duran Bey, elektronik sanayiinin daha hızlı gelişmesi için aşılması gereken sorunlar nedir? Kaliteli insanımız mı eksik, maddi destek mi eksik?

D.L.- Her türlü büyüme belli bir orandan daha hızlı olamıyor, yani yıldan yıla % 50 oranda artışı gerçekleştirmek mümkün değil. Sıhhatli olan bu % 10 - % 15 artışı devamlılaştırabilmek. Burada çok önemli bir nokta şu: Bugünün dünyasında mal satabilmek için herkesin yaptığından daha iyisini yapmak zorundasınız, özgün olmak zorundasınız. Bugün Türkiye'nin yurtdışına ihraç ettiği cihazların özgünlük özelliğinin zaman içinde iyileşmesi ile Orhan Bey'in sorusuna daha olumlu yanıt verilebilecektir.

Elektronik cihaz ve sistem alanında bir tasarım olayı, bir de üretim olayı var. Tasarım olayı geçmişte standart elemanların transistörlerin, entegre devrelerin alınıp bir araya getirilmesi şeklinde oluyordu. Günümüzde her türlü cihazda artık özellikle özgünlüğü koruyabilmek için o cihaz için gerekli olan entegre devreler özel olarak tasarımlanıyor. Yani gerçekleştirilecek bir haberleşme cihazında veya bir televizyonda veya bir hesap makinesinde başkalarında bulunmayan bir özelliği siz katmak istiyorsanız, o özelliği sağlayacak entegre devrenin tasarımını sıfırdan başlayıp kendinizin yapması gerekiyor.

Türkiye elektronik sanayii 1989'dan bu yana bu yolda üretim yapmaya başlamış ve bizim üniversiteyle (İstanbul Teknik Üniversitesi) önde gelen beş sanayi kuruluşunun kurduğu İleri Elektronik Teknolojileri Vakfı şemsiyesi altında özgün entegre devreleri tasarımı yapılmaya başlanmıştır.

Bir başka olay bunların, tasarımı yapılan entegre devrelerin imal edilmesi, Türkiye'de bu teknoloji endüstriyel düzeyde henüz yok ama laboratuvar ve prototip düzeyinde var; TÜBİTAK Marmara Araştırma Kurumunda kurulmuş olan bir laboratuvar ki buna kısaca "YİTAL" yarı iletken teknolojileri araştırma laboratuvarı diyoruz, tasarımı yapılmış entegre devrelerin çağdaş teknoloji ile üretilmesine imkan veriyor. Burada sağlanacak olan bilgi birikiminin, umarım yakın gelecekte Türkiye'de kurulacak olan gerçek endüstri boyutlu bir yarı iletken sanayii için büyük katkısı olacağını düşünüyorum.

O.B.- Şimdi teknolojiden olayın bilim boyutuna gelelim yeni-

den. Küçülmenin sınırı ne? Bilgisayarlar küçüldükçe gücü, randımanı da artıyor. Bugün kullanılan malzeme, küçülmeye ne kadar izin verecek? Yeni yöntemler geliştiriliyor mu? Optik bilgisayarlardan bahsediliyor. Avadis Bey söz sizin.

A.H.- 1970'lerde bir büyük bilgisayar bir de mini bilgisayar şeklinde bir tasnif vardı ve bu tasnif o kadar açık değildi. Örneğin IBM 360 serisinin en küçük modeli bir mini en büyük modeli de bir büyük bilgisayar niteliğindeydi. Tabii 1970'deki bu entegre devre teknolojisi çıkınca şöyle ilginç bir olay oldu, giderek bir yonganın hızı arttı, bu hız artarken boyutları küçüldü. 1980'lerde iki çok önemli olay var, biri süper bilgisayar olayı. Bunlar çok üst hızlarda çalışıyor, saniyede aşağı yukarı milyarlara varan komut işliyor. Bir de, indirgenmiş komut kümeli bilgisayarı dediğimiz bir başka yapı var ki, hızları aşağı yukarı minilerin civarından başladı ve şu anda neredeyse süperleri zorluyor. Daha önceki konuşmamda söz etmiştim, problemler güçleştikçe, bu güç problemleri çözecek teknoloji lazım, hatta bu güç problemi çözecek teknolojinin yaygınlaşması lazım. Olayın yaygınlaşma tarafı kişisel bilgisayarlardaki performansın artmasıdır, güçlenme tarafı ise süper bilgisayarların ve de son birkaç yılda ortaya çıkan çalışma istasyonlarının gelişmesidir.

Teknolojide ilerleme yüksek hesap hızım gerektiriyor. Ama bu artış nerede duracak? Önce şöyle bir soru soralım: Bilgisayarlar nasıl hızlanır? Bunlardan bir tanesi, Duran Hoca'nın anlattığı gibi daha iyi yetenekli mikro işlemcileri geliştirmekle. Mesela hepinizin bildiği kişisel bilgisayarlarda kullanılan mikroişlemcileri ele alalım: 8086 aşağı yukarı 30.000 transistörü içeren ve aşağı yukarı hızı en çok 10-12 mhz. olan bir yongadır ve kayan nokta işlem sayısı ise saniyede 20-30'dur. 80286 ise 130 bin transistöre sahipti hızı aşağı yukarı 20 megahertz'e kadar çıkıyordu. Esas önemli katkı 80386 sınıfının çıkması oldu. Yıl 1985 ve bunlardaki transistör sayısı 300 bin oldu. İşlem hızı aşağı yukarı saniyede 500 kayan nokta işleme, megahertz de aşağı yukarı 40'a ulaşıyor. 1989'da çıkan 80486'da aşağı yukarı 1.200.000 transistör var ve kayan nokta olarak da işlem saniyede bir ile iki milyon arasında.

Şimdi yeni bir mikroişlemci, P5 çıkmak üzeredir. Henüz tam açıklanmadı fakat bunda 3.000.000 transistör olduğu söyleniyor. İsterseniz şu gelişme olayım göstereyim şimdi; bir yöntem, işlemciyi daha yetenekli yapıp hızım artırmak, tabii burada belirli bir sınırımız var, elektriği veya ışık hızım o yonganın bir ucundan bir ucuna kadar götürmemiz lazım, dolayısıyla orada hızı artırmamızın bir sınırı var. İkinci ise acaba aynı anda aynı işi yapacak kaç tane iş-

lemciyi yan yana koyup bunları birbiriyle haberleştirebiliriz. Tabii burada sorunlar ortaya çıkıyor: Kaç tane işlemci yanyana gelecek ve bu işlemciler arasında yük nasıl dağıtılacak? Yani problemi belirli niteliklere bölüp, bu niteliklere bakıp işlemcileri mi koyacağız; yoksa problemi birbirinden bağımsız parçalara ayırıp her birini bir işlemciye mi vereceğiz? Veya birbirine bağımlı bir şekilde mantıklı bir biçimde mi dağıtacağız? İşte bütün bu modeller değişik süper bilgisayar teknolojilerini yaratıyor.

GELECEĞİN BİLGİSAYARI

Görüldüğü gibi bir yerde kesin çizgiyi çekmek zor, bakın burada da bir limitimiz var, bu da karmaşık düzeneğin bir yerinden bir yerine sinyalleri iletip bu haberleşmeyi sağlamaktan kaynaklanan hız limiti. Bunları da ayarlamak suretiyle giderek hızları arttırıyoruz.

Bu arada kişisel bilgisayarlarda bu olay olurken çalışma istasyonu dediğimiz bilgisayarlarda durum nedir diye sorarsanız, burada iki eğri göreceksiniz, üstteki eğri süper bilgisayarlardaki hız artımı, ikincisinde ise 8087'yle başlıyoruz, bu kişisel bilgisayardaki kayan nokta işlemcisi, 80387, mtel 860 çalışma istasyonu. Dolayısıyla artık ikinci eğri masamızın üzerine koyacağımız bilgisayarların da kapasitesinin hızla artarak neredeyse süper bilgisayarlara yaklaşacağını gösteriyor.

O halde büyük bir olasılıkla gelecekteki bilgisayarlar süper bilgisayar olmaktan çok, dağınık ve birbirleriyle iyi haberleşen iş istasyonları olacağa benzer, eğer bu eğrileri uzatırsak.

Bir başka özellik de süper bilgisayardaki hesaplama modeli, önde bir bilgisayar var bu komut ve verileri bellek ve işlemciler arasında dağıtıyor. İletişim yolu ile de bu veriler birtakım bilgisayarlara bölünüp işleniyor. Bu kabaca connection machine II dediğimiz oldukça üst düzeydeki süper bilgisayarın iç işleyiş şekli. Burada optik işlem herhalde gündeme yakında gelecek, frekansı artımı ile tabii ki çok daha fazla bilgiyi daha güvenilir bir şekilde taşımak mümkün olacak. O bakımdan optik bilgisayarlar gelecekte önem kazanacaktır.

O.B.- Biyolojik bilgisayarlar da gündeme girdi.

A.H.- Tabii beynimiz de böyle bir süper bilgisayar. Yalmz beynimizdeki tek hücrenin çalışma hızı bugün bizim yarattığımız bilgiişlemcilerinkinin çok altında, ama beynimizde çok sayıda hücre çok hızlı çalıştığı için beynimizde özellikle bilgi üretme, bilgi de-

polama ve kendi kendine zeka yaratma bakımından şu anda bilgisayarların oldukça üstünde. Burada beyin, yeteneğini, çok sayıda işlemcinin verimli bir şekilde çalışmasıyla kazanıyor. Bu da gelecekteki süper bilgisayarlarda bizim kullanmak istediğimiz veya isteyeceğimiz teknolojiyle ilgili.

Son bir nokta olarak, çalışma istasyonlarındaki son dört senelik gelişmeyi size göstermek istiyorum, 1986'da aşağı yukarı saniyede beş milyon komuttan 1991'de 30 milyon komuta doğru hızla artan bir hızlanma görüyoruz.

Bilgisayarlarda giderek daha dağınık, giderek daha kişiselleşmiş yaygın ve gelişmiş makineleri karşımızda bulacağız ve bunları giderek değişen konularda kullanacağız. Örneğin 1960'larda sadece sayısal işlemleri hızlı yapmak ya da çok sayıda veriyi saklayıp bu verileri hızla almak için kullanıyorduk.

Bugün cebirsel işlem yapıyoruz, iletişimde kullanıyoruz evimizin her köşesinde, televizyonumuzdan çamaşır makinemize, mutfaktaki ocağa kadar her yerde bu bilgisayarların ve mikroişlemcilerin kullanıldığını göreceğiz. Gelecekte bunun çok yaygın olacağım, hatta telefon hattından bile bir sürü bilgisayarla yönetilen bilgi ve hizmet servislerine erişeceğimizi, artık multimedya denilen ansiklopedileri alacağımızı, bilgisayar disketleri veya telefon hattından bilgi servislerine abone olacağımızı tahmin ediyoruz. Herhalde bundan sonraki on sene içinde bunu görürüz.

O.B.- Teşekkür ederim. Son sözü Emre Harmancı'ya veriyorum; sonra da sorularınız varsa konuşmacılarımız yanıtlayacak. Emre Bey bilgisayarın ve haberleşmenin toplumda yarattığı değişimleri tartışacak.

E.H.- Ben bilgi toplumu denen toplumun bazı özelliklerinden sözetmek istiyorum ve Türkiye'de bilgi toplumuna geçişte yapmamız gerekenlere biraz konu başlıklarıyla, biraz da spekülatif olarak değineceğim.

GELECEĞİN TOPLUMU

Bilgi toplumunun temel özelliği bir toplumsal optimizasyona gitmek. Bu toplumsal optimizasyonun üç niteleyicisi var, paylaşım, işlevlerde tümleşme ve verimlilik. Paylaşım dediğimiz zaman burada paylaşılacak olan şey bilgidir. Bilginin ihtiyacı olanlar tarafından erişilebilir ve paylaşılabilir olmasıdır; ortak kullanıma açık olmasıdır; geniş kapsamlı veri tabanlarına sahip veri bankalarının var olmasıdır. İşlevlerde tümleşmeye biraz evvelki konuşmamda

bir örnek vermiştim, evimizdeki televizyon, video, müzik seti ve radyo tek cihaz olacak demiştim. Bunun gibi, birçok sistemin tümleşmesini görüyoruz, başka bir örnek artık masamızdaki saat, hesap makinesi ve telefon defteri de küçük birer bilgisayara dönüştü diyebiliriz.

İlerde bu tümleşme nedeniyle iş kolları sayısının azalacağı öngörülüyor. Bir de verimlilik kavramı var: En az insan kullanarak en çok iş yapabilme. Bu yarı otomasyona geçiş, küresel rekabetin gereği.

Tabii bu bilgi toplumuna geçişte niteliksiz iş gücü fazlalığı hele bizim gibi toplumlarda büyük bir sorun olacak. Buna karşılık bilgi toplama, bilgi düzenleme ve eğitim ile ilgili iş kollarında iş gücü gereksinimi çok artacak.

Şimdi bilgi toplumunda iş arzının sektörler dağılımına bakalım. Yapılan bir istatistiğe göre iş arzı hizmet sektöründe % 15, sanayi sektöründe % 10, tarım sektöründe % 10, bilgi sektöründe % 65 olarak gözüküyor.

Toplumsal yaşama baktığımızda, -gerçi biraz spekülatif ama bence doğruluk oranları çok fazla-, çevre kirlenmesinin azaldığını görüyoruz, şehirleşmede tersine dönüş olduğunu, şehirlerden kırsal kesime doğru geçişi görüyoruz. İşçi işveren ilişkilerinde yeni bir döneme giriliyor, artık işçi işveren yerine iş ortaklığı kavramından sözedilecek. Yazılım üretiminden elde edilen katma değer o kadar yüksek ki bunu salt ücretle ödemek büyük sorunlar yaratıyor bugün. Çalışma ve ticaret yasalarının küreselleştiğini görüyoruz.

O.B.- İş ortaklığı dediniz, işveren bizi şimdi ortak mı yapacak?

E.H.- Şu şekilde; ben gidiyorum mühendis olarak bir müessesede çalışıyorum, bana da bir ücret veriyor müessese. Bu iş için ve yaptığım tasarım, sistem bu müessesenin malı oluyor artık, benim onda hiçbir hak iddia etmeye hakkım yok. Ama ben bu yazılım ürünlerini geliştirmeye başladığım takdirde hak taleb etme durumundayım, çünkü bu işyerinden ayrıldığım da o şirketin o yazılım ürününü tam olarak geliştirmesi ve bakımının yapılması bir dizi problemler yaratır. Bu anlamda işçi işveren ilişkilerindeki bilgi sektöründeki iş arzının çok olacağını söyledim ve bu şekildeki gelişmelerden sözediliyor.

O.B.- Herkes evinde yüksek teknoloji ürünlerini üretebilecek, yazılımlar gerçekleştirebilecek duruma gelecek mi diyorsunuz?

E.H.- Sadece yazılımda değil, mesela ben kendi evimde iş istasyonum üzerinde herhangi bir mühendislik ürünü üreteceğim, makine parçası da üretebilirim, yani illa ki bu yazılım olması da

şart değil. İş istasyonu ile her bir tarafa erişebildiğime göre, ürettiğim bir ürünü Japonya'da ki bir şirkete de satabilirim. Böyle bir durum var, biraz evvel sözünü ettiğim bilgi ağı buna imkan veriyor. O nedenle gümrük duvarları diye bir problem ortadan kalkıyor. Herkes heryerden birbirilerine erişebileceğine göre.

Kalkınmışlık, sanayileşmiş toplumlarda kişi başına düşen demir çelik üretimi olarak ölçülürdü; sonra telefon sayısıyla ölçülmeye başlandı. Bugün bilişim ürünlerini harcaması olarak ölçülüyor, yarın üretilen yazılım miktarı ile ölçülecek diye düşünüyoruz. Bugün Türkiye'nin bilişim harcamalarında dünyadaki yerine baktığımız zaman, dünya ortalaması kişi başına 60 dolar, Amerika Japonya'da ise kişi başına düşen bilişim ürünleri kullanımı 400 Dolar civarında. İspanya'da 110 Dolara düşüyor, Türkiye'de 1990'daki değeri 10 Dolar düzeyinde.

Bir de bu işi uluslararası politik ilişkiler bakımından inceleyelim: Öyle bir ülke düşünün tüm savunması bilgisayarlar tarafından denetleniyor. Üretimde tam otomasyona geçilmiş, bireylerle ilgili sosyal ve sağlıkla ilgili konular, ticareti, finansı, büyük veri tabanlarında ve tüm bilgi akışı güvenli, kesintisiz hizmet veren ve çok hızlı bir iletişim ağı tarafından yapılıyor. Ancak tüm bu sistemlerin yazılımlarını, kullanıcı ülkelerin insanları değil de, başka toplumların yazıp geliştirdiğini düşünün. O zaman sözkonusu sistemlerin nasıl çalıştığı üzerindeki denetimleri çok sınırlı kalır.

Sonuç şu olacak: Bu ülke çok kısa sürede bilgi denetimine dayalı ekonomik bir egemenlik altına düşecek. Yani silaha filan gerek yok.

BİLGİ TOPLUMUNA NASIL GEÇERİZ?

O.B.- Bilgi toplumu kavramı, bize henüz oldukça uzak gözüküyor.

E.H.- Türkiye'nin bu bilgi toplumuna geçmede yapması gerekenler konusunda bazı düşünceler var. Bunları konu başlıklarıyla sıralamak istiyorum. Bir kere dünya ile bütünleşerek bilgi ve iletişim ağımızı sürekli geliştirmemiz lazım. Devlet bürokrasisinin otomasyona geçmesi lazım, bunun için tüm ofislerin otomasyona geçmesi, belge postasının ülke çapına yayılması ve Türkiye'de de devletin kullandığı sistem ve yazılımların standartlarının saptanması ve buna göre alımların yapılması gerek. Tüm kayıtların adliye, seçim, nüfus veri tabanlarına geçmesi gerek. Bunlar çok pahalı şeyler değil, yeter ki politik irade olsun.

Şimdi bütün bunlar devleti küçültecek, etkinleştirecek ve ayrıca sürekli ve kararlı bilgi teknolojisi pazarı da yaratacak, yerli sanayii de kamçılayacak.

Eğitime gelince, eğitim sistemimizi ilkokuldan üniversiteye kadar gözden geçirmemiz lazım. èzberci değil yaratıcı, ezilmiş değil insiyatif sahibi kişiler yetiştirmemiz lazım. Her düzeyde ve küçük yaştan itibaren insanlarımız bilgi teknolojilerini sadece kullanabilen değil üretebilen, programlayabilen, olabilmeli, onlarla etkileşime girebilmeli.

İş yaşamı giderek bilgisayarlaşmalı. Biraz evvel Avadis Bey söylüyordu, büyük sistemlerin yerlerini dağınık sistemler alacak. İş yaşamında sistem entegrasyonu çok önemli; şirket otomasyonu en üst yöneticiden en küçük atölyeye kadar bir bütünlük içinde yapılması gerek.

Ulusal veri bankalarımız kurulmalı, savunma sanayimiz bilgi sistemlerine geçmeli ve elektronik yazılım sistemlerimiz geliştirilmeli. Elektronik sanayimiz de, televizyon ve iletişim techizatında gerçi bir miktar gelişme var fakat uç birimlerde kişisel bilgisayarlarda henüz bir gelişme yok, elektronik ve optik komponentler sanayii çok önemli ve bir ikinci bacasız sanayii olan yazılım sanayiinin gelişmesinin tüm iş kollarına mesela inşaat sektörüne tekstil sektörüne ve sağlık sektörüne, doğrudan etkisi var. Yarının akıllı binasında enformasyon teknolojilerinin kullammı, binadaki katma değerde önemli bir yer tutmaya başlıyor. Bizde inşaat sektörü çok kuvvetli ama yarın akıllı bina yapamazsak ve bu akıllı binaya koyacağımız enformasyon teknolojisini kendimiz üretmezsek, bu rekabet ortamında yavaş yavaş küçülmeye başlarız.

Aym şekilde tekstil robotları, desen oluşturmadaki otomatik sistemleri, sağlıktaki bilgisayar kullammım da belirtmeliyiz. Bilgisayarlı tomografi analist sistemleri kurulmalı. Kısa vadede devletten beklenenler var, bunlar çok önemli şeyler değil ama çok gerekli olan şeyler. Bir kere kendi iç mevzuatım düzenlemesi lazım devletin, konuya ait tüm işlerin, akçeli işler dahil, elektronik ortamda yürütülmesi gerekiyor. Fikri mülkiyet ya da düşünce ürünleri mülkiyeti diye bir olay var. Türkiye'de bu henüz gelişmiş değil, ama yazılım kopyalama olayı çok yaygın bir şekilde yapılıyor. Yazılım kopyalandığı sürece Türkiye'de yazılım üretilmesinin geliştirilmesi mümkün değil, şu halde bu konu üzerinde çok dikkatle durulması, sonuçta büyük yazılım evlerinin kurulması için iletişim alt yapısının oluşturulması, araştırma geliştirmeye çok önem verilmesi lazım. Çünkü araştırma ve geliştirme bilgi toplumunun en temel

etkinliklerinden biri. Burada sürekiilik, planlılık ve düzenli kaynak aktarımı olmalı. Araştırma geliştirme derken sadece üniversiteden, Tübitak'tan söz etmiyorum; özel şirketin de araştırma ve geliştirmesine devletin destek olması gerekiyor. Burada teknoparklar olayı var, eğitim politikamız var. Yaratıcı ve kendini yenileyici, kreatif ve innovativ özel sektörün muhakkak devlet tarafından gizli veya açık şekilde korunması lazım. Bu Amerika'da Avrupa'da yapılan şey, bizde yapılmadıkça bizim özel sektörümüzün rekabet etmesi mümkün değil. Bir de üretilen bilgi teknolojisinin ürünlerinin dış pazar açılması lazım, bu da devletin doğrudan dış politikasını ilgilendiren ir olay, dış pazarların açılmasında devletin önemli bir katkısının olması lazım. Evet benim topladıklarım bunlar.

O.B.- Değinmediğiniz alan kalmadı. Teşekkür ederiz. Şimdi sorularımz veya katkılarımza sıra geldi.

İZLEYİCİ.- 450 Milyar dolarlık işlem pazarında diğer sanayi kollarıyla karşılaştırması nedir? Siz 1992 senesini verdiniz diyelim ki 1993 veya 2000 senesinin perspektifi nasıl görünmektedir?

İkincisi sadece bilgisayar işlem ünitelerinin değil, elektronik cihazlardaki gelişim sonucu acaba maddeyi transfer etmek, yani ışınlama denilen boyut olabilecek mi?

Sayın Avadis Bey'e de sormak istiyorum, biz cisimleri üç boyutlu artı zaman boyutunda algılayabiliyoruz. Şuradaki ışığın, onun altına getirilen herhangi bir objeyi ışıklandırdığınız zaman aradaki mesafe çok cüzi olduğundan bir koniksel açılım bahis konusu. Acaba bu güneş sistemi gibi çok uzaklardan gelip te paralellik arzettiği takdirde bir değişmeye uğrayabilir mi?

D.L.- Birinci sorunun cevabım bilmiyorum, elimde veri yok yanlış bir şey söylemek istemiyorum.

İkinci sorunun benden çok Avadis Bey tarafından cevaplandırılması mümkün olabilir, ışınlamayla mümkün olacak mı? Mühendis olarak birşey söylemem zor.

O.B.- Bir maddeyi bir yerden bir yere ışınlamamız mümkün olabilecek mi?

A.H.- Onu ben de bilemiyeceğim.

Üçüncü sorunuz şu; benim burada verdiğim boyut kavramında bahsetmediğim bir olay var. Bir cismin kaç boyutta olduğunu tayin etmek, benim anlattığım anlamda, bizim bu boyutu ne kadar ayırt edebileceğimize de bağlıdır. Mesela bir kalem alayım, buna çok çok uzaktan baktığımda bir nokta gibi göreceğim, biraz daha yakından bakinca iki boyutlu gibi göreceğim, biraz daha yakından bakarsamgerçekten bunu üç boyutlu silindir gibi göreceğim. Dola-

yısıyla fraktal kavramına gelince bir cismin boyutunu tayin ederken bizim ayırtedebileceğimiz en küçük mesafe nedir? Yani bizim alabileceğimiz en küçük bilgi ünitesi nedir diye bir ayrım yapmak zorundayız.

İZLEYİCİ.- Sorum o değil Avadis Bey, ışığın paralelliği ile orantılı bizim obje ile olan göz mesafemiz sabit kalmak koşulu ile ışığın çok uzak mesafelerden yansıması ile bu objenin üzerindeki çok yakın mesafeden bunu görmek ışık sistemiyle orantılıdır, yani ışık olmazsa göremezsiniz istediğiniz kadar uzaklaşın ya da yaklaşın.

A.H.- Şunu söyleyeyim paralellik konusunda, tabii ışık yayılırken biraz kırınır demek istiyorsunuz. Işığın aydınlattığı dalga uzunluğunu değiştirerek onunla oynayabilirim tabii, görünür ışıkla bu paralelliği bozarsam çok daha kısa dalgalı bir başka ışıkla bunu algılarsam ve ben gözüme görünür ışığa güvenmezsem, o konudaki bazı sınırlılıkları ortadan kaldırabilirim. Dolayısıyla o sorunun burada fraktal boyutla ilgisi, benim ayırt edebileceğim en küçük mesafenin ne olduğu meselesine kalıyor. Benim bunu paralel olarak tayin etmem demek, belirli bir yere kadar bunu ölçmem demektir. Ben bunu ne kadar ölçebilirim? O sorunun cevabını verince o durumda bunlar paralel mi değil mi size söylerim. Bunun daha genelinde benim dediğime geliyor iş, bir boyutu ölçebilmek için ben bunu ne kadarını ayırt edebiliyorum, yani benim algılayabileceğim minimum bilgi ünitesi nedir diye bir kavram geliyor. İşte kaos biliminin yaptığı bu.

İZLEYİCİ.- 1984 romanında George Orwel'in kehaneti vardı: devletin etkinleşmesi. İnsanlar üzerinde kötüye kullanılabilir mi bilgisayarlar. Gelecekteki demokrasi için ne düşünülebilir?

E.H.- İsterseniz nükleer enerjiyi düşünün, bunun cevabını hemen vermek mümkün. Bilimadamları, teknisyenler yeni yeni sistemler buluyorlar, teknikler buluyorlar. Bu teknikleri insanların iyiliği için de, onlara egemen olmak için de kullanabilirler, yani bu artık politik bir problem oluyor. insanın doğasını düşünürseniz bunun cevabını hemen verebilirsiniz.

O.B.- Gelişme kötü yönde mi demek istiyorsunuz?

E.H.- Hayır onu demek istemiyorum, çünkü demokrasiye inanıyorum. Olay toplumun bilinçlenmesi konusu, toplumun eğitilmesi konusu. Toplum ne kadar bilinçlenir ve kişiler ve kurumlar kendini ne kadar savunabilir duruma geçerlerse, bu teknikler de o kadar kişilerin mutluluğu için kullanılacaktır, diyebiliriz.

O.B.- Ben bu konuya bir katkı yapmak istiyorum, bu konuda

biraz karamsar düşünüyorum. İnsanın artık bütün genetik özellikleri de çözülmeye başlandı ve bu özelliklerin kodlandığı, kişisel bütün özelliklerin bilgisayara girildiği bir topluma doğru gidiyoruz. Bugün Amerika'da insanların bazı hastalıklara eğilimi olup olmadığı araştırılıyor ve saptanıyor, sigorta şirketleri özellikle bunu yapıyorlar ve sonra sizi sigorta yapmıyorlar. Bazı hastalıklara meyli olabilecek; iş ortamı için zararlı olabilecek hastalıkları genetik olarak taşıyan insanlar saptanabiliyor. Bazı şirketler "Şu testi lütfen yaptırıp gelirmisin" demeye başladılar. Gelecek, bireyler açısından olumsuz özellikler taşıyor sanıyorum.

E.H.- Bu sigorta şirketlerinin sigorta kavramını çarpıtması demek sizin söylediğiniz.

O.B.- Bu çarpıtma değil de onun şartı oluyor, yasallaşmaması için bir neden görmüyorum.

E.H.- Bence sigorta kavramına ters, sigorta bir risktir, herkesin taşıdığı bir risk var, benim taşıdığım risk fazladır sizinki azdır, bunun için sigorta oluyoruz.

O.B.- Tabii o zaman beş misli para istiyor sizden, sigorta priminizi arttırmış oluyor.

İZLEYİCİ.- Ben bilgisayar virüsleri ile ilgili birşey sormak istiyorum, dün televizyonda haberlerin birinde çeşitli tarihler verildi işte şu tarihte şu virüs aktifleşecek, bu tarihte bu virüs aktifleşecek gibi. Bir bilgisayar virüsü nedir kavram olarak biliyorum ama tarihlerle ilişkisi nedir. Bu virüsler tehlike olabilir mi? Dünya çapında bilgisayarlar için bir anda tüm sistemleri çökertecek birşey olabilir mi?

E.H.- Bilgisayar virüsü aslında bilgisayara konan bir küçük program veya programcık. Bilgisayarlar genellikle zamanı, tarihi tutuyorlar biliyorsunuz; açtığımız bütün bilgisayarlarda hemen tarih çıkıyor. O program da o tarihi okuyup belirli bir zamandan itibaren aktive oluyor. Virüs aktif olduğu zaman bilgisayarın diskindeki bir çok programı, sizin emek vererek hazırlamış olduğunuz sizin deponuzdaki bilgiyi bozup harap ediyor. Bu virüsleri insan yapıyor, nasıl yapıldığı da belli, buna karşı önlemler almak da mümkün. Yeni önlemlere karşı yeni virüsler çıkar, onlara karşı yeni önlemler alınır, bu böyle ğider durur.

Büyük sistemlerin bugün korumaları var, virüsler giremiyor, klasik anlamda PC'lerde var olan virüsleri büyük sistemlere sokmak çok zor hatta mümkün değil, giderek de buna karşı koruma önlemleri alınıyor. Bunun çok büyük sorun olacağını zannetmiyorum. Bu bir nevi bilgisayar dünyasında terörizm gibi birşey.

İZLEYİCİ.- Aynı soruyu ben başka bir boyutta sormak istiyorum, bu bilgisayar terörizmi yanında dünyada hakim olan elektromanyetik terörizm, Emre Hoca'ya soruyorum. Avadis Bey söyledi Josefson kontaklarında sınıra geliniyor, acaba bu bütün elektronik haberleşmede böyle bir sınıra gelinmiyor mu? Yani devamlı bir şekilde bilgiyi üreteceğim diye veya başka şeyler üreteceğim diye elektromanyetik üretimi de dünya üzerinde artırmaya çalışıyorlar. Bu kadar çok elektromanyetik dalga insanları etkilemeyecek mi, siz bunu üreteceğiz diye devamlı destekliyorsunuz. Devamlı da televizyon kanalları artıyor veya telefon herkesin evinde. Elektromanyetik şemsiye ile mi dolaşacağız deyince gülünüyor. Biliyorsunuz, elektromanyetik dalgaların kanser gibi hastalıklarla ilişkili olduğu savı var.

Bilgi üreteceğiz diye bu çılgınca elektromanyetik dalgalar nereye kadar üretilecek?

E.H.- Bilgi o kadar fazla üretilmiyor, bilgi üretmek aslında zor bir iş düşünceme göre. Ama elektromanyetik kirlilik var, ben de şikayetçiyim, çünkü televizyonun başına geçince 20 tane kanal var hepsine basıyorum 2 saat geçmiş ve hiçbir şey yapmamışım ve suçluluk duyuyorum. Bu arada birşeyler okusaydım veya müzik dinleseydim daha çok iyi olurdu gibi. Tabi bunlara alışacağız.

Öte yandan elektromanyetik kirlilik diyorsunuz tabii optik haberleşme çağı gelince evlerimize bakır çifti geleceği yerde optik lif geldiğinde fiziksel anlamda elektromanyetik kirlilik daha da azalacak çünkü istediğimiz televizyon veya müzik programını veya herhangi bir müzenin arşivindeki bilgiyi ekranımıza getirebileceğiz, hatta onu printerden basabileceğiz. Yani istediğimiz bilgiye rahatlıkla ulaşabileceğiz, bugün için bu sözkonusu değil. Zira elektromanyetik ortamı kirletenler belli, ne amaçla yaptıkları belli. Biz kendimizi denetleyebilirsek bu işten iyi yararlanırız, aksi takdirde kötü şekilde etkisini görürüz.

İZLEYİCİ.- Bizim şansımız yok ki bu bize veriliyor, istersek kapatırız, istersek açarız tamam, ama öbür yandan şu andaki uygulamaya göre bu üretiliyor, siz diyemiyorsunuz ki üretme kardeşim!

O.B.- Sizin görüşünüzden olaya bakarsak Türkiye'de zamanımız var daha. Hocalarımızın anlattığına göre baksanıza henüz 10 dolarlık bilgi işlem kullanıyoruz.

Bize gösterdiğiniz sabır ve dikkatleriniz için hepinize teşekkür ediyoruz.

canlılar yokoluşa mı programlı?

20 Nisan 1993

YÖNETİCİ: ORHAN BURSALI

KONUŞMACILAR: NÜZHET DALFES, CELAL ŞENGÖR, MUSTAFA AKTAR

Orhan Bursalı- Bugünkü toplantımızın konu başlığı olan "Canlılar yokoluşa mı programlı?" size neler çağrıştırdı bilemiyoruz. Nüzhet Dalfes'le konuşuyorduk, öğrencileri ona "Sah günü canlıların nasıl yokolacağını anlatacakmışsınız" demişler, Nüzhet şaşırmış, sonra araştırınca bugün burada canlıların nasıl yok olduğunu daha doğrusu yokoluşa programlı olduğunu anlatacağını öğrendi.

Bütün insanların ölüme programlı olduğu gerçeğini Sayın Cumhurbaşkanının ölümü bir kez daha bilince çıkardı. Tabii canlıların yokoluşu biraz daha geniş kapsamlı oluyor ve ölümün dışında bir takım başka şeyleri çağrıştırıyor, sözgelimi içinde yaşadığımız çevresel felaketleri... Çevresel felaketler sonucu yeryüzündeki canlıların yok olduğu doğru mu? Biraz doğru biraz değil. Aslında konumuz çevre değil yer bilimleri ve bugünkü konuşmacılarımızın da hepsi yerbilimci. Nüzhet Dalfes, Doçent Doktor ve İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Genel Jeoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, Nüzhet senin ilgilendiğin bilim konuları nedir?.

Nüzhet Dalfes- Dış süreçler, aslında atmosfer, okyanus, iklim.

O.B.- Dolayısıyla biraz çevresel olduğu da ortaya çıktı. Profesör Doktor A.M. Celal Şengör de, Genel Jeoloji Anabilim dalında. Doç. Dr. Mustafa Aktar ise TÜBİTAK'ta yerbilimleri bölümünde.

Şimdi kısaca bugünkü konumuz üzerine bir iki söz söyliyeyim. Bir saat boyunca hangi konuları irdeleyeceğimiz üzerine sizler de fikir sahibi olun.

Büyük felaketler, yokoluşlar biraz yeryüzünün kaderi olmuş gibi. Bilimcilerin geçmişe yönelik yaptıkları araştırmalar dünyanın 5 büyük, hatta daha fazla büyük felaket yaşadığını ortaya koymuş. Bu hem yerin iç dinamiğinden kaynaklanan felaket olduğu gibi, dıştan mesela göktaşı çarpması sonucu yaşadığı felaket de olabiliyor. Sözgelimi 65 milyon yıl önce dinozor neslinin kurumasına yol açmış göktaşı çarpması gibi. Bugün aynı zamanda yerbilimlerin uğraştığı alanlar konusunda da bilgi sahibi olacaksınız. Felaket deyince söz, insan kaynaklı insanın yaratabileceği çevresel felakete gelip dayanacak, belki de konuşmalarımızı bununla noktalayacağız. Bu-

nun yanı sıra yerbilimcilerin yerin hareketini aletlerle nasıl gözlemlediği konusunda özellikle de Mustafa arkadaşımız bize bilgi verecek.

İlk söz Celal Şengör'ün.

Daha çok iç dinamiklerin hangi felaketlere yol açabileceği konusunda bize neler anlatacaksın?.

Celal Şengör- İç dinamik dış dinamik diye deminden beri bahsediyoruz ne kastettiğimizi anlatalım. Herşeyden önce dünyamızı dinamik bir bünye olarak görmemiz gerekir. Dünyayı statik, olduğu gibi duran, değişmeyen bir nesne olarak görmeye alışmıştır insanlar. Bu böyle değil.

Bunun böyle olmadığını bazı olaylarla biz insanlar yaşıyoruz. Mesela; bir bakıyorsunuz bir yerde bir deprem oluyor, sahilde kıyı birden bire 60 cm yükseliyor; veya bir yanardağ âfeti oluyor, yanardağın çevresindekl yer şekilleri değişiyor; veya bir heyelân oluyor bir akarsuyun önünü kapatıyor arkasından bir göl oluşuyor. Bu gibi olayları insan hayatı esasında görmek mümkün.

Fakat bir de insanın gözleyemediği olaylar var. Bunlar çok daha büyük, milyonlarca yılla ifade edilebilecek zaman ölçeklerinde cereyan ediyorlar ki bu olaylar dünyamızın bugünkü çehresini sürekli olarak yaratan ve değiştiren olaylardır.

Bunlar iki bölümde incelenebilir; enerjisini dünyamn kendi iç sıcaklığından alan ve bizim iç olaylar dediğimiz olaylardır ki bunlar iç dinamiğin konusu olan olaylardır. Ben bunlar üzerinde durmak istiyorum daha ziyade. Dış olayları özellikle dünyamız üzerinde meydana getirdikleri etkileri benden daha iyi bilen biri var burada: Meslektaşım Doç.Dr. Nüzhet Dalfes. O size dış olayların bizim yaşantımızı, dünyadaki diğer canlıların yaşantılarım ve dünyanın çehresini nasıl değiştirdiklerini anlatacak.

Benim konumdan bahsederken Orhan değinmedi: Ben tektonikçiyim. Tektonik nedir?Ben dünyanın mimarisiyle ilgileniyorum. Nasıl evimizi yapan bir mimar varsa, dünyamızın da sürekli olarak inşaasına neden olan bir enerji kaynağı var ki o da dünyamızın iç ısısıdır. Bu dünyamn iç ısısı ne marifetler meydana getiriyor? Bunu size anlatmaya çalışacağım ve bu marifetler neticesinde bizim başımıza neler geliyor canlılar olarak, bunu özetlemeye çalışacağım.

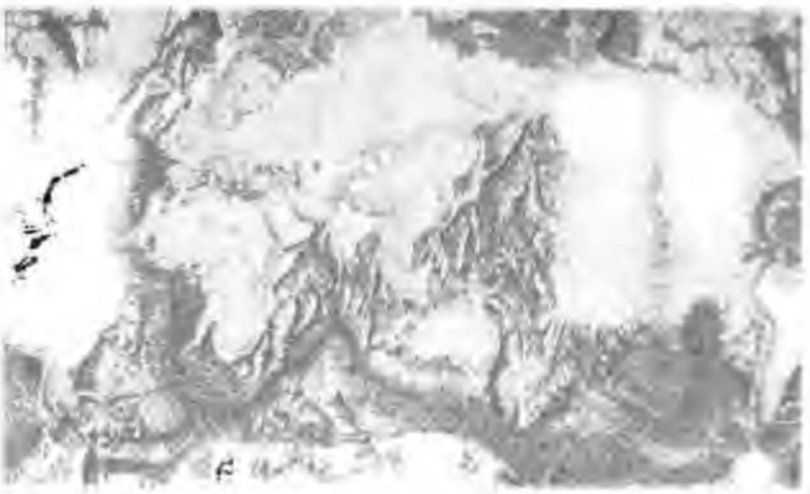
Konuşmamdan çıkarılacak ders şu: Dünyamn içindeki enerjiden faydalanmak suretiyle meydana gelen olaylar genellikle çok yavaş olan olaylardır. Bunların hızları senede maksimum onlarca cm. yi geçmez, hiçbir zaman senede birkaç metrelik bir hızla cereyan etmezler. Bu kadar yavaş cereyan ettikleri için de büyük ölçüde

bunlar bizim çevremizde bizim yaşantımızı âni etkileyecek olaylar meydana getirmezler. Volkan patlamaları istisnadır ama onlar da genellikle küçük alanları etkilerler. Buna bir istisna ise 1883'deki Krakatoa indifaıdır, Krakatoa'nın patlaması stratosfere yani atmosferin en üst taraflarına çok büyük miktarda toz saçtığı için güneş ışınlarının dünyaya gelme miktarını azaltmıştır ve 1883'den sonraki iki yıl içinde dünya sıcaklığında 1-2 derecelik bir düşme olmuştur ve belli bir soğuma görülmüştür.

Ayrıca kıtaların dünya üzerinde iç olaylar nedeniyle yaptıkları hareketler sonucu bunlar bazı okyanus havzalarını hapsederler ve bu okyanus havzalarının içinde hapsolan suyun başına bazı şeyler gelir. Meselâ Akdeniz bundan 8 milyon yıl önce tamamen kurumuş: Düşünebiliyor musunuz, 2000-3000 metre derinliğinde bir çöl meydana gelmiş Akdeniz'de! Tabiî orada yaşayan canlılar için çok büyük bir felaket bu. O canlıların hepsinin ortadan kalktığını biliyoruz. Eskiden Akdeniz'de Hint Okyanusunun bitki ve hayvan âlemi yaşarken, bu olaydan sonra Hint Okyanusundan gelenler ortadan kalkmış; daha sonra Akdeniz Atlantik'ten gelen sularla doldurulduğu zaman Atlantiğin hayvancıkları ve bitkicikleri gelip Akdeniz'e yerleşmişler. Bu tabiî Akdeniz ölçeğinde büyük bir felâket. Benzer bir olay 100 milyon sene evvel Güney Atlantik'te olmuş.

Şimdi müsaade ederseniz hızlı bir şekilde dialarla bu dünyanın iç enerjisinin canlıların başına neler açtığını bazı şekillerden yararlanarak tartışalım.

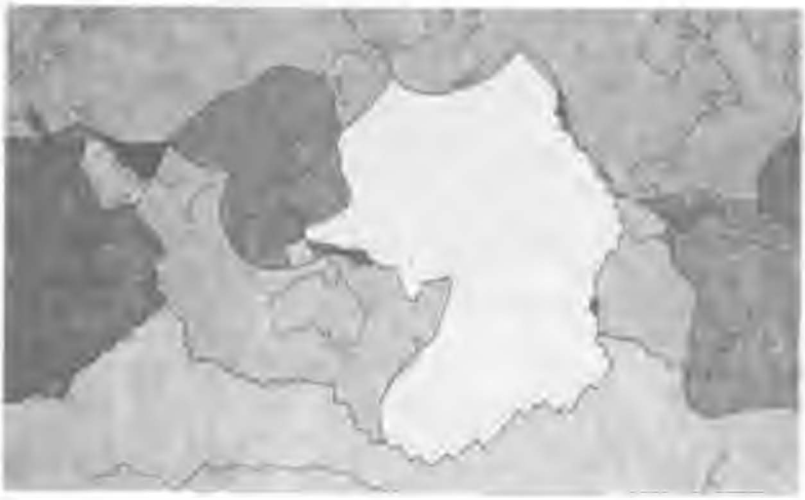
Dünyamızın bugünkü çevresini gösteriyor; Dünyamızın yüze-



yinde iki bağımsız düzey var: Bunlardan biri kıt'alar; aşağı yukarı deniz seviyesinden 200 metre yukarda duruyorlar. Diğeri büyük okyanus tabanları, Abisal düzlükler de denilen okyanus tabanlarının ortalama derinlikleri 4000 metre.

Bu iki düzeyin mevcudiyetinin basit bir sebebi var. Okyanus tabanları yoğunluğu 3,0-3,2 g/cm^3 arasında olan taşlardan oluşur, bunlar yoğunluğu 3,2 olan bir akışkan içinde yüzüyorlar. Bu akışkan içine ağır bir nesne gibi, adeta yüklü bir gemi gibi çökmüş vaziyetteler. Buna mukabil kıt'aları meydana getiren taşlar 2,7 g/cm^3 ortalama yoğunluğa sahip oldukları için daha yukarda boş bir gemi gibi duruyorlar.

Dikkat ederseniz dünyamızın içersinde çok belirgin bir biçimde okyanusların ortalarında bulunan bir dağ sistemi var; bu dağlar boyunca ikiye ayrılıyor okyanus tabanları ve yoğunluğu 3,0 ile 3,2 arasında değişen taşlar meydana geliyor. Buna mukabil Pasifik çevresindeki derin deniz çukurları boyunca okyanus tabanlarını oluşturan taşlar alttaki akışkanın içine dönüyorlar. Bu döngü dünyanın sıcaklığını dışarı verme mekanizmasıdır. Nasıl ki kahve içerken kahvenin içindeki telve satıhta dağılır. Sıcak bir nesnenin sıcaklığını dışarı verebilmesinin üç yolu vardır: Bunlardan biri ışıma yoluyladır. Örneğin güneş, ısısını bize ışıma yoluyla iletir. Bir diğer yol kondüksiyondur yani dokunma yoluyladır. Bir tanesi de konveksiyondur yani sıcak nesneyi hareket ettirmek suretiyledir. Alttan ısınan bir sistemde ısınan nesneyi yükseltirseniz nesne ısı kaynağından uzaklaşır. Yükselmesinin sebebi yoğunluğunun azalmasıdır.



Daha sonra belli bir soğukluğa erişince yoğunluğu arttığı için soğuyan nesneyi tekrar aşağı götüren bir döngü meydana gelir. İşte bu konveksiyon döngüsü dediğimiz olay bize dünyamızın sathında görülen bu büyük tektonik hareketleri meydana getirmektedir.

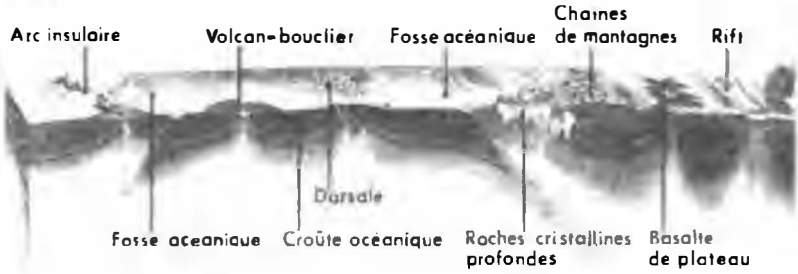
Bize levhalar dediğimiz ve dünyanın üzerinde değişik renklerle gösterilmiş olan ve o akışkan kütle, dünyanın bu magma cebinin üzerinde yüzen, yoğunlukları farklı iki değişik tür taştan meydana gelen kütlelerin dağılımını gösteriyor. Bu levhalar, dediğimiz gibi okyonus ortası sırtları boyunca yaratılırlar ve derin deniz hendekleri boyunca tekrar aşağıya dönerler. Dolayısıyla sürekli bir döngü meydana gelir.

Kabaca dünyadaki levhaların dağılımını görüyoruz. Ancak bu-

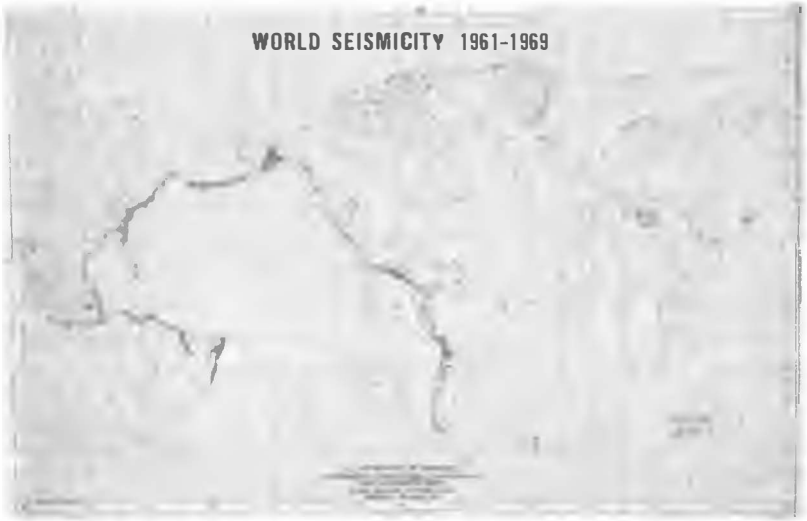


rada levhaların adları ve sınırları boyunca olan bağıl hareket hızları da gösterilmiş. Bu hareketlerin hızları mesela Pasifik Okyanusunda yayılma senede 16 cm bir hızla cereyan eder. Buna mukabil, derin deniz hendekleri boyunca yılda 20 cm'ye yakın bir hızla bu okyanus tabanları sürekli ortadan kaybolur. Bu sürekli hareketin neticesinde levhalar ve dolayısıyla kıt'alar devamlı hareket ederler. Ben buna "kıtaların valsi" diyorum.

Levha dinamiğini bir de kesitten gösteriyor. Okyanus ortası sırtlarında ısınan malzeme yükselir kenarlara doğru gelir ve tekrar yerin içerisine döner. Yerin içerisine dönerken sıcak ortama girdikleri için ergirler; yükselen ergimiş malzeme volkanizma oluşarak örneğin Japonya'daki gibi ada yaylarını oluşturur. İşte ada yayı volkanizmasının nedeni budur. Yerin levhà sınırlarından uzak bazı noktalarında manto içersinde yükselen konveksiyon jetleri vardır



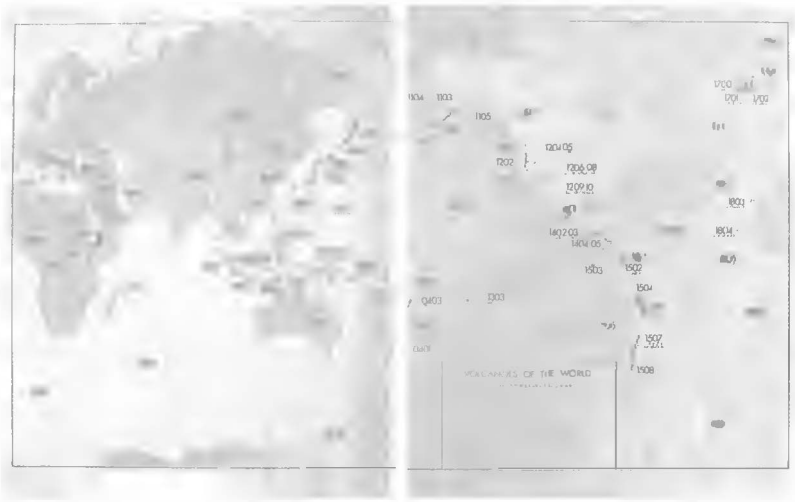
ve bu jetlerin üzerinde de levha içi volkanizması meydana gelir. Bir iddia, bu manto içersinde yükselen jetler üzerinde meydana gelen volkanizmanın çok süratli olduğu ve çok bol olduğu durumlarda atmosfer içersine iridyum gibi zehirli madde saçmak suretiyle atmosferi zehirlediğidir, bu iddiayı Nüzhet tartışacak.



Dünyamız üzerinde deprem episantrlarının yerlerini gösteriyor. Kıt'alar hareket ederken, burada episantral lokasyonlarını yeşil, kırmızı ve mavi olarak gördüğümüz depremler oluyor. Dikkat ederseniz depremlerin dağılımı bizim levha dediğimiz nesnelerin sınırlarına özgüdür, yeşiller biraz derin, maviler çok derin depremleri gösterir. Tabii bu depremlerin her biri üzerlerinde yaşayanlar için birer âfettir: Büyüklükleri Richter ölçeğinde dördün üzerine çıktığı zaman üzerindeki binaları falan yıkar.

Ama eğer siz Japonya'da yaşıyorsanız aklı başında mühendisleriniz vardır, kanun dinleyen insanlarınız vardır, binalarınız bilim-

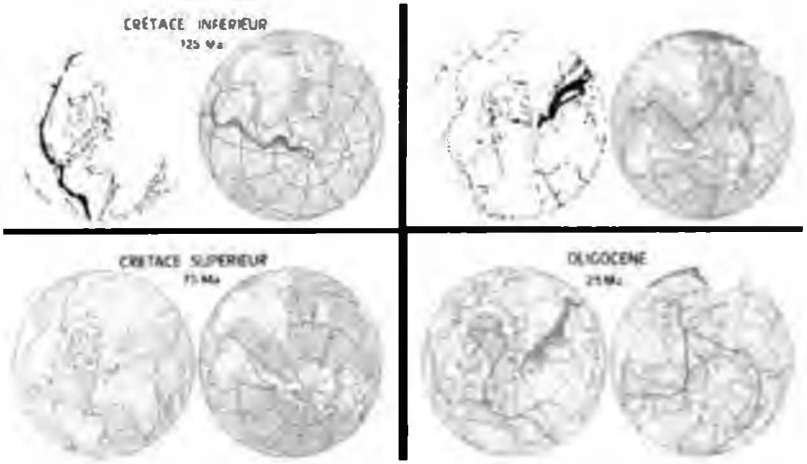
sel sınırlar içinde yapılmıştır, deprem 7,5 büyüklükte olsa dahî can kaybı olmaz. Ama siz Türkiye'de yaşıyorsanız bilimsel kriterlerle hazırlanmış kanunlarınız yoktur; olsa da insanlarınız kanun falan tanımaz. Büyüklüğü 7'ye dahi varmayan bir deprem bir gecede 45.000 kişinin canını alıverir!



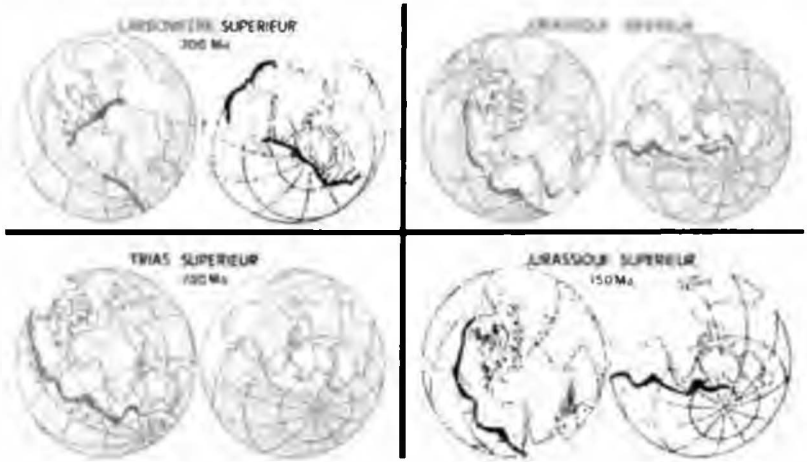
Bir diğer âfet fabrikasının, volkanların dağılımını göstermektedir. Bu şekli şekil 5 ile karşılaştırdığınız takdirde volkanların depremlerin aynı yerlerde, genellikle levhaların birbirleriyle temas halinde oldukları sınırlarda, okyanus ortası sırtlarında olduğu gibi birbirlerinden uzaklaştıkları yerlerde veya ülkemiz gibi büyük faylar boyunca birbirlerine paralel hareket ettikleri yerlerde veya pasifik çevresinde olduğu gibi birbirlerine doğru hareket ettikleri yerlerde oldukları görülür.

Arz tarihi boyunca levha hareketlerinin ne sonuçlar doğurduğunu gösteriyor. Bakınız aşağı yukarı 300 milyon yıl evvelden itibaren neler olmuş dünyamızın sathında. Bu şekillerde kolay görülsün diye yalnızca kıt'alar belirtilmiştir. 200 milyon yıl önce Hindistan ve Afrika'yı Avrupa ve Asya'dan ayıran, doğuya doğru genişleyen ve yerbilimcilerin Tetis adını verdikleri büyük bir okyanus görülüyor.

125 milyon yıl önce Tetis yavaş yavaş kapanmaya başlıyor ve buna karşılık Atlantik açılıyor. 75 milyon yıl önceye geldiğimiz zaman Atlantik iyice açılmış durumda. Atlantik ilk açılırken önceden değindiğim gibi mantodan yükselen ve bol volkanizma yaratan ve



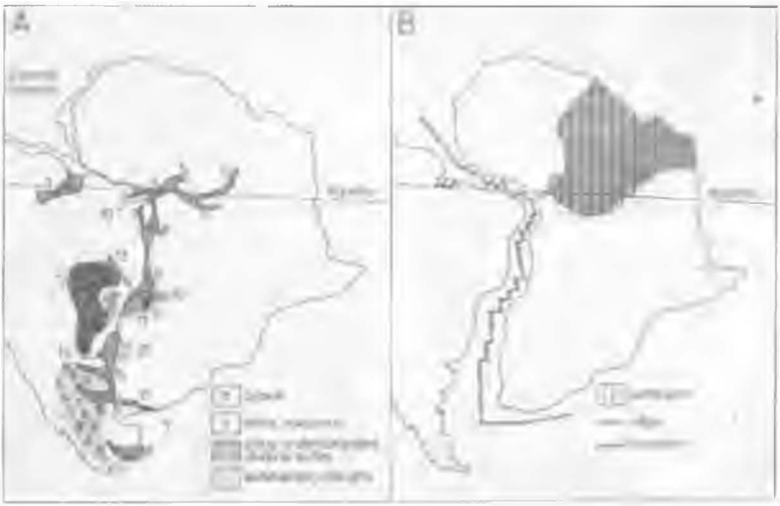
sıcak noktalar adı verilen noktalardan bir tanesi Tristan da Cunha adasına isabet etmiştir. Tristan da Cunha, Napolyon'un nihâi sürgün yeri St. Helena ve Ascencion adaları Güney Atlantik'deki yayılma merkezi üzerinde duran büyük volkanik yapılar meydana getiriyorlar. Nijerya ile Tristan da Cunha arasındaki bölüm bu volkanik yapılar tarafından dünya okyanusundan tecrit edilmiş 100 milyon sene evvel. Bu şekilde yavaş yavaş Atlantik Okyanusunun açılırken tamamen okyanus sularından ârî çok büyük bir tekne haline gelmiş olduğu görülüyor. Bu teknenin daha sonra âfet halinde dolduğunu tahmin ediyoruz. Yani Atlantik Okyanusu buradaki açılma belli bir düzeye ulaştığı zaman burayı âfet halinde doldur-



muş. Deniz seviyesinin altındaki çok büyük teknelerin âni dolması iç olayların yaratabileceği en ciddî afetlerden biridir. Ani dolma deyince ne anlıyoruz? Binlerce yıllık bir zaman dilimi içinde cereyan eden bir olaydır bu tür havzaların dolması. Tabiî bu tür tekneler dolduğu zaman orada mevcut bir yaşam ortamı bin yıl gibi kısa bir sürede ortadan kalkıyor demektir. Çok yavaş tektonik hareketlerin yaratabileceği çok hızlı âfetlerden birisi ve belki de en önemlisi budur.

Afrika Avrupa ile çarpışmak üzere 50 milyon yıl önce: Bu arada Türkiye'deki dağlar meydana geliyor. Hindistan bu dönemde Asya'ya gelip çarpmış vaziyette. Hindistanın çarpması Tibet platosu gibi çok yüksek platolar meydana getiriyor.

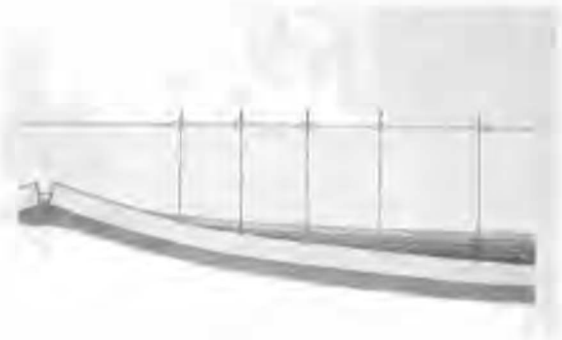
Bu çok yüksek platolar atmosfer sirkülasyonunda çok büyük değişiklikler meydana getiriyorlar. Bunun zaman ölçeği 1-2 milyon yıldır. Bir iki milyon yıl içinde öyle bir sirkülâsyon değişikliği meydana gelmektedir ki Doğu Afrika'nın doğusu birden bire tropik ormandan savan ortamına geçiyor, yani tropik ormanda maymunlar daldan dala atlarken birden bire siz kurak, yüksek otlu, homurdanan aslanların dolaştığı bir ortama geçiyorsunuz. Eğer siz orada daldan dala atlayarak yaşayan bir maymunsanız aklınızı başınıza almanızı gerektiren bir ortam meydana geliyor. İşte Yves Coppens diye bir Fransız antropoloğunun iddiası, insanın böyle âni bir ortam değişikliği sonucu ortaya çıktığıdır. Bu, tektonik olayların atmosferle olan etkileşimlerine çok güzel bir örnektir.

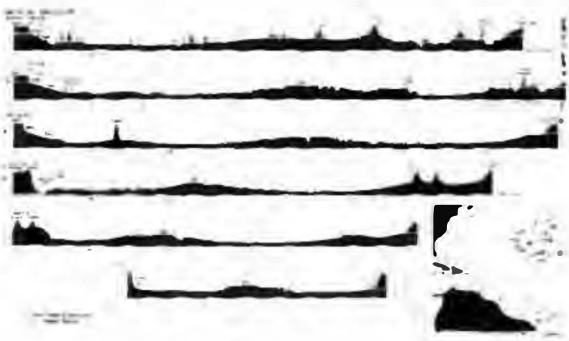


Size Güney Atlantik Okyanusundan bahsetmiştim. Şekil 9A'ya bakınız. Burada görüldüğü gibi bir çatlak meydana geliyor, iki kıta arasında yavaş yavaş büyüyor.(Şekil 9B)

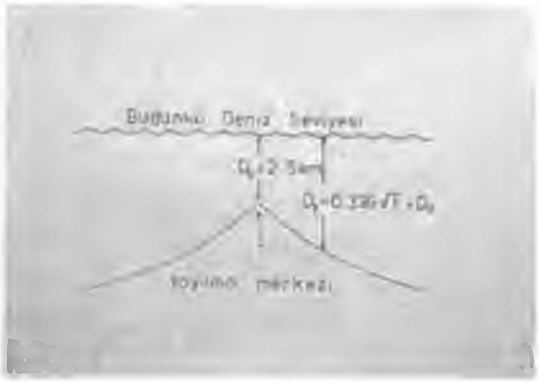
Meydana gelen çatlak içinde bol bol vadi çökelleri oluşuyor, yağan yağmurlarla buraya toplanan nesne ve yavaş yavaş büyürken azıcık azıcık deniz suyu giriyor, hızla buharlaşıyor, çok büyük tuz depoları meydana geliyor. Bu tuz depoları bugün Brezilya'da üretilen petrolün kapanmasını temin eden tuz depoları. Daha sonra Atlantik biraz daha açıldığı zaman (Şekil 9B) afet halinde birden bire doluyor burası.

Şimdi tekrar zaman ölçeğine dönelim. Bu noktada çok ilginç bir gözlemden bahsetmek istiyorum: Belli bir ampirik formüle göre Okyanus tabanlarının çökme hızını hesap etmek mümkündür. Daha önce belirttiğim gibi okyanus ortası sırtları boyunca yayılma merkezlerinde okyanus tabanlarını oluşturan kayaçlar yaratılıyor. Bunlar tabiî ki önce sıcak sırtlar boyunca yaratılan okyanus tabanı





sırtlardan uzaklaştıkça giderek soğuyor ve yoğunluğu da arttığı için giderek de çöküyor yavaş yavaş. Bu çökme hadisesi Şekil 10'da çok güzel görülmektedir. 11. şekilde görülenler Atlantik Okyanusundan alınmış enine profillerdir. Dikkat ederseniz orta okyanus sırtlarına doğru yükselen bir profil görürsünüz. Bu profil belli bir ampirik formüle bağlı olarak giderek çöken okyanus tabanlarının zaman içindeki çökme eğrilerini temsil eder.



Şekil 12'de gösterilen çok basit formül şudur;

$$d = \frac{\sqrt{t}}{c} + k$$

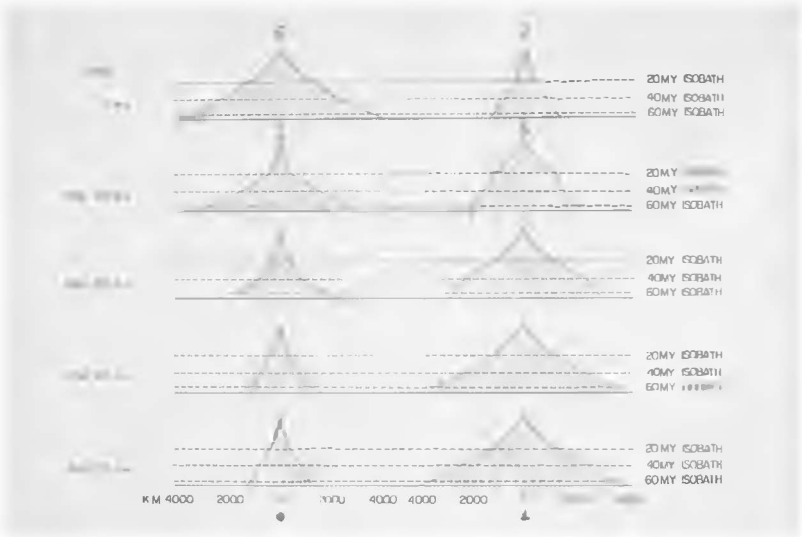
d= derinlik
t= okyanus tabanının yaşı
c= 3
k= 2.5

Demek ki, herhangi bir yerdeki derinliği biliyorsanız bu derinliğe göre sizin okyanusun yaşını hesap etmeniz mümkündür.

Şekil 13 okyanus tabanlarının yaşa bağlı derinliklerinin bazı ilginç sonuçlarını göstermektedir. Eğer okyanus tabanları yavaş yayılıyorsa son derece sivri fakat dar okyanus tabanı sırtları meydana gelir. Eğer okyanus tabanları hızlı yayılıyorsa şişman tabanlar meydana geliyordur. Bu ne demektir?

Eğer siz levha hareket hızını değiştirirseniz bu levhaları birbirinden ayıran orta okyanus sırtlarının şekillerini değiştirir. Bunların şeklinin değişmesi okyanusların kapasitesini değiştirmektedir: Eğer siz cılız yayılma merkezlerine sahipseniz, okyanus tabanlarının kapasitesi büyüktür, sular okyanus tabanlarında toplanır.

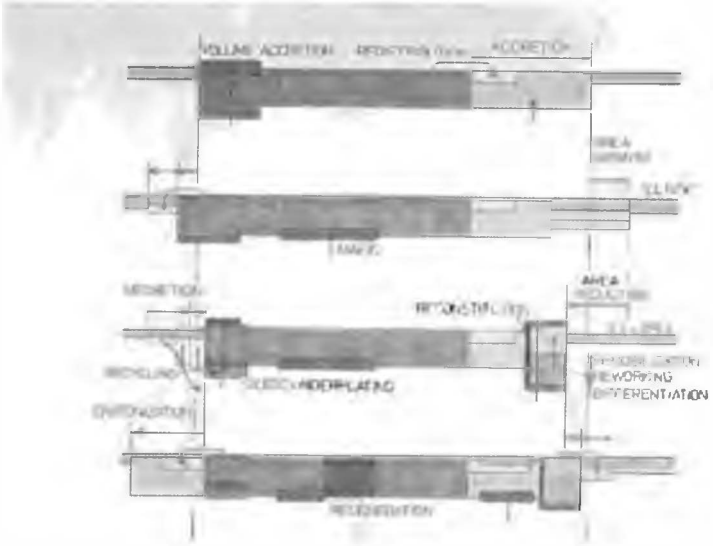
Eğer siz sırtları hızlı yayılma sonucu şişirirseniz, okyanus ta-



banlarının yükselmesi nedeniyle okyanusların kapasitesi azalır, okyanuslardaki sular taşarlar ve kıt'aları istilâ ederler.

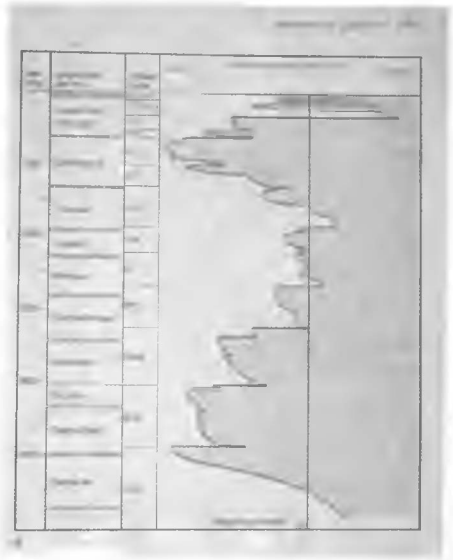
Bizim jeolojik dilde transgresyon dediğimiz hâdiseler yani kıtaların sularla örtülmesi işte bu hadisedir. Bunun zaman ölçeği nedir? Bu da birkaç milyon yıl içinde cereyan eder. Siz eğer birkaç milyon yıl içersinde büyük alanları sular altında bırakabilirseniz o zaman (Nüzhet belki değinecek) dünyanın sıcaklığını arttırırsınız, genelde çok daha mülâyim bir iklim meydana gelir, bir de karada yaşayan hayvanların sahası daralır. Eğer levha hareketleri yavaşlarsa, okyanus sırtları cılızlaşır, okyanus havzalarının kapasitesi artar ve deniz suları okyanus havzalarına çekilir. Bu sefer geniş kara alanları karşınıza çıkar ve dünyada hakim çöl iklimi başlar. Bu da tabiî dünyadaki yaşamı büyük ölçüde, ama ancak birkaç milyon yıl ölçeğinde etkiler.

Şekil 14'te gösterilen diyagram bir kıt'anın çeşitli tektonik olaylar sonucu deniz seviyesine göre hareketlerini özetlemektedir. Bu kıt'ayı gerdiğimiz zaman kıt'a sathı su altına iner ve daha alçak fakat daha geniş bir hale geldiğinden okyanusların kapasitesini azaltır. Bu doğal olarak transgresyona neden olur. Kıtayı bir dağ oluşumu nedeniyle daralttığımız zaman ise kıt'a yükselir ve okyanus tabanlarının hacmi genişler ve regresyon olur. Aynen okyanus ortası sırtlarının yaptıklarına benzer bir şekilde okyanus havzalarının kapasiteleri etkilenir kıt'asal gerilme ve daralma olayları nedeniyle. Bu kapasite etkilenmesi demek kl dünyanın kıt'aları örten su mik-



tarını tayin ediyor, kıtaları örten su miktarı da dünyanın ısıl davranışını, dünyanın değil de dünyanın sathının ısıl davranışını, yani iklimini etkiliyor. Dünya yüzeyinde deniz seviyesi sürekli salınımlara maruz kalmıştır.

Şekil 15'de görülen eğri aşağı yukarı 500 milyon yıldan günümüze kadar dünya deniz seviyesinin salınımlarını göstermektedir. Dikkat ederseniz sahil çizgisi bazen okyanuslara doğru kaymış, yani dünya okyanuslarına çekilmiş, bazen de kıt'alara doğru kaymış yani sular kıtaların üzerine gelmiş durumdadır. Burada gördüğünüz salınımların da ölçeği bu şekilde de görüldüğü gibi bir milyon yıl ile onlarca milyon yıl arasında değişmiştir.



DAĞLAR NASIL OLUŞUYOR?

Bir de dağ oluşum olayları var, dağ oluşum olayları ya iki kıta birbirine çarptığı zaman veya bir okyanus tabanı bir kıtanın altına girdiği zaman kıtayı sıklştırır. Sıkıştırılan kit'a yükseliyor, içi deforme oluyor. Bu yükselme hadiseleri çok yavaş mı oluyor yoksa âni mi oluyor? Bu yükselme hadisesi ani oluyor diyen jeologlar var. Burada gözlemin yanında gözlemin yorumlanması önem kazanıyor.

Jeologlar, insan oldukları için insanlığın veya gündelik yaşamın ölçülerinden dışarı çıkmakta güçlük çekerler. Bir jeolog karşısında kıvrımlanmış, ancak bugün sakin duran bir kaya gördüğü zaman ilk eğilimi bunu bir anda meydana gelmiş gibi yorumlamak oluyor. Halbuki bu olaylar milyonlarca yıl alıyorlar. Tektonik olaylar mekân içerisinde göç ediyorlar, bir yerden bir yere taşınıyor, bir yerden bir yere taşınırken zaman geçiyor. Sizin keskin bir kaydını gördüğünüz olaylar çeşitli nedenlerden ötürü keskin kayıt bırakmış yavaş olaylardır. Fakat bu yavaş olayların yine Güney Atlantik Okyanusunun yavaş yavaş gerilerken âniden dolması örneğinde olduğu gibi keskin bir kaydı kalıyor. Bir başka örnek için mesela Ege'ye bakalım; Ege bir dağ oluşumu nedeniyle giderek yükselmiş. Diyelim kl biz Batı Anadolu'nun bundan 20 milyon yıl kadar önce deniz seviyesinden yaklaşık 3 km kadar yukarıda durduğunu biliyoruz. Ben bunun 15 milyon sene önce de aynı durumda olduğu kanaatindeyim. Fakat birden bire bir bakıyorsunuz 8 milyon sene evvel Ege sadece suyun altına çökmekle kalmamış epeyi derine gitmiş ve burada Akdeniz'in diğer yerlerinde de çökelen tuzlar çökelmiş, aynen Güney Atlantik okyanusunda olduğu gibi.

Buraya kadar anlattıklarımı özetlersem, gene ilk başta dediğime dönmek gerekir: Genelde enerjisini iç kaynaklardan alan jeoloji olayları, ortalama hızları birkaç milimetreyle bir kaç 10 cm'nin üzerine çıkmayacak yavaş olaylardır. Bu yavaş olayların çeşitli şekillerde dış amillerle etkileşmesi sonucunda bazen çok âni olan olaylar meydana gelmektedir, ama bunların da bizim ölçeğimizdeki çok âni dediğimiz en az süresi senelikle 1000 yıldır; daha aşağıya inemez.

O.B.- Celal'in heyecanını gördünüz, o heyecandır ki Celal'i bugün dünya çapında, dünyanın sayılı tektonikçilerinden biri yapmıştır, Celal öyle bir insan. Nüzhet sözü size veriyorum.

N.D.- Celal'i izlemek biraz zor bir iş aslında, bu mesleğin zorluklarından bir tanesi.

Ben enerjisini dıştan alan süreçlerden biraz bahsetmeye çalışa-

cağım, ama herşeyden önce burada bir canlı lafı ediyoruz, katastrof lafı ediyoruz, felaket lafı ediyoruz, yok oluş lafı ediyoruz. Bunlara biraz daha tanımlar getirmek lazım herşeyden önce. Burada biz yok olmadan ya da kütle halinde yok oluşlardan bahsettiğimiz zaman türlerin ortadan kalkmasından söz ediyoruz yoksa bireylerin herhangi bir şekilde azalmasından, ölmesinden falan söz etmiyoruz, bireyden değil türden sözediyoruz. Burada sözkonusu olan zaman ölçekleri eğer bir olayın felaket olması isteniyorsa onun türleşme hızından, yani yeni türlerin ortaya çıkma hızından çok daha hızlı olması lazım ve bir takım türlerin ortadan kalkması lazım, ortada büyük ekolojik boşluklar yaratılması ve onların zamanla dolması lazım. Bu tür olaylardan bahsediyoruz, bu ani, yavaş kavramlar da tamamen bağıl şeyler. Celal'in de belirttiği gibi kendi deneyimimizdeki, insanoğlunun kendi yaşamındaki deneyimindeki zaman ölçekleriyle düşünmemeye çalışmak lazım. Eğer fiziksel çevreyi değiştiren bir süreç veya bir olay türleşme hızından çok daha hızlı ise, o zaman ortamın o andaki o bölgedeki bulunan canlıların çeşitliliği (çeşitlilik deyince tür sayısı, çeşitli grupların temsili) üzerinde önemli etkiler yapıyor. Bunların en güzel örneği belki de Orhan'ın çıkardığı o güzel dergi de (Cumhuriyet Bilim Teknik) birkaç defa okumak fırsatını bulduğunuz bundan 65 milyon yıl önce çok iyi bir şekilde belgelenmiş bir olay. O da çok kabaca bizim gördüğümüz şekliyle büyük sürüngenlerin ortadan kaybolması. Biz daha çok büyük sürüngenleri görüyoruz, çünkü bunlar sempatik hayvanlar, bir takım karikatürlerde yer alıyorlar ama onlarla birlikte bir sürü başka tür de silinip gitmiş.

O.B.- Yaşadığımız dış etkenli olayların kaynağı nedir?

N.D.- Celal, iç kaynaklı, enerjisini Yer'in içindeki radyoaktiviteden alan süreçlerden bahsetti, bunların yeryüzünü nasıl değiştirdiğini, bazılarının yavaş bazılarının "ani" olarak değiştirdiğinden sözetti. Bizim etrafımızda gözlediğimiz olayların esas enerji kaynağı olan güneş enerjisi tarafından çalıştırılan makineye, motora geldi sıra şimdi.

Bu motorun çalışması için bizim etrafımızda iki tane sıvı var, bu sıvılardan bir tanesi atmosfer, yani bir gaz, diğeri ise okyanuslardaki tuzlu su. Aynen Celal'in yer için tarif ettiği konvektif hareketler, -yani sıcak şeyin yükselmesi, başka tarafa doğru gitmesi, orada soğuması, tekrardan yoğunlaşması- o tabana dayalı birtakım hareketlerle ekvatoral bölgelerdeki enerji fazlasını kutup bölgelerine doğru taşımaya çalışıyorlar. Bunu yaparken neler çıkıyor ortaya; rüzgârlar esiyor ve denizlerde akıntılar oluşuyor, bütün yapılmaya

çalışılan şey kutupların enerji açığını kapatmaya çalışmak.

Güneşten gelen enerjinin bir kısmı atmosfer tarafından yutuluyor, fakat önemli bir kısmı yerin yüzüne ulaşıyor, yerin yüzünün bu enerjiyi nasıl soğurduğu, nasıl yuttuğu bir yerde yerin yüzeyinin özelliklerine bağlı. Bu özellikler de Celal'in belirttiği gibi yerin yüzeyinde ne kadar deniz, ne kadar kara ne tür bitkiler olduğu, yapısının ne olduğuna bağlı olarak değişen şeyler.

Isınan yerin kendisi de bir takım ışınımlar yayıyor, bu ışınımlara kırmızı ötesi diyoruz, dalga boyları aşağı yukarı bir mikrometreden büyük olan ışınımlar. Bu ışınımlar atmosfer tarafından soğuruluyor. Yani atmosfer bir taraftan güneş ışınımlarını geçiriyor diğer taraftan da yerin yayabildiği ışınımlara o kadar da saydam değil, bunların bir kısmını da soğuruyor. Bunun sonucu atmosfer biraz daha ısınıyor, sıcak her cisim gibi atmosferin kendisi de ışınımını yayıyor ve bu ışınım tekrar yeryüzüne ulaşıyor. Bunun sonucunda yeryüzü, atmosferde bazı gazların olmadığı duruma göre aşağı yukarı 18-20 derece belki daha fazla ısınıyor. Yani yerin şu andaki atmosferini ortadan kaldırın fakat yerin yansıtıcılık özelliklerini değiştirmeyin, yer şu andaki durumundan belki 20-30 derece daha soğuk olur. Demek ki atmosferin dünyayı saran ve dünyayı şu anda gözlemlediğimiz sıcaklıklarda tutan bir özelliği var. Atmosfer bu özelliğini içindeki bir takım gazlara borçlu. Bu gazlardan en temeli herkesin çok iyi bildiği su buharı.

Su buharı demin sözünü ettiğimiz dalga boylarında, yani kırmızı ötesi dediğimiz dalga boylarında oldukça geçirimsiz bir gaz.

Diğer bir gaz daha var, o gaz da bizim hayatımızla çok yakından ilgili olan bir gaz: Karbondioksit gazı. Demek ki atmosferin karbondioksit ve su açısından bileşimi, içinde ne kadar su içerdiği, ne kadar karbondioksit içerdiği yeryüzünün iklimini, yani en basit deyimiyle sıcaklığı, aynı zamanda diğer atmosfer olaylarını etkiliyor.

Biz bu olaya sera etkisi diyoruz ve sera etkisinden defalarca bahsedeceğim.

O.B.- Bugün yaşadığımız atmosferin öncesinden bahseder misin, büyük bir değişim sözkonusu mu?

N.D.- Zamanımızdan 2,5-3 milyar yıl önce Yer'in atmosferinde kayda değer miktarda oksijen yoktu. Size ilk başta garip gelecek ama, Yer'in yaşadığı en büyük çevre kirlenmesi olayı.

Bundan önce içinde metan, karbondioksit olan bir atmosferde kendilerine göre bir takım metabolik yollar bulmuş, kendilerine göre enerji kaynaklarından yararlanabilen birtakım tek hücreliler yaşı-

yor, gayet de hoş bir hayat sürüyorlar. Ama bakıyorlar ki bu şekilde elde edilebilecek enerji tükenmeye başlıyor, yeni bir metabolizma icat ediliyor, o metabolizma da bugün herkesin bildiği fotosentez. Yani karbondioksitle suyu birleştirip birtakım şekerler üretmek, güneş ışığının yardımıyla. Ve buradan açığa bir gaz çıkıyor, bu gaz da oksijen gazı, moleküler oksijen. Moleküler oksijen başbelası, bu işe alışık olmayanlar için kötü bir şey, çünkü zehirli bir gaz, tahrip edici bir gaz. Bu oksijen devrimini gerçekleştirememiş, oksijen teknolojisini icat etmemiş yaratıklarsa kendilerine kaçacak delik arıyorlar, taşların altına saklanıyorlar, gidiyorlar ilerde çok hücreli hayvanların barsaklarına giriyorlar yani oksijensiz ortamlarda yaşamaya çalışıyorlar. Demek ki yerin başına gelen belki de en büyük değişme bu ve bu değişme oldukça hızlı oluyor. Birkaç yüz milyon yıl veya 500 milyon yıl falan ama çok önemli bir değişme ve yerin yüzünü değiştiriyor, yerde yaşayan canlıların türlerini değiştiriyor, potansiyellerini değiştiriyor bir yerde.

Demek ki uzun zaman ölçeklerinde bu tip olaylarla karşılaşabiliyoruz, yani Yer'in atmosferi her zaman aynı kalmamış. Yerin atmosferi aynı kalmamış ama aynı zamanda yere enerjisini sağlayan yıldızımız Güneş de aynı enerjiyi verip durmamış devamlı olarak. Gene geriye gidersek, aşağı yukarı 3 milyar yıl geriye Güneşin yaydığı enerji bugüne göre aşağı yukarı % 25-30 daha az. Bunu nereden biliyorsunuz diyeceksiniz, diğer yıldızlara bakarak. Yıldızların evrimi ile ilgili astrofiziğin geliştirdiği kuramlar var. Bu kuramlarda yıldızlar evriliyorlar, nasıl ki canlılar evriliyorlar yıldızlar da evriliyorlar ve evrimin o durumunda olan yıldız bugünkü güneşin verdiği enerjinin belki % 75'ini falan veriyor. Demek ki daha az enerjinin geldiği, atmosfer bileşiminin farklı olduğu bir Yer var karşımızda.

O.B.- Dış kaynaklı başka hangi felâketi yaşamış canlılar?

N.D.- Zaman ölçeklerini biraz kısaltarak yerdeki canlıların gelişmesine bakarsak canlıların başına çok hoş olmayan şeyler geliyor ve bunun bir dış kökeni var. Merihle dış gezegenler arasında bulunan astereoidlerden gökcisimlerinden bazıları yolunu şaşırıp dünyaya gelip çarpıyorlar, çarpınca ne oluyor? Her şeyden önce büyük bir toz bulutu ortaya çıkıyor. Bu toz bulutunda göz gözü görmüyor, göz gözü görmeyince yani yeryüzüne güneş enerjisi gelmeyince fotosentez dediğimiz, canlıların besin zincirini götüren işler karışıyor ve sonunda bizim zavallı dinozorlar başka canlılarla birlikte ölüyorlar. Bir asteroidin dünyaya çarpması sonucunda dünyanın canlı çeşitliliğinde önemli değişikliklere yolaçan olayın canlılar tarihine

hine baktığımızda tekrarlandığım görüyoruz, bunun belirtileri var. Yani yeryüzündeki canlıların çeşitliliği her zaman aynı kalmamış, belki 3-4 defa belki 5 defa bu çeşitte önemli azalmalar olmuş. Peki bu cisimler neden durup durup belirli aralıklarla gelip dünyaya çarpıyorlar diye sorulabilir. Güneşin belki de bizim bilmediğimiz bir eş yıldızı var, etrafta uzakta bir yerlerde. Buna da "Nemesis" adını veriyorlar, intikam sözcüğünden geliyor. Fakat bu Nemesis hiçbir zaman görülemiyor gök cismi olarak, fakat öyle birtakım fikirler etrafta var.

Şunu belirtmek lazım: Bunlarda bir periyotluluk aramak güç. Bilimde ve insanlarda temelde bir içgüdü var: Bir şeyde zamanla bir değişme görüyorsanız aman bunda bir düzenlilik bulalım, o düzenliliği yakalayalım ve açıklayalım! Ama artık günümüzde bilim de yavaş yavaş başka bir anlayışla gelişmeye başladı. O da birtakım şeylerin öngörülebilirliğinin, tekrarlanabilirliğinin su götürür olduğu. Yani son zamanlarda adını duyduğunuz kaos yaklaşımı.

O.B.- Bu değişiklikler insanın evriminde etkili oldu mu?

N.D.- Tektonik yapının, yerin yüzey şekillerinin değişmesinin, insan türünün türleşmesi konusunda önemli bir etkisi olması muhtemel. Fakat insanın kültürel evriminde, bugüne gelmesinde belki de son neolitik devrimi yapmasında sürükleyici mekanizma, aşağı yukarı 2 milyon yıldan beri yerin başına gelen buzullaşmalardır. Dünyaya gelen enerjinin mevsimlere göre dağılımı, yani güneş enerjisindeki azalma çoğalmalar değil mevsimlere göre dağılımındaki değişmeler oluyor. Bu değişmelerin kökeni de yerin yörüngesinin dünyanın güneş etrafındaki yörüngesinin diğer gezegenlerin de etkisiyle zaman içinde salınımlar göstermesi.

Yerin güneşe yakın mevsiminin hangi mevsim olduğu gibi bir takım değişiklikler. Bunların sonucu bugün anladığımız şekliyle Yerin önemli bir kısmını buzullar kaplıyor, ondan sonra bu buzullar ortalıktan kalkıyor tekrar geliyor tekrar gidiyor. Yani değişken bir ortam yaşanıyor, evrimini belki homo cinsinin ortaya çıkmasından sonra, bu homo cinsinin başına gelen en önemli şey, belki de bu değişken ortamda kültürel ve biyolojik evrimini tamamlaması. Fakat bunlar cidden ani katastrof olan felaket türü şeyler değil, ama bunlar felaket şekilde de olabiliyor. Yavaş süreçlerin felaketlere dönüşmesi için bir takım eşik olaylar bulmak zorundasınız. Bunlardan bir tanesi: (şu anda anabilim dalımızı ziyaret eden çok önemli bir meslektaşımız var Amerikalı Walter Pitman) onun bir görüşü var, Neolitik devirde Anadolu'da tarımın gelişmesiyle ilgili. Buzullaşmaların son döneminde izole olmuş Karadeniz'in buzul devriminin

sonunda çıkarken, son buzullaşmanın bitiminde aniden bir su baskınına uğraması. Tabii gene aniden dediğimiz şöyle bir şey: Eğer siz Karadeniz'in kıyılarında tarımla uğraşıyorsanız ve eğer deniz seviyesi her sene 10 cm yükselip tarım alanınızı kısıtlıyorsa sizin için bu oldukça ani bir şey. Demek ki ani lafını ettiğimiz zaman gerek biyolojik sistemlerin gerek kültürel sistemlerin adaptasyon süresinden, değişme süresinden, yeni çözümler bulma süresinden, zaman ölçeklerinden daha kısa zaman ölçeklerinde olan değişmeler.

O.B.- Teşekkür ederim, yerbilimcilerin çalışmalarına daha yakın bir göz atma fırsatı verecek Mustafa Bey bize.

M.A.- Celal, biraz önce kıtaların hareket ettiğinden ve ardından da bunların çarpıştığından bahsetti. Tabii ki bu çarpışma araba çarpışması gibi değil. Ancak gene de bu çarpışmalar bazen bir felaket çarpışması olabiliyor. Mesela dinozorların yeryüzünden silinişinin böyle bir çarpışma sonucunda olduğu bir dönem öne sürülmüştür. Bu çarpışmanın yol açtığı volkanizmanın canlıların büyük bir bölümünü yeryüzünden sildiği düşünülmüştür.

Bugün bu görüş tamamen terkedildi, ancak kıta hareketlerinin felaket getirebileceği ile ilgili bir örnek sayılabilir. Nüzhet ise iklimle ilgili konuları ele aldı, iklim değişirse bunun yol açabileceği olumsuzlukları belirtti.

Ben de depremlerle ilgileniyorum. Gördüğünüz gibi bizler burada üç tane felaket bilimcisi olarak karşınızda bulunuyoruz. Panel başlığı da ayrıca çok ilginç: "Canlılar yok olabilir mi?" Anlaşılan yerbilimlerinin değişik alanlarından gelen bizleri bir araya getiren bu felaket teması. Bu konu üzerinde biraz durmak istiyorum. Bu temadan yola çıkarak Yer Bilimlerinin bugün nelerle ilgilendiğini, buna bağlı olarak ileride de nelerle ilgileneceği üzerinde birkaç söz söylemek istiyorum.

Üç Temel Neden

Yer Bilimleri, üç temel motivasyonla yürütülen bir faaliyet. Bunlardan bir tanesi ekonomi. Altın aramak, petrol aramak için yapılan bilimin temel dürtüsü ekonomidir. Aynı şekilde tarıma yönelik yürütülen meteoroloji çalışmaları da ekonomik amaçlıdır. Günümüzde yerbilimleri araştırmaları en fazla bu motivasyonla yapılıyor. İkinci neden ise bizim burada tema olarak ele aldığımız korku faktörüdür. Sadece bilmek istediğiniz için, insanın en temel dürtü-

Merak yaklaşımında, belki de öğreneceğiniz gerçeğin yararını ilk aşamada görmek bile mümkün olmayabilir.

Bu üç nedeni üçlü bir saçayağı gibi düşünebiliriz. Yerbilimleri çalışmalarının bu üçlü saçayağı üzerine oturduğu söylenebilir. Buradan yola çıkarak, bu üç motivasyonun en fazla hangi organlar tarafından temsil edildiğini bir soruşturalım. Bana sorarsanız, ekonomik motivasyon en fazla üstyapı tarafından gündeme getiriliyor. Devlet, kurumlar, resmi veya özel tüm iktisadi kuruluşlar bu motivasyonu yönlendiriyorlar. Saçayağının ikinci parçası olan merak ise, sadece bilim adamının kendisi için geçerli. Bir bilim adamı sadece merak ettiği için tüm yaşamını bir konuyu araştırmaya adayabiliyor. Karşılığını, en azından maddi olarak alamayacağını bilse dahi bunu yapıyor. Üçüncü motivasyon olan korku ise, bence, kamuoyu tarafından temsil ediliyor. Gerçekten de yerbilimlerinin kamuoyu ile olan arayüzeyi sadece korku teması üzerine kurulmuş durumda. Nitekim sizleri böyle bir panele çekebilmek için önce korkutmak gerekiyordu: "Canlılar ölecek mi? Kalacak mı?" sorusunu ortaya atmak bu oyunun bir parçası. Sizlere daha genel anlamda yerbilimlerinin uğraşlarından söz edileceği söylenmiş olsa, belki de bu kadar ilgi görmeyecekti.

FELAKET ABARTILIYOR MU?

Meseleyi böyle koyarsak, hemen ortaya şu soru çıkıyor: Acaba yerbilimciler ilgiyi artırmak için felaket temasını abartıyorlar mı? Sözü edilen felaketler belki de sanıldığı kadar kesin değil, en azından bilimsel açıdan belirginleşmiş değiller. Bakınız biz, yerbilimciler olarak, bu tür felaketlerden pek korkmuyoruz. Örneğin, Nüzhet biraz evvel bahsetti: İklimi insanların pat diye değiştirmesi hiç de kolay değil. Celal ise, yeryüzünde hiçbir volkanik patlamanın felaket boyutunda bir basıncı oluşturamayacağını izah etti. Ayrıca bu olay 65 milyon yılda bir kere olmuştur ve olasılığı bu nedenle çok düşüktür. Dolayısıyla korkacak birşey yok. Şunu da belirteyim, doğadan korkmak bir yana, bizler birer doğa tutkunuyuz. Çocukluğumdan beri tanıdığım Nüzhet de, Celal de, ben de doğayı çok seven kişiler olarak bu konularla uğraştık ve bugünlere geldik. Bu açıklamalar sonunda bu felaket temasını artık bir kenara bırakabiliriz sanırım.

Bu toplantıda, asıl amacımız, sizlere yerbilimlerinin günümüzde nelerle uğraştığını anlatmak, öncelikli sorunları, güncel yaklaşımları sergilemekti. Ben de sözü oraya getirmek istiyorum. Böyle

uzun bir giriş yapmamım bir sebebi var. Yerbilimlerinin ne yönde ilerleyeceğini, hangi çalışmalara öncelik vereceğini belirlemek için yönlerdirici mekanizmaları belirlemek gerekir. Biraz önce sözünü ettiğim üçlü saçayağının ve bunun her bir bileşeninin üzerinde biraz daha düşünmek gerekir.

Şimdi bu saçayağı modelini biraz daha geliştirelim. İkinci aşama olarak etkileşimleri bir zaman ekseni üzerine oturtalım. Merakin bilim adamı, ekonominin üst yapılar, korkunun da kamuoyu tarafından temsil edildiğini söylemiştik. Bunların herbirinin belli dönemlerde ağırlık kazanmış olduğu ileri sürülebilir.

MERAK VE BİLİM

Yerbilimlerinin gelişmesinde merak faktörü sanırım en fazla geçen yüzyılda etkili oldu. Nitekim o dönemlerde bilim adamları, tek başlarına, hiçbir kurum desteği görmeden sadece merak nedeniyle araştırmalar yaptılar. Konularını özgürce seçtiler. Bu süreç içerisinde hiçbir zaman belirli hedeflere göre yöneltilme, belirli programlara uyma baskısını yaşamadılar.

XX. Yüzyılda ise bilim çok farklı bir çehreye büründü. Önemi yeni keşfedilen bilimsel araştırmaları, bu kez, kurumlar yönlendirmeye başladılar. Merak yine önemli bir faktör oldu, ama daha da önemlisi olan ekonomik hedeflerdi. Devlet, sanayi kuruluşları hangi sorunlara eğilmek gerektiğini, hangilerinin gözardı edileceğini belirlemeye başladılar. Yerkabuğu olsun, atmosfer olsun, bugün yürütülmekte olan herhangi bir yerbilimleri araştırmasının arkasında mutlaka bir ekonomik neden yatmaktadır. Bu yüzyılda ne araştırmacının merakı, ne de kamuoyunun duyarlığı fazla etkili olamadı.

XXI. Yüzyılda ise kamuoyunun, bir başka deyişle korku temasının yerbilimlerinin gündemini belirleyeceği kanısındayım. Tabii ki bu bir önermedir ve tartışmaya açıktır. Demokratik yapılar geliştikçe, kamuoyunun üstyapılar üzerindeki etkisi artacak ve bilimde hangi konuların öncelikle ele alınacağına kamuoyu karar verecek. Bugün XXI. yüzyılda yaşanacağı beklenen bu gelişmelerin ipuçlarını görebiliyoruz. Nitekim kamuoyunun önem verdiği felaket konuları bilim için iyi bir ekmek kapısı olmaya başladı. Mesela, ben deprem ile ilgili bir araştırma yapacağımı söylersem, kaynak bulmakta artık çok güçlük çekmiyorum. Ya da iklim konusu, Türkiyede henüz gündeme gelmemiş bile olsa, birçok batı ülkesinde en önemli yerbilimleri konuları arasına çoktan girmiş bulunuyor.

O.B.- Celâl, bilimin, uygarlığımızın gelişip serpilmesinde, hayatın güzelleşmesinde, ilerlemede rolü nedir?

C.Ş.- Benim üzerinde ısrarla du'rmak istediğim bir nokta var, biz bir sürü şeyleri öğreniyoruz. Mustafa gayet güzel özetledi: Üç nedenden ötürü ekonomi, korku ve merak neticesinde dünya ile uğraşıyoruz. Ben ve Nüzhet nelerle uğraştığımız konusunda bir şey söylemeye çalıştık. Şimdi kamuoyu olarak sizi kişisel merakınızın dışında ilgilendirmesi gereken bazı şeyler var. Bunların başında da rahat bir yaşantı geliyor. Rahat yaşantıdan kastımız sıhhatli ve emin yaşamak arzumuz, bunu biz yer bilimcileri teminle görevliyiz önemli ölçüde. En azından bunlara temel olarak bazı bilgileri üretmek bizim görevimiz.

Yerbilimleri bunu ne şekilde yapıyor? Bunlardan bir tanesi üzerinde yaşadığımız dünyanın kaynaklarını iyi kullanmaktır. Bu kaynakların ani ortadan kalkması felâkettir. Bu insan cemiyetine tesir edecek felaketlerden bir tanesidir.

İkincisi de, ki bunu birinciye indirgemek mümkündür bizim ortamla yaptığımız alışveriştir, teneffüs ettiğimiz hava, kullandığımız su, üzerinde yaşadığımız toprak, bunlarla olan ilişkilerimizi düzenlemek durumundayız. Ben iç olayların bizim yaşantımıza çok büyük ölçüde etki etmediklerinin altını çizdim ama bunun bir de negatif tarafı var. Bizim fosil kaynaklarımız ki bunun arasında nükleer kaynaklar da vardır, bunlar o kadar yavaş yaratılmaktadırlar ki, biz bunları çok büyük bir hızla tükettiğimiz zaman günün birinde başımıza iş açılacaktır. Bugün Sovyetler Birliği'nde, Batı Sibirya'da bulunan dev petrol ve gaz kaynakları çok kötü bir teknoloji kullanılması ve bu teknolojinin de cahil bir zümrenin emrine verilmiş olması nedeniyle, yerdeki enerjinin yaklaşık % 40 kadarı kullanılamadan tahrip edilmiştir.

Bugün İstanbul şehrinde oturanların karşı karşıya bulunduğu sorunlar vardır ki bunlar enerji sorunlarını çoktan geçti, çevre ile olan ilişkilerimize geldi. Etrafımızda büyümekte olan gecekondulara bakıyoruz, bunlar bizim sıhhatimizi tehdit ediyor. Bugün Peru'da biliyorsunuz bir kolera salgını var. Bu kolera salgınına neden, kanalizasyon sisteminin olmamasıdır. Peru'da kolerayı durdurabilmek için harcanması gereken para Dünya Bankası tarafından hesap edilmiştir: 2 trilyon dolardır! Bunu da ne Peru'nun vermesi mümkündür, ne de Peru'ya herhangi bir devletin hibe etmesi mümkündür.

Benzer bir felâket çok daha büyük ölçüde Afrika için sözkonusudur. Aynı şey bugün Hindistan için geçerlidir, burada insanlar

bugüne kadar görülmemiş bir açlık tehlikesiyle karşı karşıyadırlar. Neden? Dünya ile olan ilişkilerini düzenleyemedikleri için.

O.B.- Bir sosyal felâket tablosu çiziyorsun...

C.Ş.- Evet, önümüzde bizim dünya ile olan ilişkilerimizi düzenlememiz için son derece kısa bir süre kalmıştır. Burada yapılacak en önemli iş bir kere dünyanın kapasitesini bilmek, bu kapasiteye göre kendimizi ayarlamaktır. Bunun da tek çıkar yolu vardır. Batı bilimini uygulamak. Batı bilimi dünyadaki tek bilimdir, tarihte okursunuz Çin bilimi vardı, Hindistan'da bilim vardı diye. Yok böyle bir şey. Bir tane bilim gelişmiştir dünyada, o da batı bilimidir. Bu bilim uygulanmadığı takdirde insanlığı çok büyük bir felâket beklemektedir. Bu uygulanabildiği takdirde ise biz çok büyük bir ihtimal dahilinde gayet güzel günlük güneşlik bu dünyada yaşayabildiğimiz gibi, başka yerlere de gitme imkanına sahip olabileceğiz. Ama biz doğabilimlerinin bize gösterdiği yolu öğrenmemekte ısrar ettiğimiz takdirde aç kalmaya, doğa tarafından cezalandırılmaya mahkûm olacağız. Ne yazık ki Türkiye bu kararı vermiş görünmektedir. Çıkarttığı garip üniversite kanunlarıyla örneğin bilimsel kalitesi son derece düşük olan üniversitede kim kimi seçsin sorusunu sorup da buralarda adam gibi bilim yapılıp yapılmadığı ile ilgilenmeyen, kanunlar çıkartıp, eğitim ve araştırma düzeyi yerine rektörü, dekanı kim seçsin gibi zırvalıklarla politikacılarımız uğraştığı için, Türkiye ne yazık ki o aç kalacak zümre içine girmeye adım atmak üzeredir, belki de bu adımı çoktan atmıştır. Doğa bilimlerinin bize gösterdiği yolda gitme kararını biz aklımız başımızda olarak vermediğimiz sürece burada bizim size anlattıklarımız tatlı bir seda olarak kalacaktır, bizim bütün yazıp çizdiklerimiz de fosilleşecektir. Belki günün birinde birileri bunları karbon halinde bulacaktır. Ama bunun aksini yaptığımız takdirde yani Doğa bilimlerinin gösterdiği yolu veya göstereceği yolu iyi öğrenip özümleyebildiğimiz takdirde, o zaman büyük ümitler vardır insanlık için.

Diyeceksiniz ki jeolojiden buraya nasıl geldik? Ben sözümü Orhan Bey müsaade ederse bir şeyle bitirmek istiyorum: 1901 yılında gelmiş geçmiş en büyük jeologlardan Eduard Suess emekli olmuştur. Emeklilik konuşmasında yaptığı çok enteresan bir söz vardır. Karşısına bütün meslektaşlarını toplamış "Karşımda tecrübenin ak saçıyla ümidin göz pırıltısını görüyorum. Hepinize söylemek istediğim bir tek şey var: Doğa bilimlerinin gelişmesi yeni bir ahlâk anlayışı getirmiştir, bu anlayış da doğa ile insan ilişkilerini düzenlemekte doğa bilimcilerinin üzerine düşen önderlik rolünün çevresiyle sınırlanmıştır. Bunun bilincinde olarak genç nesil doğabilimciler

nırlanmıştır. Bunun bilincinde olarak genç nesil doğabilimciler dünyayı idare eden kimselerle yakın ilişki içinde olmak mecburiyetindedir. Ümit ediyorum ki biz dünyamızı idare eden kımselere laf anlatabilelim. Bunun da bir tek yolu var: Bu eğitimdir" diyor. Teşekkür ederim.

O.B.- Celal, Yerkürenin kendi dinamikleriyle canlıların başına bir felaket gelmeyeceğini veya gelse bile bundan korkulmayacağını savundu ve insanın başma en büyük felaketin yine insan tarafından gelebileceği noktasına getirdi konuyu. Bence biraz tartışmalı noktalar vardı konuşmasında. Yalnız bir saptama yapmak istiyorum Rusya'daki çevrecilere bakarsanız Rusya'daki petrolün çıkarılmaması iyi olmuş der belki de. Fosil yakıtları insanlık dalıa az kullanırsa alternatif yakıtların geliştirilmesi gündeme gelir. Özellikle de güneş enerjisi. O alanda daha büyük para ayırmak zorunda kalınır.

Bu nokta Nüzhet'in şimdi değineceği insan kökenli felaketin önlenmesinde de sanıyorum büyük önem taşıyor. Nüzhet buyurun, söz sizin.

N.D.- Aslında Celal'in söylediklerinin bir kısmına katılıyorum, burada ortada oldukça karmaşık bir tablo var. Sadece bir bilim meselesi değil, tabii. Dünyanın bugün gelmiş olduğu, bugün de karşınızda duran bir tablo var. Güney, Kuzey diye bir tablo var, kaynakları olanlar, teknolojisi olanlar ve kaynakları ve teknolojisi olmayanlar şeklinde. Nasıl buraya geldik o ayrı bir hikaye, karşınızda böyle bir problem var ve o problemin neler getirebileceğini ben biraz anlatmaya çalışayım size.

Ben önce Mustafa'nın bilimle ilgili söylediği genel şeylerden esinlenerek şunu söyleyebilirim. Bence de yerbilimlerinin benim ilgilendiğim kısmını, benim ilgilendiğim araştırınaları birinci derecede korku motive ediyor. Çünkü deminde sözünü ettiğim gibi atmosferde fosil yakıtların kullanımı sonucunda artan karbondioksit gazı var. Deminki konuşmamda karbondioksit gazının yerin ikliminde nasıl bir belirleyici etki yaptığından bahsetmiştim. Atmosferde karbondioksit gazının endüstri devriminin başından beri önemli ölçüde arttığını biliyoruz. 1958'ten beri muntazam olarak atmosferdeki karbondioksit gazı artıyor ve bunu çok iyi ölçüyoruz ve bu artma devam ediyor. Bu artmanın getirdiği bir takım çıkmazlar var ortada.

Bu korkunun sonucunda. insanlar 1970'lerin başından beri anlamadıkları bir oyuncakla global ölçekli, büyük ölçekli bir takım deneyler, bir takım oyunlar oynadıklarını farkına vardılar, en azından bir kısmı vardı, dediğim gibi bilimden nasibini alan toplumların ka-

muoyu bunun bir miktar farkına vardı, onun yöneticileri farkına vardı ve günah çıkarma babından diyebilirsiniz belki ama bu çalışmalara para akıtılmaya, kaynak akıtılmaya başlandı.

Yeni yerbilimleri nasıl bir tür yer bilimleri: Burada istenen herşeyden önce bütüncül bir yerbilimleri; yani yerin çeşitli yerlerine ayrı ayrı bakmamızın mümkün olmadığının, hepimizin süreçlerinin birbirine sıkıca bağlı olduğunun, sistemlerin birbirlerine sıkıca bağlı olduğu bir global sistemle ilgilenmek zorunda olduğumuzun farkına varıldı. Bunun bilimi yapılmaya çalışıldı, bunun biliminin yapılmasında eldeki bütün teknoloji kullanılıyor, gerek gözlem için gerek hesap kitap için.

O.B.- Dünyada eşit bir enerji kullanımı sözkonusu mu?

N.D.- Dünyadaki enerji kullanımına baktığınızda; enerji kullanımı çok farklı, yani şu anda aklımda kesin rakamlar yok ama bir Hint köylüsü herhalde Amerika'daki eşdeğeri bir insanın % 1'i kadar enerji kullanıyor. Enerjiye dayalı hizmetler bir uygarlık model olarak alınır ve bu insanlar da "Bizim de refah hakkımız var" derlerse, burada kuzey-güney ayrımını yapıyorum, yani güney de kuzeyin enerji yoğun refah standartlarını benimsemeye kalkarsa ve bunun enerji kaynaklarını elde etmeye kalkarsa, o zaman ne yapıp yapıp elindeki fosil kaynakları kullanmak zorunda. Çünkü diğer kaynaklar güneş, rüzgâr falan, onlar doğru bir şekilde henüz çözümlenmiş değil, maalesef merkezi enerji üretim sistemlerine pek uymuyor, çözümler merkezi olarak düşünülüyor şimdiye kadar. Çin'in büyük kömür rezervleri var, fosil yakıt rezervleri var. Kömür aslında fosil yakıtların içinde en kötüsü, yani elde ettiğiniz birim enerji başına atmosfere attığınız karbondioksit miktarının en fazla olduğu fosil enerji kaynağı.

Bu kaynakları Çin kullanmaya kalkarsa başımız belada, genelde "güney" kaynaklarını bu şekilde kullanmaya kalkarsa başımız belada. Çünkü atmosferdeki karbondioksit miktarı artarsa ve global iklim ısınırsa ne olur diyeceksiniz? Etrafta çeşitli sayılar dolaşıyor, 2-3 derece gibi. İşte efendim atmosferdeki karbondioksit miktarı 2 katına çıkarsa ki gelecek yüzyılın ortalarında rahatlıkla çıkabilir, yerin yüzey sıcaklığı 2-3 derece artacak. Ne olacak, 2-3 derece önemli birşey değil demeyin, bu 2-3 derece sanki insanların sıcaklığı gibi bir şey, yani sıcaklığınız 36.5'ten 38'e çıktığı zaman ne olacak ki 1.5 derece artmış diyebilir misiniz? Bu bir sürü şeyin bir semptomu, bir göstergesi.

Bunun sonucunda yerin ikliminde bir sürü değişiklikler olması sözkonusu ve eğer bu iklim değişiklikleri ki bunların içinde iklim

deniz seviyesinin belki 50 cm'ye varan bir şekilde yükselmesi sözkonusu.

Dünyada delta bölgelerinde, kıyı bölgelerinde, az eğimli bölgelerde yaşayan insanları düşünün, bunların doğa kaynaklarından nasıl etkileneceğini düşünün ve bunun sonucunda gerek iklim değişmesi nedeniyle tarımını yapamayan, gerçekleştiremeyen, gerek kıyı bölgelerini kullanamayan insanların göçeceğini düşünün. Bugün artık "çevresel göçmenler" diye bir sözcük var ve bunlar konuşuluyor.

Demek ki bizi artık bir takım önemli şeyler bekliyor, yani birtakım kendi yaratabileceğimiz felaketler bekliyor ve bundan çıkış yolu aslında salt doğa bilimlerini bilmekten geçmiyor. Matematiksel terimler kullanarak içinde yaşadığımız doğayı, dünyayı anlamamız yani kurduyla, kuşuyla, suyuyla, akıntısıyla rüzgarıyla anlamamız bir gerek koşul, ama yeter koşul değil. Bu bilgiyi aynı zamanda, benim inancım, bir şekilde kuzey güney problemini, kaynak transferi problemini, teknoloji transferini çözerek bu tip felaketin en aza indirgenmesinden geçiyor, o çözümü bulurken de aslında bu arada atmosferde ki karbondioksit miktarı artmış oluyor. Yani biz ne yaparsak yapalım yüzyıl sonra veya 50 yıl sonra iklimi bugünden farklı bir dünyada yaşayacağımızm bir planını yapmamız lazım. Bu planı, dünyada nasıl yaşayacağımızın planını bize kimse yapmayacak. Türkiye'de örneğin bir GAP var, GAP değişen iklimden nasıl etkilenecek, bu kadar parayı oraya döktük, bundan 25-30 sene sonra GAP'm su kaynaklarının başına neler gelecek? Bu soruları sormayan bir ülkede yaşıyoruz, bunun altını çizmek istiyorum.

O.B.- Teşekkür ederiz Nüzhet. Tabii ki bugün az gelişmiş ülkelerin, Çin gibi, Hindistan gibi veya Latin Amerika, Afrika ülkeleri gibi, bugüne kadar kullanmadıkları fosil yakıtları "Aman! iklim değişiyor, dünya berbat olacak fosil yakıt kullanmaym" demek ne kadar demokratik bilemiyorum. Çünkü Batı bugünkü refahma kendi kömürünü yok noktasma kadar tüketerek vardı. Çevre kirliliği, atmosfer kirliliği bugün batmm kendi yataklarını amansız ve vahşice tüketmesiyle çok yakın bir neden sonuç ilişkisi içinde.

N.D.- Batı kavramım ben sevmiyorum aslında, kuzey desek çok daha iyi olacak.

O.B.- Sanayileşmiş ülkeler de diyebiliriz. Atmosferi kirleten bu ülkeler. Az gelişmiş ülkeler tabii haklı olarak "Ben ne kullanacağım? ne tüketeceğim" diye soruyorlar.

Biz atmosferden yeniden yerbilimine dönelim.

M.A.- Aslında bilmiyorum yerbilimlerinin teknik ve aletsel

yönlerine mi değinelim, yoksa felaketler konusuna devam edelim mi?

O.B.- Felaketten korkmuyoruz da İstanbul'da iç içe olduğumuz, yaşadığımız bir deprem olayı var. Geriye doğru incelediğimiz zaman İstanbul'un 100 yıl önce, daha da eskiye gidersek birçok deprem felaketi yaşadığını görüyoruz. İstatistiksel olarak bu yıllarda büyük bir İstanbul depreminin arifesinde olduğumuz sonucunu çıkartıyor yerbilimciler, daha doğrusu deprembilimciler. O nedenle deprem bir korku, gerçekten korkmamız gereken bir durumun olduğunu düşünüyorum.

Eğer korkmazsak ne yapıları ona göre inşaa ederiz ne de bir önlem alırız. Bugün Ataköy İstanbul'un en pahalı semtlerinden bir tanesi, yer bilimciler beş yıldır bas bas bağırıyorlar. Orada çok yeni bir fay kırığı saptanmış ve bütün yeni kent de orada kuruluyor, yani fay kırığının üzerinde kuruluyor.

M.A.- Peki o zaman deprem konusuna değineyim. Depremin önce fiziğini anlatmak istiyorum. Aslında Celal plaka tektoniğinden bahsederken depremlerin nereden kaynaklandığını sizlere anlatmış oldu. Şimdi biraz daha ayrıntıya gireceğiz.

Önce kıtaların hareketini anlamaya çalışalım. Bir kapta süt kaynatıldığını düşünün. Sütün üzerinde köpük adacıkları oluşur. Bu adacıklar süt içindeki kaynama hareketlerine bağlı olarak yüzeyde dolaşmaya başlarlar. Kıtalar da aynı şekide birer köpük gibi yeryüzünde gezerler. Bu hareketin kaynağı, yerin derinliklerindeki manto konveksiyon akımlarıdır. Yüzeyde gezinin bu köpükler, sütte olsun, yeryüzünde olsun hiçbir zaman batmazlar. Çünkü altlarındaki sıvıya oranla daha hafiftirler.

Bu köpükler yüzeyde dolaşırken çeşitli şeyler olur: çarpışabilirler, parçalanabilirler, birleşebilirler. Bunların örneklerini Celal size gösterdi. Bu bağıl hareketler çok yavaş olabiliyor, bu durumda hiç hissedilmiyor. Milyonlarca yıl sonra bir de bakıyorsunuz kıtanın biçimi ve yeri değişmiş. Bu değişim bazen de çok hissedilir biçimde oluveriyor. Biz de buna deprem diyoruz. Kıtanın yapısı, jeometrisi veya etki eden kuvvetlere bağlı olarak yamulma süreksizlik gösterebiliyor. Bu durumda enerji belirli bir süre birikiyor. Sonunda kabuk bu birikimin baskısına dayanamayarak aniden en zayıf yerinden çatlayıveriyor. Depremin ana kaynağı bu mekanizmadır. Başka tür kaynaklar da var, ancak dünyadaki depremlerin yaklaşık % 95'i bu nedenle oluşuyor.

DEPREMİ ÖNCEDEN KESTİRMEK

Depremin araştırılması için herşeyden önce bütün bu fiziksel sürecin çok yakından tanınması gerekiyor. Bir kayayı sıkıştırdığınızda, iki taraftan ittiğinizde ki kıtalar da bu tür sıkışma ve itilmelere maruz kalıyorlar, nasıl ve ne zaman açık vereceğini araştırmanız gerekiyor.

Yani, bir kayayı alacaksınız, laboratuvarda iki taraftan sıkıştıracaksınız ve belli bir basınca geldiğinde kırılacak. Bütün bunları çok iyi bilirseniz, gider bu kez aynı ölçümleri yeryüzünde tekrarlarsınız. O yeryüzü parçasının kritik gerilimlere ne zaman, hangi noktalarda ulaştığını belirlemeye çalışabilirsiniz. Bir deprem araştırmasının en basit tanımı budur.

Fakat, anlattığım bu sürecin incelenmesi çok zor bir iştir. Bir kayayı laboratuvarda ele aldığında bile onun ne zaman, nasıl kırılacağını belirlemek çok güçtür. Kayanın çeşitli özellikleri, yapısı, dokusu işin içine girer. Bu, günümüzde bile işe yarar bir şekilde çözülmüş bir problem değil. Kaldı ki, bir de laboratuvarı bırakıp doğanın ortasına çıktığınızda sağlıklı ölçümler almak daha da güçleşir. Anadolu gibi girift bir kıta yapısını düşünün, üzerinde her türlü kayaç ve jeometri karmaşığı var. Laboratuvarda o küçük ve basit model üzerinde çözmekte zorlandığınız süreci, doğanın gerçek karmaşasında ve kıta boyutunda anlayabilmek hemen hemen imkansız gibidir.

Bu noktaya neden geldim? Depremin önceden kolay kolay kestirilemeyeceğini anlatmak istedim. Bu bir itiraf değil. Yerbilimciler bunu uzun zamandır söylüyorlar. Ama nedense deprem araştırmalarının sadece ve sadece depremi önceden haber vermek için yapıldığı varsayılır. Bir depremi araştırıyorsanız, ne zaman ve nerede olacağını söylemenizi isterler. Yoksa neden araştırıyorsunuz gibisinden bir soru ile her an karşılaşabilirsiniz.

Günümüzde, bir depremin gelişini şu anlattığım şekliyle haber verebilmek çok zor. Ancak, diğer yan özelliklerini çok yakından tanıyabilirsek, onunla ilgili birtakım öngörülerde bulunabiliriz diye düşünüyoruz.

BURSA BATIYA, İSTANBUL DOĞUYA

Şimdi biraz da Türkiye üzerinde duralım. Türkiye'de deprem kamuoyunu çok ilgilendiren bir konu. Türkiye kıta hareketinden çok etkilenmekte bir ülke. Bir İskandinavya, bir Sibirya böyle değil, çünkü onlar çok önceden oluşmuş ve belli bir stabiliteye ulaşmış

kabuk parçaları. O kabuk parçaları civarında kıta hareketleri hemen hemen yok gibi. Bu yüzden de depremlere rastlanmıyor. Anadolu ise, Akdeniz kıtalarının birbirlerine bağıl olarak hareketlerinin en fazla olduğu bir bölgede bulunuyor.

Akla gelen ilk sorulardan biri, depremlerin neden örneğin Erzincan'da olduğu, buna karşın Ankara veya Konya'da rastlanmadığı. Bunun tabii ki bir nedeni var. Bugüne kadar toplanmış olan bilgiler değerlendirildiğinde bazı yörelerde deprem olasılığının daha yüksek olduğunu söylemek mümkün. Ancak bu da çok kesin bir sonuç değil. Anadolu bugün birkaç parçaya ayrılmış durumda. Bu parçaları birbirinden ayıran kırıklar var. Bunlardan en bilinenini ele alalım. Marmaradan başlayarak, İzmit Körfezi, Sapanca Gölü'nü geçen, Mudurnu vadisinden Abant'a, oradan Erzincan ve Bingöl'e uzanan ve hatta İran'a devam ettiği düşünülen büyük bir kırık var. Bunu bir kayanın ortadan ikiye bölünmesi gibi aklınızda canlandırabilirsiniz. Bu kırığın bir de adı var: Kuzey Anadolu Fayı. Bizler şu anda bu kırığın kuzeyinde bulunuyoruz. Bursalılar ise Marmara'nın güneyinde olduklarından kırığın karşı tarafındalar. Bu kırık sürekli hareket ediyor. Burada kıtaların yer değiştirmesinden kaynaklanan bir dinamik söz konusu. Güney taraf, yani Bursalılar Batıya gidiyor, biz İstanbullular ise doğuya doğru gidiyoruz. Bu hareket zaman zaman depremler şeklinde oluyor. Adapazarı, Bolu veya Erzincan depremleri bunun birer örneği. Benzer başka kırıklar da var, ama bence Kuzey Anadolu Fayı çok güzel bir örnek.

KITASAL YAMULMANIN ÖLÇÜMÜ

Bir kere, burada kıtasal ölçekli bir yamulmadan bahsediyoruz. Anadolunun kuzeyini İran'a güneyini Avrupa yönüne doğru iten kuvvetlerden söz etmiştik. Bu kuvvetlerin ne ölçüde ittiğini bilebilirsek ilginç birtakım sonuçlara varabiliriz. Örneğin, bu yerdeğiştirmenin yılda 2 cm olduğunu bilirsek, 20 senelik bir hareketsizlik sonunda 40 cm'lik bir birikim olduğu sonucuna varabiliriz. Yüz senelik bir sessizlik sonunda ise 2 m'lik kayma beklenmelidir. Bu birikimin belli bir süre sonra mutlaka boşalacağı kesindir. Benzer birtakım hesaplara giderek bir depremin olabilirliği veya büyüklüğü konusunda tahminler yürütmek mümkün. Ama herşeyden önce bu yamulmanın miktarını ölçebilmek lazım.

Burada iki tane temel ölçüm yöntemi var: Sismoloji ve jeodezi. Sismoloji depremlerden kaynaklanan titreşimleri inceleyen bi-

lim dalıdır. Büyük depremler kadar, insanlar tarafından hissedilmeyen küçük titreşimler de burada araştırma konusudur. Genelde büyük kırıklar civarında hergün çok ufak depremler olur. İstanbul'da hergün en az 20 ufak depreme rastlanabilir ve bizler bunları çok hassas aletlerle kaydedebiliriz. Bunlar ilerde olabilecek büyük depremlere bir miktar ışık tutabilir. Sismolojide hedef, bu depremlerin tam olarak nerede olduğunu, oluş mekanizmalarını, ne yönde, nasıl yırtılmalar meydana geldiğini ortaya çıkarabilmektir.

Sözünü ettiğim ikinci bilim dalı olan Jeodezi ise doğrudan doğruya uzunlukları hassas biçimde ölçmeye çalışır. Örneğin kuzey kısmın, güney oranla zaman içerisinde ne kadar kaydığını araştırır. Biz İstanbullular topyekün doğuya doğru gidiyoruz ve Bursalılar batıya. Hassas bir cetveliniz varsa, her sene bu şehirlerin sağlam bir referans noktasına olan uzaklıklarını (mesela Londra'ya) ölçerseniz, bu kaymanın miktarını bulabilirsiniz. Tabii burada biraz abartıyorum, ancak yaklaşımın ilkesi budur.

O.B.- Avrupalı olma şansımız yok, o halde!

M.A.- Biz İstanbullular doğuya doğru gidiyoruz. Kesin olarak söyleyebileceğimiz şey Afrika ile birleşeceğimiz! Biliyorsunuz Akdeniz de kaybolacak!

Bu ölçümler çok hassas olmak zorunda. Burada Londra-İstanbul gibi yüzlerce kilometrelik bir ölçekte, bir santimlik bir duyarlılıktan bahsediyoruz. Bana sorarsanız bu çılgın birşey, ancak bugün için yapılabiliyor. Özellikle uydu teknolojisi bu olanağı sağlıyor.

Kullanılan uydular herhangi bir uydu değil. ABD'nin askeri amaçlarla kurduğu Global Positionning System (GPS) adı verilen özel bir konum belirleme sistemi. Bulunduğunuz herhangi bir noktadan o uydulara uzaklığınızı ölçüyorsunuz. Uydular çeşitli açılarda bulunduğu için 3-4 tanesine olan uzaklık ölçülünce yeryüzündeki konumunuz kesin olarak saptanmış oluyor. Burada bütün mesele bu mesafelerin yüksek duyarlılıkla belirlenebilmesidir.

İZLEYİCİ.- Yıldızlarla olur mu?

M.A.- Yıldızlarla olması mümkün, ancak pratikte kolay değil. Dünyanın her noktasında yapılabilecek bir iş değil. Bir deprem araştırmasında kullanılacak cihazların ister istemez sağdan sola kolayca götürülebilir olması lazım. Sözünü ettiğim yöntemde siz uydulara göre konumunuzu belirliyorsunuz. Uyduların konumları ise son kertede yıldızlara göre belirleniyor.

Bugün katıldığım bir sempozyumda bir konuşma vardı. Bu yöntemin Türkiye'deki bir uygulaması tanıtıldı. Depremlerle ilgili birçok ipucu verebilecek bir proje.

Burası bir şikayet platformu gibi olduğuna göre, ben de bir yakınmada bulunabilirim. Malesef Harita Genel Komutanlığı bu tür projelerin yürütülmesinde güçlükler çıkarıyormuş. Bu çalışmaları yürüten İsviçreli meslektaşlar biraz şikayet ettiler. Öte yandan bugün alınmış herhangi bir ölçümün yarın için çok değer taşıyacağı kesin. Ne kadar önce ölçüm almaya başlayabilirsek depremler açısından o kadar fazla bilgimiz olacak. Yılların değil, günlerin bile kaybedilmemesi gerekir. Alman sonuçlar çok ilginç. Batı Anadolu'da bazı noktalar seçilmiş. İki senede bir Türkiye'ye geliyorlar ve o noktaların ne kadar yerdeğiştirdiğini ölçüyorlar. İstanbul civarında yılda yaklaşık 2 cm doğuya doğru hareket tespit etmişler. Bu ölçülerin, uzaydaki bir noktaya göre 4-5 mm mertebesinde bir duyarlılıkla yapıldığım düşünürseniz, çalışmanın ne kadar hassas yürütüldüğünü anlayabilirsiniz.

O.B.- Bundan sonraki konuşmaları sorularla açmak istiyoruz.

İZLEYİCİ.- Bu yapılan ölçüm modelleri veya tespitler, çıkış noktaları bir sabiteden mi oluyor. Mesela kıtaların başlangıçta tektonik olarak farzedilmeleri, ondan sonra çatlakların büyümeleri nedeniyle kabukların üstüste binmeleri veya çarpışmaları bir varsayım mı, yoksa üretilen modellerin iletişim araçlarının gelişmesiyle varsayılmanın doğruluk dereceleri incelenebilmiş midir?

M.A.- Kıtaların çarpışması, bilinen adıyla plaka tektoniği, aşağı yukarı 30 sene önce önerilmiş, sadece deprem değil birçok jeolojik mekanizmayı açıklayabilen bir modeldir. Bugün deprem veya başka bağlamda yapılan çeşitli gözlemler, Okyanus dibi araştırmaları, hepsi bu modeli doğrular niteliktedir. Örneğin, Celal Okyanus ortasındaki sırtlardan magma çıktığını söyledi. Bu plaka tektoniğinin önemli bir bileşeni. Günümüzde o derinliklere denizaltılar daldırılabiliyor ve gerçekten magmanın çıktığını gözlerimizle görebiliyoruz. Hatta geçenlerde televizyonda bununla ilgili bir belgesel izlemiştim. Plaka Tektoniği modelini doğrulayan çok fazla gözlem var. Ancak bütün bunların dışında, bilimin geneli için söylenilebilecek birşey de var. Bilim süreci, belli bir modelin önerilmesi, o modelin konvansiyonel olarak kabul edilmesi ve onun bir süre uygulanması, doğrulanması ile geçer. Doğrulanamayacak noktalar açıkça ortaya çıkar ve çoğalırsa, işte o zaman yeni bir model önerilmesi aşamasına gelinir.

İZLEYİCİ.- Magma ile deprem arasındaki ilgi nedir?

M.A.- Magma ile deprem arasındaki münasebet şu: Herşeyden önce yeryüzünün hareketi ve kabuğun yamulması, ki bu dep-

remlere neden oluyor, tamamen magma hareketlerinden kaynaklanıyor. Yerin içerisinde bir ısı var...

İZLEYİCİ.- Ne şekilde tesis etmiş magma?

M.A.- Bu aslında dünyanın nasıl oluştuğu ile ilgili bir konu. Dünyanın ilk oluştuğu dönemlerde yeryüzü, yani kabuk farklı bir görünümdeydi. Bunlar pek bilinen konular değil, ancak bazı modeller var. Yine bugüne benzer bir plaka tektoniğinin varolduğu varsayılıyor. Plaka hareketleri çok daha hızlıymış, oluşan parçalar hem daha ufak, hem de kararlı değilmiş. Daha sonra kabuğun soğuması, ısıyı dışarı verememesi ise dünyanın büyüklüğü ile ilgili bir konu.

bilim nereye koşuyor?

18 Mayıs 1993

YÖNETİCİ: BEYAZIT ÇIRAKOĞLU

KONUŞMACILAR: NÜZHET DALFES, CELAL ŞENGÖR

Beyazıt Çırakoğlu- Efendim hepiniz hoşgeldiniz, bugün Salı Toplantılarında bilim serisinde son toplantıyı gerçekleştiriyoruz. Daha önce katılan konuklarımız olduysa her zaman benim yerimde Orhan Bursalı'yı görmüşlerdir. Bugün kendisi bir yurtdışı seyahati nedeniyle bulunamamakta. Ve bu güç görev bana düştü. Fakat iki güvencem var, sağ tarafımda Sayın Doç. Dr. Nüzhet Dalfes, sol tarafımda Saym Prof. Dr. Celal Şengör, iki yerbilimci. Yerbiliminin dışında da bilimin felsefesi üzerine ve diğer konularda her zaman çok değerli yazılarını basından izliyoruz, böyle konuşmalarda da kendilerini izleme fırsatı buluyoruz.

Saym Celal Şengör ve Saym Nüzhet Dalfes İstanbul Teknik Üniversitesinden iki arkadaşımız, ben de Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesindenim, aym zamanda Tübitak'ta çalışıyorum ve bugünkü konumuz bundan önceki Salı Toplantılarında gördüğümüz çeşitli konulardan sonra tüm bu toplantıları özetleyen biraz da kışkırtıcı bir başlık taşıyor: "Bilim Nereye Koşuyor"

Şimdi yirminci yüzyıla baktığımızda bütün yeryüzü bilgi birikiminin ikiye katlandığı bir yüzyıl olduğunu görüyoruz. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında bilimsel araştırmalarda bir patlama ile karşı karşıyayız. 1940'larda doğmuş kişilerin yirminci yüzyılın ikinci yarısında nelere tanık olduğunu şöyle bir gözden geçirecek olduğumuzda hakikaten çok şaşırtıcı şeylerle karşılaşıyoruz. Nükleer teknolojinin gelişmesinden tutun, uzaya yolculuğa kadar, antibiyotiklerin geliştirilmesinden tutun transistörlere kadar, yarı iletkenlere, giderek bilgisayar teknolojisine kadar üstün nitelikli seramiklere kadar ve bunun içine biyoteknolojiyi de katmamız lazım. Çok değişik ve bugün artık çağa damgasını vurmuş gelişmelerin canlı tanıkları bu yıllarda doğmuş kişiler.

Bilim özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında nefes nefese koşmaya başlamış durumda, ama acaba nereye gidiyor, bugün biz bunu biraz irdelemeye çalışacağız ve ilk olarak ve bilim aslında nereye gidiyor, bilimin geleceği ne, bu konuda ben ilk önce Sayın Şengör'den görüşlerini rica edeceğim.

Celal Şengör- Bilimin nereye koştuğunu tartışabilmek için, bilimin ne olduğu konusunda anlaşmak lâzım. Onun için ben bir tanım vermekle başlayayım diye düşündüm. "Bilim ifâdeleri gözlemle çürütülebilecek faaliyetlerin tamamıdır" yani siz diyeceksiniz ki "Efendim bu beyazdır" birisi sizin o beyaz dediğiniz nesneye bakacak görecektir ki o beyaz değildir size gelip diyecektir ki "Bak kardeşim bu beyaz değil siyahtır" dolayısıyla bu fevkalâde ehemmiyetli kriteri önden koymamız lazım, çünkü bilim bu karakteriyle sanattan, litaretürden, bazı sosyal uğraşılardan tamamen ayrılmaktadır; insan zekasının ürettiği bunun dışında pek çok faaliyet mesela inanç sistemleri vardır ki bunlardan da ayrılmaktadır. Bilim kendi kendini sürekli denetleyebilen ve bu denetimini insan zekâsı bazında yapabilen tek insan faaliyetidir.

Bilimin amacı nedir? İfâdeleri gözlemle çürütülebilecek uğraştır bilim diyoruz. Peki, bunun amacı nedir?

BİLİMİN AMACI

Bilimin genelde amacı içinde yaşadığımız evrenin gerçek bir tasvirini vermektir, bütün bilim dalları içinde yaşadığımız, bizi de ihtiva eden evrenin gerçek bir tasvirini vermek çabasındadırlar.

Bilimsel metod: Peki bu gerçek tasviri bilim nasıl verir hangi metodolojiden istifade ederek verir? Bilimin bütün dallarına has tek bir metodu vardır; o da aklın uydurduğu hipotezleri gözlemle denetlemektir. Siz bir A hâdisesiyle karşı karşıyasınızdır, bu A hâdisesine bir açıklama getirmek istemektesiniz. Bu A hâdisesinin tüm etkilerini bir anda çok nadir hallerde gözleyebilirsiniz, genellikle gözleyemediğiniz tarafları vardır. Siz kafamzda bu A hâdisesini gözleyebildiğiniz ve gözleyemediğinizi sandığınız taraflarını bir araya koyarsanız ve dersiniz ki bu şöyle bir olaydır. Bu yaptığınız bir uydurmadır; bir hipotez, bir varsayımdır. Bilimdeki bütün teorilerin statüsü varsayımdır. Siz bunu ortaya attığınız an hem sizin hem de meslektaşlarınızın bir vazifesi oluşmaktadır ki o da şu soruyu hemen sormaktır. Bu dediğiniz niçin doğru olmayabilir? Yeni gözlemler yapılır, bunlar neticesinde sizin dediklerinizin bazıları veya hepsi naksedilir neyin doğru olmadığını bulmuş olursunuz bir adım daha ileri gitmişsiniz demektir.

Bunu yapabilmek için size ne lazım? Tek bir şey, akıl lâzımdır, aklî düşünebilme yeteneği lazımdır. Sizin dışınızda size bu konuda yardımcı olabilecek hiçbir şey yoktur. Sadece aklınız size yardım

eder. Akılla gidebildiğiniz takdirde bu hipotez uydurma dediğimiz faaliyetin bir parçası olabilirsiniz.

Bunu anlayabilmek için, bilimin şu anda nereye koştuğunu anlayabilmek için, aklın tarihine bakmamız lazım. İki etapa ayırmak kabil aklın tarihini.

İnsanlığın başına bakıyorsunuz, mağara döneminden beri insan çevresiyle ilgili, çevresi hakkında fikir yürütmüş ama biz bunların hepsine bilim demiyoruz. Çevresi hakkında fikir yürüten insanların hepsi de düşünme kabiliyetine sahip insanlar; âlet yapıyorlar falan. Fakat bu insanlar düşündüklerini düşünmeyi keşfetmemiş insanlar. Dolayısıyla ilk toplumlara baktığınız zaman çok ciddi düşünce sistemleri karşınıza çıkıyor bunların çok büyük çoğunluğu dinler altında organize edilmiştir. Bu dinler altında organize edilen düşünce sistemlerine baktığınız zaman, insanın kendi varsayımlarına vahiy, şaman sözü vb. gibi kendi dışında kaynak aradığını görürsünüz.

İkinci etap ki, ülkemizin toprakları içinde atılmış bir adımdır; onu da iftiharla söyleyeyim düşünebildiğini düşünen insanın gelişmesidir. İlk defa milâttan önce altıncı yüzyılda insanoğlu İyonyada hayâtî birşey keşfediyor, diyor ki ben düşünüyorum, ben birşey doğru mudur değil midir, bu karara tek başına varmak yetkisine sahibim diyor. Bu adım çok büyük bir adımdır. Ben bu iki insan türünü iki değişik şekilde tanımlamayı teklif ediyorum: Bir biyolojik insan var Beyazıt Bey'in üzerinde uğraştığı Homo sapiens sapiens dediğimiz insanlar, bugün sizin beyniniz ne kapasite de ise mağarada yaşayan adamın da beyin kapasitesi aynı, bilebildiğimiz hiçbir fark yok.

Fakat bazı insanlarda olan bir kabiliyet var ki mağara insanında henüz gelişmemiş. Ben bizim düşündüğünü düşünebilme yeteneğine ulaşmış olan kesimimize Homo sapiens Logitatus demek istiyorum, yani düşünebilen akıllı insan. Bu Homo sapiens Logitatus insan medeniyetlerini yaratmış olan türdür.

Bir başka tanım daha yapayım: Uygarlık nedir, kültür nedir? Bunları birbirinden ayırmak lazım. Kültür bir canlı grubunun geliştirdiği ve nesilden nesile geçerek saklanan, beyinsel ürünlerin tamamıdır. Bunun içinde bâtıl inançlar da vardır, evlenme adetleri de vardır, üzerinize giydiğiniz kıyafetler de vardır yaptığınız bilim de vardır. Fakat uygarlık dediğimiz zaman bu, aklî eleştiri ile sürekli gelişebilen sistemleri kurmuş olan toplumların yarattığı bir birikimdir. Bu birikimler arasında zamanda süreklilik arzeden tek bir tane vardır: Batı Anadolu'da, İyonya'da başlayıp bugün bizim "batı

toplumu" dediğimiz toplumda mevcut olan uygarlık. Yani kavga etmeden birbirleriyle tamamen ayrı fikirde olup o ayrı fikirleri kullanmak suretiyle ortak bir yerlere varabilen insanlardır, bunlar uygarlığı yaratmışlardır. Dolayısıyla her uygarlık bir kültürün parçasıdır ancak her kültür uygarlık içermez bunu unutmamak lâzım.

Çağımızın bir hastalığı var. Ben onun özellikle üzerinde durmak istiyorum. Bu hastalık akıl düşmanlığıdır ve bu akıl düşmanlığının özellikle batı kültürü içerisinde yaşayan insanlar arasında kökeni "sosyal bilim" dediğimiz veya san'at ve felsefe gibi bu branştan gelenler arasındadır. Doğa bilimcileri arasında akil düşmanlarına pek rastlamıyoruz. Akil düşmanlığının temelleri de cehalet ve düşünce tembelliğidir. Akil düşmanlığının tarihine bakarsanız, bunu ilk defa çiftçi toplumlarda geliştiğini görüyoruz. Ben "çiftçi toplumu" derken tabii ki bugünkü çiftçilerden bahsetmiyorum. Mezopotamyadaki çiftçi toplumlarından bahsediyorum. Tarım öyle bir uğraş ki sizin yenilik yapmanızı büyük ölçüde engelliyor, çünkü tarımda yenilik yapmaya kalkarsanız aç kalma ihtimaliniz çok. Eğer avcıysanız yenilik yapmanız sizin hayatınızı uzatabilir ama çiftçiyseniz örneğin ekim tarihinde yenilik yapmağa kalkmanız bir denerseniz bir şehri açlıktan öldürmenize neden olabilir. Dolayısıyla çiftçi toplumlar bütün yaptıkları işi kitaba geçirip herkese mutlak surette o kitaba uymasını söyleyen toplumlar geliştirmiştir. Zaten dikkat ederseniz Monoteist dinlerin gelişmesi de ilk defa çiftçi toplumlarda başlamıştır. Avcı toplumlarda yoktur kültür kitaplı monoteist dinler.

AKIL DÜŞMANLIĞI VAR

Bugün akil düşmanlığı mevcuttur ve bu akıl düşmanlığıda bilim düşmanlığı yaratmaktadır. Bu nereden kaynaklanıyor? Özellikle 18. asırdan bu yana ve biraz önce Beyazıt Bey'in dediği 20. yy'ın ikinci yarısından sonra bilimde o kadar muazzam bir gelişme oldu ki halk ile bilim arasında bir kopukluk meydana geldi. Bugün, sokaktaki insan bilimin neler yaptığını anlayamıyor çünkü tahsili müsait değil. Bilimin bir kere dilini anlamıyor, anlamadığı zaman otomatikman bu onda korku yaratıyor. Yalnız bilginler arasında da akıl düşmanlığı var, asıl bu çelişkili durum nereden kaynaklanıyor, bu bence en önemli soru. Benim görebildiğim kadarıyla bu da şuradan kaynaklanıyor; Bilimin insan yaşamına sınırsız müdahale gücü var. Bir de bilimin buna ters olarak insan yaşamına doğadan getirdiği sınırlar var. Kendisi sınırsız müdahele gücüne sahip, fakat in-

sana diyor ki sen sınırlısın, doğayla sınırlısın. Bilimin getirdiği bu sınır serbest düşünceye sınır çeker mi, çekmez mi? Bu yüzyılımızın en büyük korkularından biridir ve özellikle doğa bilimleri ile doğrudan uğraşmayan felsefeciler arasında yaygındır. Bilim bizi ne kadar sınırlayacaktır? Bu korku çok önemli bir sıkıntı yaratmaktadır ki bilimin isikbalini önemli olarak etkileyecek toplumsal korkulardan bir tanesidir bu.

Bilimsel sınırlamalar karşısında kişisel hürriyet sorunu nasıl çözülecektir? Bence bunun cevabı gayet basit. Kişi ve kişi grupları akıllarını kullanarak tabiatın kendilerine getirdiği sınırlamalarla mücadele edecektir. Bu mücadeleyi kaybettiğiniz takdirde sınır mücadeleyi kaybettiğiniz noktada duracaktır. Mücadeleyi kazanırsanız sınırınızı, biraz daha ileri itmiş olacaksınız. Ama bu sınırların bugünkü bilgilerimiz dahilinde mevcut olduğunu da farketmeniz lazım. Bu sınırları görmezlikten gelmek, bu sınırlar yokmuş gibi kendinizi serbest hissetmek, kişinin ve toplumun felâkete atılmasını intaç eder. Ben bir defa Cumhuriyet Bilim Teknik'te yazmıştım, eğer ne kadar serbest olduğunuzun sınırlarını tartmak istiyorsanız buyrun İstanbul'un gökdelenlerinden birini seçin, bir atın kendinizi bakalım ne oluyor? Orada doğanın size çizdiği sınır, belli bir formül dahilinde kısa bir sürede ortadan kalkmanıza sebep olacaktır!

Bu sınırların itilmesi mücadelesinde akıl bilgiyle ne kadar iyi desteklenirse o kadar başarılı olacaktır bu akıl ve bilgiyi ustaca kullanan bireylerin içinde yaşadığı toplumlar. Bilginiz ne kadar genişlerse akıl o derece destekleneceği için o kadar efektif biçimde doğa ile mücadele etme imkânımız olacaktır.

HALK EĞİTİLMELİ

Örneğin bugünkü tıbbın gelişmesine baktığımız zaman zaten bunun çok büyük bir şekilde uygar toplumlar tarafından geliştirildiği görülmektedir. Dünyada uygar toplumlar ve bir de henüz uygar olmayan toplumlar var dedik. Uygar olmayan toplumlar ne yazık ki büyük çoğunlukta dünyada bugün. Bilgi iletişim ağı yalnız uygar toplumlarda iyi çalışmaktadır. Uygarlık dışında kalan toplumlar için yeni bir terim var, Robert B. Edgerton adlı Amerikalı bir sosyoloğun ortaya attığı "hasta toplumlar." Bunlar bu iletişim ağından yararlanamadıkları için hızla geri kalmaktadırlar. Bunlarda bugün görülen nüfus patlamaları dünya için en ciddi tehlikeyi teşkil etmektedir. Ancak şu unutulmamalıdır ki uygar toplumlar içersindeki akıl düşmanları da bu uygar toplumların kısa bir süre-

de hasta topluma dönüşmelerini mümkün kılabilecek etkiye sahiptirler bugün; özellikle Amerika ve Avrupa'da.

Peki, bu akıl düşmanlığı ile mücadele etmek için ne yapmalıdır? Ciddî ve akılcı, yaygın bir eğitim lazım bize. Halk çok ciddi bir şekilde bilimsel bir eğitime tâbi tutulmadığı takdirde Avrupa Uygarlığının dahi akıl düşmanı unsurların eline geçmesi güçlü bir olasılıktır, bunu unutmamak lazım.

Bugünkü teknoloji ile siz akıl düşmanı hasta bir toplumu biraraya getirirseniz bu gezegenin dahî tamamen ortadan kalkmasına imkan verecek bir trajedinin sergilenmesi olanak dahilidir. Yani, siz mevcut teknolojiyi düşünmesini bilmeyen bir adamın eline verirseniz hepimiz için felaket olabilir. Çok ciddî bir şekilde bunu düşünmemiz lazım.

Beklenen minumum eğitim düzeyi nedir? 21. yüzyılda ev işinden başka hiçbir işle uğraşmayacak her anne adayının en az bir doğa bilimi lisansına sahip olması lazımdır. Çünkü eğer bir doğa bilimi lisansına sahip değilseniz 21. yüzyılda mutfağınızda kullanacağınız aleti anlamayacaksınız, çocuğunuza vereceğiniz vitamini, gıdaları bilemeyeceksiniz. Çocuğunuzun kullanacağı oyuncakları dahi anlamayacaksınız. Bunun sonu tabiî ki felakettir.

B.Ç.- Çok teşekkürler 2. turda tekrar devam edeceğiz. Sayın Şengörün konuşmasında ilk önce bilimin ne olduğu, bilimin sınırları üzerine fikirler dinledik. Evet bilim bir taraflara gidiyor, ama sınırı nerede? Bazı biyoteknologlara veya genteknologlarına bakarsanız ki bunların arasında BERG en önemlilerinden biridir, biyoteknolojinin gen teknolojisinin sınırı gökyüzüdür diye çok iddialı bir laf ediyor. Ama görüyoruz ki bir takım toplumsal kurallarla, birtakım sosyolojik etkenlerle bu bilimin de belli sınırları olacaktır.

Burada sözü başka bir tarafa çevirmek istiyorum acaba bu nefes nefese gelişen bilim insanlığa ne getiriyor ne götürüyor, bireye ne getiriyor ne götürüyor, bu konuda da Sayın Dalfes'ten bazı yorumlar dinlemek istiyoruz.

Nüzhet Dalfes- Aslında Celal Bey bir çerçeve çizdi, bu çerçevenin içinde kalabiliriz veya bu çerçeveyi genişletebiliriz. Ben özellikle Beyazıt'ın bana yönelttiği soruya gelmeden önce aslında biraz Celal'in değindiği noktaları açmak istiyorum.

BİLİM KORKUSU VAR MI?

Şimdi bu bilim düşmanlığı denen şey var batı dünyasında. Yalnız biraz da bunun kökenine bakmak lazım, yani ben biraz da

Celal'in antitezi olarak bulunmak istiyorum aranızda. Bilim korkusunu anlamak da mümkün, ama anlamak buna yenilmek anlamında değil. 1940'lı yıllarda atom çağı sonrası bilimle uğraşan bilim adamlarının kendilerinde de bir özeleştiri başladı. Bu özeleştirinin en güzel örneği zannedersem 40 bin defa televizyonlarda çeşitli programlarda Robert Oppenheimer'ın hayat hikayesini de gördüğünüz. Atom bombasını yapanlardan biri. Bu sözü edilen bilim düşmanlığı bilim düşmanlığı değil aslında, bilim korkusu. Birtakım insanlar sistematik olarak bir bilim düşmanlığı veya akılsal düşünme yöntemine karşı çıkmak gibi birtakım şeyler örgütlüyor olabilirler, fakat ben ortalama, bilimden yararlanan bilimin getirdiği teknolojiden yararlanan batı dünyası insanı için bilim düşmanlığından çok bilim korkusu terimini tercih ediyorum bir yerde. Çünkü bu insanlar atom çağını yaşadılar, nükleer bombayı yaşadılar, bunun getirdiği korku düzenini yaşadılar. Bu korku düzenin belki süper güçlerin ikiden bire düşmesiyle bir miktar azaldı gibi görünse de hala "laboratuvarlarda pişen şeyler bizim hayatımızı nasıl etkileyecek" diye soru soruyorlar ve o laboratuvarlarda ne dönüp bittiği konusunda bilgi eksikliğinden ya da bilgiye ulaşımdaki, bilginin patlamasındaki karmaşıklığın o hızın getirdiği zorluktan dolayı rahatsızlar. İnsanlar bilim adamları ne yapıyorlar ne ediyorlar, nelere muktedirler nelere değiller, bu konuda bir sürü sorular uyanmış durumda kafalarında ve sorular uyandığı zaman ve gelecek hakkında beklentilerinin ne olduğu konusunda hiç değilse kaba bir çerçeve çizemedikleri zaman, bu bir korkuya dönüşüyor.

İkinci bir konu: Bu sözünü ettiğimiz durum bilim adamını özel bir konuma getiriyor ve bilim adamından beklentiler meselesi ortaya çıkıyor. Bundan önceki toplantıda (Canlılar Yok Oluşa mı Programlı) bilimde insanların ilişkisine, bilim olayına, bilimin neden yapıldığı konusuna bir üçleme getirilmişti bir üçgen kurmaya çalışmıştı Mustafa Aktar, orada diyordu ki "korku, ekonomik kazanç, merak" üçgeni. Burada merak öğesini devamlı olarak etrafta olduğunu söyleyeyim (Homo sapiens dediğimiz zaman" bilge insan anlamına geldiğini söyleyeyim) ne kadar bilgedir türümüz o ayrı bir hikaye, ama bu korku ve ekonomik kazanç meselesi devamlı olarak gündemde. insanlar bilimadamlarına, bilime yatırdıkları her kuruşun onlara çabuk bir kazançsağlamasını istiyorlar, öyle faydacı bir yaklaşım içinde olan bir sürü insan var, çağın politikacı veya işadamı, bilime o şekilde bakıyor. Diğer taraftan toplumların başka ilgilendikleri sorunlar var, kişisel düzeyde hastalık olayı var. Gezegen düzeyinde bizim yaptığımızın ettiğimizin bu gezegenimizin

canına okuma tehlikesi var, bu tehlike devamlı olarak gündemde, ozon tabakası, değişen iklim vs. var. Şimdi bu durum karşısında toplum veya birey bilim adamlarından cevaplar istiyor, hatta cevabın ötesinde kehanetler istiyor ve bir şeyler yapmalarını istiyor. Bunların nasıl yapılacağı, nelerin yapılabileceği konusunda da fazla bir bilgisi yok, bu bilgi patlamasının içersinde.

Burada bilimin tarifine girerken Celal'in söylediği bir şey vardı, ona konuşmanın sonlarına doğru gireriz diye söylemiştik. Bu sosyal bilim-doğa bilimi ikilemi. İnsanın kendisini, kendini örgütlendiren konularda yani sosyal olaylarla ilgili olarak yapmaya çalıştığı, sürdürmeye çalıştığı anlama süreci ve insanın kendisi dışında doğal süreçlerle anlamaya çalıştığı, anlamak için yaptığı girişimler. Bana göre bu ikilem yapay bir ikilem aslında bu. Ve bu ikilemi aşılması gereken bir şey olarak görüyorum, aşılması ve bir takım yeni sentezlere varılması gereken sentezlerin belki de en ilginçlerine gebe olan bir ikilem olarak görüyorum. Sonuçta: bilimsiz yapamıyoruz, bilimle de yapamıyoruz! Buradaki oradaki problem çözmek için bilim adamım aşan şeyler var, kabul etmek lazım.

Ben özellikle şu meseleye getirmek istiyorum: Çoğu zaman bilim adamlarından cevap veremeyecekleri sorulara cevap vermeleri isteniyor ve onlara sadece bilimsel kriterlere dayanmayan, birtakım konularda kararları vermeleri isteniyor.

Ben gezegenin büyük ölçekteki çevre sorunlarında uzmanlaşmış bir kişiyim. Bu alanda verilmesi gereken kararlar var, öncelikler var, ve bilim ancak burada bir çerçeve çizebiliyor, sınırlar koyabiliyor, ne yapılabilir, ne yapılmaz diye, fakat son kararlar bir yerde ahlâk denilen başka bir elemanın devreye girmesini gerektiriyor.

B.Ç.- Bir yerde şöyle bağlayabilir miyiz veya özetleyebilir miyiz? Bilim bir taraftan toplumların kaygılarını, korkularını ortadan kaldırmaya yönelik, ekonomik refah getiren bir etkinlik olmasına rağmen öbür taraftan da endişeli bir toplum yaratıyor. Geleceğinden kuşku duyan bilimin yüzünden çok da kendini rahat hissetmeyen bir toplum meydana getiriyor. Bunu kişi temeline de indirmek mümkün. Ben bir örnek vererek devam etmek istiyorum. Şu anda dünyada, (biliyorsunuz daha önceki konuşmalarımızda da değinmiştik), gen teknolojisi dev adımlarla ilerliyor, bugün artık insanların genetik haritasını çıkarmak mümkün, bu yapılıyor. Yani insanların DNA'sını inceleyerek onun haritasını çıkartarak o kişilerin ilerde etkilenecekleri veya sahip oldukları hastalıklara kadar veya fenotip olarak, gözle görünür şekilde ortaya çıkmayan ama gizli

olan defektlerini saptamak mümkün. İşte bunun toplumlara ve bireylere getirdiği büyük tedirginlik ve huzursuzluk var. A.B.D.'de bu teknik geliştirildiği zaman ilk önce sigorta şirketleri bunun üzerine atladılar, çünkü kişileri sigortalamadan önce genetik haritalarını istemeye kalktılar. Böylece ona göre sigortaya bağlayıp bağlamamaya karar verdiler. Öbür taraftan iş adamları işe alacakları kişilerin genetik haritalarını incelemeyi önerdiler ona göre işe yarar kişileri almak için.

Bu tabii toplumda çok büyük huzursuzluk yarattı ve birtakım çalışmalarla bu işin tamamen kişiye has, kişinin mahrem bir olay olduğu ve başkasına bildirilmemesi gerektiği gibi bir kural çıktı. Ama bir günde alınmadı tabii bu kural, uzun süren huzursuzluklar sonucu ortaya çıktı. Demek ki her adım aynı zamanda birtakım sorunlar da getiriyor. Biz içinde yaşıyoruz, işte bir takım nükleer santraller veya başka nedenlerle topluma mal olan huzursuzlukları hepimiz yaşıyoruz.

Sayın Nüzhet Dalfes'in demin aktardığı bilim-sosyal bilim karşılaştırmasını bir de Sayın Şengör'den dinleyelim bu konuda ne düşünüyor?

C.Ş.- Dikkat ederseniz demin sosyal bilim derken bunu tırnak içine koydum. Çünkü bunların bugünkü faaliyetlerine ve geçmişte yaptıklarına baktığımız takdirde tarih, arkeoloji gibi birkaç tanesi hariç hiçbirisinin bilim hüviyetine bürünemediklerini görüyoruz. Dikkat ederseniz sosyal bilimleri ve onlara paralel olarak edebiyatı, sanatı etkileyen büyük dalgalanmalar hiçbir zaman doğa bilimlerini etkilememiştir.

ORTAK BİR BAZ GEREK

Ben bir örnek vereyim: Bugün "postmodernizm" denilen akimlar vardır ki bunların çoğu literatürde ve san'atta başlamış, hızla "sosyal bilimlere" sıçramış, felsefede de büyük etki yapmışlardır. San'at "sosyal bilim" ve edebiyatla ilgilenmeyen bir doğabilimciye sorduğumuz zaman bunlardan haberi bile yoktur adamın, duymamıştır bile bunları. Duymamış olmakta, ilgilenmemiş olmakta yerden göğe haklıdır, çünkü bunlar temcit pilavı gibi aym şeyleri söyleyen, 18. yüzyıldan itibaren teşkilâtlanmış olan bazı sosyal uğraşılar içinde ping-pong topu gibi bir oraya bir buraya gidip gelen fikirlerdir. Bunun nedeni şudur: Bizim bugün "sosyal bilim" dediğimiz uğraşılar içinde gözleme ve gözlemle denetime di-

rek dayanmayan veya dayanan kısımları çıkarttığınız takdirde ortada ortak karar verebileceğiniz bir baz kalmamaktadır ki bu ortak karar bazı, bizim bilimde objektivite dediğimiz nesneyi yaratır. Bu objektivitenin olmadığı yerde hiçbir şekilde bilim yapmak mümkün değildir. Bunu da ilk farkeden yine bizim memleketlimiz Efes'li Heraklitos'tur ki onun "genel" adını verdiği işte bu objektivitedir. Heraklitos diyor ki bizim nesneler ve hadiseler hakkında verdiğimiz kararlar tamamen bakış açımıza bağlıdır, ama bizim dışımızda reel bir dünya vardır. Bu dünya hakkında bizim fikir üretebilmemiz için, değişik açılardan bir nesneye bakan kişilerin aynı nesneye baktıkları zaman ortak bir noktada buluşmaları lazım. İşte bu ortak noktanın bulunabildiği yerde bilim olur diyor Heraklitos. Bu ortak noktanın olmadığı yerde de bilim olmaz. Dönüyorsunuz postmodernizme bakıyorsunuz "relativizm" diye bir şey çıkıyor karşınıza. Relativizm der ki "gerçek şahsa göre değişir"

Gerçek var mıdır yok mudur, bizim dışımızda bir dünya var mıdır yok mudur, kendi kendinize karar verip bunu ispat etmeniz mümkün değildir. Buna bir karar vermeniz gerekiyor, siz rüyada mı yaşıyorsunuz yoksa gerçek bir dünya da mı yaşıyorsunuz, rüyada yaşadığını zannedip kendini pencereden atan bir adam, herhalde keşfedecektir ne olduğunu ama biz öğrenemeyeceğiz onun ne keşfettiğini.

Dolayısıyla burada akılcı bir karar gerekmektedir. Eğer faydalı bir şey yapmak istiyorsanız, kendinizden önce olanlara bakıyorsunuz, etrafınızdakilere bakıyorsunuz, akılcı davranış, bizim dışımızda gerçek bir karar dünyanın olduğunu farzetmektir. Bu farzı yaptığınız andan itibaren eğer o Heraklitos'un "genel" dediği nesnede buluşamıyorsanız, gerçek dünyada yaşadığınız halde o dünya ile hiçbir bağlantınız yok demektir. Benim görebildiğim kadarıyla "sosyal bilimler" dediğimiz uğraşıların bugün ve bundan önce çok büyük sıkıntısını çektikleri şey, doğa bilimlerinin objektivitesine varamamış olmalarıdır. Buna varamamış olmalarının tek nedeni de gerçek dünya ile temaslarını sağlayan o gözlem ve gözlemle denetleme dediğimiz yöntemden yoksun olmalarıdır. Aklın olmadığı yerde gözlemle muhayyile arasında, köprü kurabilecek insanların tamamına ortak bir komünikasyon sistemi kalmaz. Bu Efes'li Heraklitos'un genel diye nitelendirdiği bizim objektivitemizdir.

Bu objektiviteyi ortadan kaldırdığınız zaman bilim olmayacağı için, benim görebildiğim kadarıyla henüz tarih gibi, arkeoloji gibi sözlerini gözlemle denetleyebilen uğraşlar dışındaki "sosyal uğraşlara" bilim denmesi mümkün değildir. Ama Nüzhet'in dediğine ka-

tılıyorum bunlar bilim olmalıdır, uğraştıkları konular bizi yakından ilgilendiriyor.

N.D.- Buna biraz teğet geçerek bir şeyler söyleyeceğim.

İZLEYİCİ- Albert Einstein rölativizm insana göre değişir diyor. Fiziğin en büyüğü bunu böyle derken siz rölativizmi kötülemektesiniz!

N.D.- Rölativizmden onu kastetmiyoruz beyefendi, o kastedilmiyor.

C.Ş.- Hayır, relativizm Einstein'in kurduğu bir şey değildir onu altını çizeyim, Einstein'ın relativitesi tamamen başka birşeydir.

N.D.- Özel rölativite ve genel rölativite kuramları fiziğin genel kuramlarıdır, ama rölativite dediğimiz zaman orada başka bir şey kastediyoruz.

İki rölativite kuramına da inancımız bütün! İnanmak değil aslında kendileri gözlemlerle oldukça sağlam duran hipotezler olarak etrafta var ikisi de.

SOSYAL SİSTEMLERİN KARMAŞIKLIĞI

Şöyle bir şey var: Fizikten, klasik olarak size öğretilen fizikten İstanbul Borsa'sının davranışına kadar bakarsınız, bu sistemlerin giderek daha karmaşıklaşan sistemler olduğunu görürsünüz. Neden birtakım insanların hükümeti ele geçirmeyi başardıklarına, nasıl insanların toplumu etkilemeyi başardıklarına, bazı liderlerin nasıl karizması olduğuna eğilirseniz sistemler karmaşıklaşıyor. Ve bugün doğa bilimlerine baktığınız zaman doğal bilimlerinin hepsi de aynı yerde değiller, bunu vurgulamak lazım. Yani açıklama getirmek açısından fiziğin açıklama şekliyle biyolojinin açıklama şekli belki aynı temel bilimsel yöntemi uyguluyorlar ama getirilen açıklamalar getirilen açıklamaların tipi ve bunun nasıl dille ifade edildiği büyük değişiklik gösteriyor. Basit mekanikten biyolojiye gidinceye kadar, aynı şekilde ben bu sosyal bilim doğa bilimi ayrımını da bu spektrumun içinde bir yerde görüyorum. Aslında orada gözlemcinin konu olmasından dolayı gelen bir zorluk var, insan bilimlerinde ve sosyal bilimlerde, ama bu bir karmaşıklık zincirinin içersinde bir geçiş noktası, sadece ikisinin arasındaki ayrım.

Son yıllarda birtakım çalışmalar var ufukta. Karmaşık sistemlerde yani çok sayıda parçadan oluşan, kendi aralarında girift etkileşmelerin olduğu bir sistemde açıklamak, tahmin etmek, öngörülerde bulunmak, bu sistemlerin geçmişleriyle araştırmalarda bulunmak oldukça zor bir iş. Bugün artık fizik karmaşık sistemlerin

dinamiğiyle ilgilenmeye başlıyor. Bu ilgiyi aym zamanda karmaşık sistemlerle zaten yaşamın tabiatı olarak ilgilenen diğer bilimlerle de paylaşmaya çalışıyor.

Bir örnek vereyim. Amerika'da New Mexico eyaletinde Santa Fe şehrinde bir enstitü var: Santa Fe Enstitü diye. Burada bir taraftan bulutun oluşmasıyla veya bulutun yapısıyla ilgilenenler var, ekonomik sistemlerle, bir şirket nasıl piyasa mekanizması içinde doğru yolu bulabilir ve kendisini nasıl organize eder bununla ilgilenenler var, insan beyni nasıl öğreniyor, bu nöronlardan oluşan sistem öğrenme sürecini nasıl yaşıyor? Bununla ilgilenenler var. Aym şekilde arkeolojinin verdiği sonuçlara göre geçmişteki toplumların birtakım doğal felaketler karşısında nasıl cevap verdikleriyle ilgilenen insanlar var. Bunların hepsi aym enstitü içinde fakat ortak bir dili kullanmaya çalışıyorlar yanyana çalışıyorlar bu karmaşık sistemlerle ilgili, nonlineer sistemlerle ilgili, kaotik davranış gösteren sistemlerle ilgili bilgi birikimi oluşuyor. Ortaya çıkmaya başlayan yeni birtakım modelleri, modaları kullanarak ama beraberce, bir arada çalışarak, birbirleriyle beraber öğle yemeği yiyerek arada sırada meseleleri tartışarak çalışıyorlar. Bu yeni çıkan düşünceler belki de bu karmaşıklık spektrumunu bir araya getirecek, birleştirecek gibi geliyor bana, orada bir ümit var; tabii ki şunu da vurgulayayım aslında, bilim adamının yapısı da aym zamanda değişiyor. 16. yüzyılda 17. yüzyılda belki genelci bir bilim adamı vardı, Rönesans adamı dedikleri. Bir Leonardo Vinci'yi düşünün mesela. 20. yüzyılın başlarında karşımıza giderek uzmanlaşan bir bilim adamı tipi çıkmaya başlıyor, ve bilim disiplinleri birbirlerinin dillerinden anlamaz hale geliyorlar, birbirlerinin dilini öğrenmek için dahi fırsatları olmaz hale geliyorlar.

Fakat ortaya şu çıkiyor: Bilimcilerin mikro dünyada veya gezegenin sorunlarıyla uğraşırken artık bilim adamlarının ortak birtakım diller konuşabilen, birbirlerinin meselelerinden en azından ortaklıkları görebilecek kadar sözedebilen kişiler haline gelmeleri gerekiyor. Bir yerde o özelleşmeci, uzmanlaşmış bilim devam edecek, ama onun yanında belki de genelcilerin olduğu diğer bilimlerle ilişki kurabilen, konuşabilen insanların olduğu yeni bir bilim dünyası organize olabiliyor gibi geliyor bana.

B.Ç.- Evet artık sırça köşklerine çekilip, laboratuvarlarında sadece belli bir bilimin dallarında uğraşan, fikir üreten araştırma yapan bilim adamları yerine toplumla ilişki içinde olan, diğer bilim dallarıyla ilişki içinde olan, bilim adamları ön plana çıkiyor.

Bunun yanında bilim (ben biraz da burada az konuşarak ken-

dimi frenlemeye çalışıyorum, çünkü bir sorumluluğum var ve bu oturumu mümkün olduğu kadar başlığına uygun biçimde yürütmek durumundayım) nereye koşuyor? Evet bilim bir yerlere gidiyor ve hızla da gidiyor, burada bir de bilimin yan uygulama alanı olan teknoloji var. Burada bir gözlemimden sözedeyim, benim asıl uğraş alanım gen teknolojisi ve biyoteknoloji. Başlangıçta Biyoteknolojinin bir adı da yeşil teknolojiydi ve bundan on yıl önce çok iyimser bir hava esti dünyada, biyoteknoloji gelişmekte olan ülkelerin de kurtarıcısı olacak diye. Çünkü doğal kaynaklar zaten o ülkelerde var, biyoteknolojiyle bunlar geliştirildiğinde bu ülkeler daha da ilerleyecekler ve gelişmiş ülkelerle ekonomik uçurumlarını seri bir şekilde kapatacaklardı. Hiç de öyle olmadığı bu yaşadığımız 10 yıl içersinde ortaya çıktı, bunun nedeni de, bilimi üretmeden teknolojiyi üretmenin çok zor olduğunu artık herkes anladı.

Demin Sayın Şengör'ün söylediği gibi doğa bilimlerinde belli bir alt yapıya sahip olmadıkça onun üzerine, olmayan bir bilim alt yapısı üzerine teknoloji inşa etmek imkansız. Bakınız ne oldu; tam tersine gelişmekte olan ülkelerin elindeki doğal kaynaklar ki tek silahlarıydı onların, örneğin Brezilya'nın, Güney Amerika Ülkelerinin kahvesi, diğer Güney Asya ülkelerinin vanilyası diğer bitkileri, bu biyoteknoloji sayesinde onu kaptırdılar. Çünkü gelişen gen teknolojisiyle her iklimde yetişebilir kahve bitkisi yapıldı, bugün birçok ülke kendi kahvesini kendi yetiştirebilir oldu, o ülkelerin kahvesine gerek kalmadı.

Aynı şekilde Japonya dünyanın 15. yüzyıldan beri en büyük kozmetik üretici ve tüketicisinden biri, Amerika'nın arkasından geliyor, biz Japonya'ya en fazla gül yağı satan ülkelerden biriydik artık Japonya bizden gülyağı almıyor çünkü hücre kültür yöntemleriyle kendisi üretiyor.

Bunun nedeni de gelişmekte olan ülkelerde bilim alt yapısının çok az olması. Peki bir taraftan gelişmiş ülkelerdeki bilim alt yapısı hızla çoğalırken ve ezici bir şekilde diğer ülkeler üzerinde ağırlığını hissettirirken acaba ne taraflara gidiyor. Bu konuda tekrar ben, yani bilimin geleceği üzerine Sayın Şengör'e dönmek istiyorum. Bu konuda bizim gibi ülkeler ve özellikle Türkiye'de neler yapılmalı, bilimin geleceği için nerelere gidebiliriz onu rica ediyorum.

TÜRKİYE'DE BİLİM VE EĞİTİM

C.Ş.- Ben önce neler yapılmış olduğu konusunda bir şeyler söyliyeyim. Ancak şunu hemen belirteyim ki ben burada Türki-

ye'yi içinde yaşadığımız ve bizi ilgilendirdiği için örnek olarak veriyorum. Yalnız Türkiye için diyeceklerim Afrika, Asya ve Güney Amerika'nın kuzey kısımları dahil tüm hasta toplumlar için geçerlidir.

Bir kere Türkiye Beyazıt Bey'in sorduğu konuda yeterli önlemleri almakta mıdır? Kesinlikle hayırla başlayabiliriz. Hatta şunu söyleyebiliriz. Türkiye'nin 1950'den beri güttüğü eğitim ve nüfus politikaları bu ülkenin 21. yüzyıldaki felâketini hazırlamaktadır. Nasıl?

1- Üniversiteler bilim çokluğu yerine öğrenci çokluğunu ve hoca bolluğunu başarı sandıkları için yer yer Türkiye'deki eğitim kalitesi 18. asır Avrupa seviyesi gerisine düşmüştür. Bu korkunç bir gerçektir.

Siz eğer üniversitelerinizde bilim ürettiremiyorsanız Beyazıt'ın dediği gelecektir başımıza. Bir kere elinizdeki kaynakların daha iyilerini başkaları yapabilecektir. Eğer bu kaynaklar yapılamayacak cinstense biri gelip sizin elinizden bunları zorla alacaktır, çünkü kendinizi müdafaa edebilecek ne sosyal yapınız olacaktır ne de silâhınız olacaktır. Bunları ancak bilimi anlayıp en efektif bir şekilde kullanan kimseler üretecektir.

Tabii Üniversitelerimize gönderdiğimiz öğrencinin düzeyi de çok mühim. Orta eğitimde dünya standartlarında doğabilimi ve İngilizce eğitimi verememekteyiz. Bakınız İngilizce dedim, herhangi bir yabancı dil demedim, çünkü bugün dünyada bilimin kullandığı bir dil var: İngilizce, Rusya'da da İngilizce kullanılıyor, Hindistan'da da İngilizce kullamlıyor, Güney Amerika'ya gittiğinizde de bilimde İngilizce konuşuluyor. Yayınların %90'ı da İngilizce yapılıyor. Ben Alman Jeoloji Kurumu Yönetim Kurulunda görevliyim. Biz burada bir karar aldık. Dedik kl "Biz bundan sonra yayınlarımızı İngilizce yapmak istiyoruz." Bir vaveylâ koptu bilhassa yaşlı Almanlar arasında, siz nasıl yaparsınız diye. Biz de şunu söyledik. Bir karar verin, Alman Jeoloji Kurumu saygın bir bilimsel kurum olarak yaşayacak mı yaşamayacak mı? Yaşamasını istiyorsanız İngilizce'yi kabul edersiniz, hayır diyorsamz o zaman Almanca yazmaya devam edin.

Çocuğa orta eğitimde verilebilecek doğa bilimi, sadece doğa biliminin neler yaptığını değil nelere kâdir olduğunu öğretecek. Ben açık söyleyeyim bana bunu öğreten üç tane hocam olmuştur orta eğitimde; isimlerini de burada söyleyeyim; Biri Nuriye Güneyi idi Işık Lisesi Ortaokulunda okurken; bir diğeri Robert Kolej'de Tarık İnözü'ydü coğrafya hocasıydı, üçüncüsü'de Nüzhet'dir. Çünkü

ben Lise üçteyken Nüzhet Üniversite birinci sınıftaydı ve bir mağaracılık kulübü kurdu. Ben Nüzhet'le tanıştığım zaman kendimi iyi düzeyde doğa bilimi biliyor zannediyordum. Ama ondan öğrendiklerimle ufkum birdenbire genişledi, daha önce ne kadar dar bir sahaya kapanıp kalmış olduğumu anladım. Biz bunu vermediğimiz için buradan çıkan bir adam işe yaramıyor.

Ben geçen gün televizyonda da söyledim. Üniversite öğrencileri nasıl diye sordular: Ben de %95'i işe yaramaz dedim. Pek çokları da kızdı bana ama gerçek bu. Bana gelen dördüncü sınıf öğrencisi And dağlarını Ant dağları diye yazıyor, basit Türkçe'yi dahi bilmiyor. Tabiî Ortaöğretime de biz gerekli düzeyde öğrenci veremiyoruz. Çünkü ciddi bir okuma yazma ve basit matematik becerisinin yanında, bunları kullandığımız takdirde daha kolay ve daha zevkli yaşanacağını anlatamıyoruz. Yani çocuk şunu anlayamıyor, okuma yazma bilirse kendine yepyeni bir dünya açılmış olacak. Bu dünyada başka kimse de olmasa kendisi çok daha rahat yaşayabilir, roman okur bilmem ne okur kendini eğlendirebilir, yenilikler öğrenir ve gazetesini okuyabileceği için, otobüs durağını okuyabileceği için kimseye muhtaç olmadan da yaşayabilir.

Bu etapları biz çocuklarımıza veremiyoruz ne zamandan beri veremiyoruz? Atatürk'ün eğitim politikasından ayrıldığımızdan beri. Atatürk'ün çok basit bir eğitim politikası vardı: İnsanın kafasına insan olmayı yerleştirin diyordu, bunu lâfla böyle demiyordu ama yaptıkları çocukları düşündüğünü düşünebilen bir insan olmaya yöneltiyordu. Onun eğitim politikalarının amacı şuydu: Önce çocuk bir insan olduğunu farketsin, kendi kendine yetebileceğini bir anlasın. Bu akılcı politikadan biz 1950'lerden itibaren giderek büyük bir hızla ayrıldık. Niçin ayrıldık? Herkesi anında memnun etmek gibi akılsızca bir politikayı tercih ettiğimiz için. Tabiî kısa dönemde herkesi memnun ettik, fakat bana öyle geliyor ki 1950'lerden beri uygulanan eğitim politikaları giderek bu memlekette yaşayan insanları bedbaht etmiştir.

Bu dediklerim sadece Türkiye için geçerli değil, bunun bütün Asya, Afrika için geçerli olduğunu söylemem lazım. Hindistan'ın durumu fecidir, Afrika'ya bakın korkunç durumdadır.

B.Ç.- Teşekkürler Celal Bey.

İZLEYİCİ- Biz onlardan biraz daha iyi durumdayız.

Ç.Ş.- Şu anda tabii iyi durumdayız. Bizim şu anda daha iyi olmamızın nedeni bizim daha iyi olan temelimizdir. Osmanlı İmparatorluğunun son yüzyılında Türk toplumunun içinde olduğu cehalet balçığının farkına varıldı. Ali Paşa gibi adamlar imparatorlu-

ğun nereye gittiğinin farkına varmışlar ve dizginleri germişlerdir. Bu dizginlerin gerilmesinde sarayın büyük hizmeti vardır. Ben Sultan III. Mustafa'nın kurduğu Teknik Üniversitenin bir mensubuyum. Size izin verirseniz Sultan III Mustafa'nın Teknik Üniversiteyi kurmakta sebebini anlatayım, tüyleriniz diken diken olur: 1770 yılında Kont Alexis Orloff kumandasında Rus Baltık donanması Osmanlılara saldırmak üzere hareket ediyor. İstanbul'da Fransız elçisi Saint-Prieste gelip bizimkilere diyor ki "Beyler Ruslar yola çıktı geliyor sizinle harp edecekler." Bizim vüzerâ bunun üzerine toplanıyor, diyorlar ki "Efendim Baltık donanmasının bizimle ilişkisi yoktur çünkü Akdeniz kapalı bir denizdir (1770'de) dolayısıyla bu istihbarat mühim değildir" Yani James Cook'un Avusturalya'yı İngiliz imparatorluğuna hediye ettiği senede osmanlı bakanlar kurulu hâlâ Akdenizi kapalı deniz zannediyor! Mâlûm Ruslar geliyor, bizim donanmayı Çeşme'de benzetiyorlar.

Bizim donanma benzetildikten sonra Osmanh Vüzerası Almanya'ya bir nota çekiyor, diyor ki "Siz Avrupa'dan bir kanal kazarak Rusları buraya gönderdiniz." Dünyanın o zaman ikinci büyük imparatorluğunun bakanları bunu yapan adamlar! Bu felâket karşısında Cezayirli Gazi Hasan Paşa geliyor Sultan Mustafa'ya diyor ki "Bu rezillik böyle devam etmez, bu eğitimin bunu bu hale getiren adamların elinden alınması lâzımdır. Medrese bitmiştir. Artık bize ciddi bir mektep lazım."

İstanbul Teknik Üniversitesi işte bu ikaz üzerine kuruluyor. İstanbul Teknik Üniversitesi kurulduğundan beri hep bu minvalde gitmiştir. Çok enteresandır, 1808'de İstanbul'da bilirsiniz irtica ayaklanmıştır, Sultan Selim'in ölümüyle sonuçlanan irtica ayaklanmasında İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörü de şehit edilmiştir. Çünkü Üniversite öğrencileriyle birlikte irticanın karşısına dikilmiştir. Bu öğrenciler de özellikle donanma ve topçu subaylarıdır. Biliyorsunuz daha sonra Vak'a-i Hayriye'de yeniçeri kışlasını yıkan adam İbrahim Karacehennem topçu yüzbaşısıdır ve İTÜ'nün o zamanki adıyla Mühendishânenin etkisindedir. Ondan sonra atılan önemli bir adım da Atatürk'ün adımıdır. Atatürk eğitimi tam libere etmiştir. Atatürk'ün Türkiye'ye getirdiği eğitim politikası eğer büyük bir ciddiyetle takip edilebilseydi biz bugün nerede olduğumuzu tartışıyor olmazdık.

B.Ç.- Biraz da tarih gördük. Bilimin sınırı olmadığı konusunda tahmin ediyorum hepimiz aynı fikirdeyiz. Bilimin hızla koştuğu konusunda tereddüt yok, özlenen, istenen o ki biz de bu koşu içinde olalım ve bu toplantının son kısmını tartışmaya ayırıyoruz.

TARTIŞMALAR

Kemal Çiftçi, İnsan ve Kaynak Dergisi- Efendim zevkle dinledik konuşmacıları, teşekkür ediyorum. Celal Bey'in söylediklerine özellikle bugün ve yarın için her söylediğine aynen katılıyorum. Yalnız tarihle ilgili söylediklerine bazı itirazım olacak müsaade ederlerse. Özellikle çiftçi toplumlar düşünmez dediniz, benim de soyadım çiftçi olduğu için! Burası espri de ben şöyle düşünüyorum. Bütün tarımın Ortadoğuda, Mezopotamya'da başlayıp Anadolu'da geliştiği ve bu arada dillerinde kaçınılmaz olarak felsefenin de aynı coğrafya da geliştiğini biliyoruz, Avrupa'ya da bütün Hint Avrupa dilleri Anadolu'dan gitmiştir. Bu da bugün dilbilimcilerin artık kabul ettiği bir teori. Dili geliştiren bir toplum nasıl olur da düşünmez? veya dili fazla gelişmeyen bir avcı toplum nasıl düşünceyi bilimi geliştirir? Tek medeniyet batı medeniyeti dediniz, ben buna katılmıyorum çünkü insanlık tarihini düşündüğümüz zaman batı medeniyeti çok kısa bir zaman dilimidir. Ondan önceki medeniyetleri de yok saymak herhalde pek insaflıca olmaz.

C.Ş.- Müsaade ederseniz ben sırayla anlatayım, bir kere dillerin Mezopotamya'da ya da Anadolu'da geliştikleri doğru değil, dil ilk defa Doğu Afrika'da ortaya çıkıyor. Biliyorsunuz insanların avcı yaşamları yaklaşık iki milyon yıldır, tarımcı yaşamları ise sadece 10.000 yıldır.

İnsanın bugün bildiğimiz marifetleri bu iki milyon yıllık evrimde ortaya çıkmıştır ve insanı insan yapan bütün faaliyet avcı toplumlar tarafından ortaya çıkartılmıştır. Çiftçi toplumların da medeniyetin gelişmesine yaptıkları çok büyük bir hizmet vardır o da yazıdır. Bakınız çiftçi toplumlar düşünmez derken ben bir ekstrem ifade ettim ki bu tabii tam doğru da değil. Çiftçi toplumların düşünce sistemleri avcı toplumların düşünce sistemlerinden temelde değişiktir ve geliştirmiş oldukları düşünce sistemlerinde de tarihte bu açık olarak görülüyor.

Çiftçi toplumu dediğim gibi tarımın gerektirdiği rijit kurallar içinde yaşamak zorundadır. Bu rijit kuralların da nesilden nesile geçebilmesi için de bazı kaideler konmuştur. Bu değişmemesi gereken kaidelerin de hakikaten değişmeden yaşayabilmesi için tesbit edilmeleri lâzım, bu tesbit yazıdır.

Çiftçi toplum aynı zamanda ticareti geliştirmiştir, ticaret ve tarım yazının çıkmasına sebep olmuştur.

HANGİSİ ÜSTÜN? AVCI TOPLUM MU? ÇİFTÇİ TOPLUM MU?

Avcı toplumların uygarlık geliştirmedikleri yüzde yüz doğrudur, ancak uygarhk geliştirebilecek akıl esnekliği avcı toplumlarda çok daha fazladır. Peki avcı toplum niçin uygarhk geliştirememiştir? Çünkü avcı toplumu icat ettiği hiçbir şeyi saklayamamıştır, saklamak ihtiyacını hissetmemiştir. Bir kere avcılar küçük gruplar halinde yaşarlar, göçebedirler oradan oraya giderler gelirler, dolayısıyla belli bir gelişmeyi tesbit edemezler. Buna mukabil çiftçi toplumu, meydana gelen her gelişmeyi büyük bir hassasiyetle tespit etmiştir. İşte bu iki öğenin, yani düşünce esnekliği ve yazının biraraya geldiği yer Batı Anadolu'daki İyonya'dır.

Bu iki öğeye ben bir öğe daha katacağım: denizcilik. Dikkat ederseniz benim uygarhk diye tanımladığım kritik düşünceyi icra eden kimseler tarımı icat eden kimseler değildir. Kritik düşüncenin icat edildiği yer İyonya'dır, İyonya'da bunu icat eden adamlar, Hint Avrupa kabilelerinden yani kuzeyden gelenlerle Anadolu'nun yerli toplumlarının karışmasından meydana gelen ve bu karışımın denizcilik yaptığı ortamda büyüyen insanlardır. Medeniyetin icadı avcı ve çiftçi toplumlarının uygun oranlarda ve denizcilik yapılan bir ortamda biraraya gelebilmelerini gerektirmiştir.

Denizcilik her an tehlike içinde olabileceğiniz ve aynı zamanda bilgi birikimi gerektiren bir uğraştir. Meselâ Çin'de çok büyük bir kültür meydana gelmiştir, medeniyet meydana gelmemiştir, hâlâ da oluşmakta güçlük çekmektedir. Ben son 10 yıldır Çin'de çalışıyorum. Çin'e gidiyorsunuz, muhteşem bir kültürle karşılaşıyorsunuz, hayran oluyorsunuz adamlara. Fakat bir de bakıyorsunuz ki pusulayı icat etmiş Çinli, ancak pusula icat edildiği yerde kalmış. Batının eline geçince de anında gelişmiş, coğrafi keşiflere neden olmuş. Çinli barutu icat etmiş, havai fişeği diye kullanmış binlerce yıl, ne zaman ki barut bir "avcının" eline geçmiş onu o kadar efektif kullanmış ki karşılarına ondokuzuncu asırda Batının savaş gemileri dikilince Çinliler bile şaşırmış. İşte o barut Avrupa'ya gittiği zaman ortaya çıkan, hepimizin bildiği tarihi gelişmelerdir. Fatih'in dahi topçusu Urban Efendi'dir. Şimdi büyük kültürler bilhassa nehir kültürleri Nil, Mezopotamya, İndus, Huang He buralarda hakikaten insanlık büyük ilerlemeler yapmıştır. Fakat bunun zaman ölçüsüne bakın binlerce yıl sürmüştür, buna mukabil İyonya'dan Roma'ya geçen uygarlığın geliştiği zamana bakın ancak birkaç yüzyıldır. Bu korkunç bir farktır ve bu farkın tek bir nedeni vardır. Akıl, aklın kullanılması, aklın baskı altında tutulamaması. Çünkü Çin,

Hint, nehir medeniyetleri, bunların hepsi tarımın verdiği sosyal organizasyon nedeniyle aklı baski altında tutmuşlardır.

İZLEYİCİ- Zülfikar Özcan İktisat Doktoru- Efendim ben size bir soru sormak istiyorum. Ben Aleks Karel'in "İnsan Bir Meçhul" diye bir kitabım okumuştum, orada diyor ki insanın mutsuzluğunun sebebi Fen bilimlerinin gelişme hızına sosyal bilimlerin ulaşamaması, yani Fen bilimleri uçak hızıyla gidiyorsa Sosyal bilimler ancak otomobil hızıyla gittiği için bugünkü bu acı duruma düştük diyor, burada bilhassa psikolojinin çok gelişmesi gerektiği üzerinde duruyor, siz bu görüşe tıbbi açıdan ne dersiniz?

Bir de Celal Bey'e bir sorum var: Einstein'ın çağımızı değiştiren, 1905 yılında bulduğu ünlü izafiyet teorisi sosyal bilimleri de değiştirdi. Fen bilimlerinde de temel değişimlere sebep oldu Newton fiziğinden sonra. Bu sosyal bilimlerde de bir rölativite teorisi var, bunu gerçekten bilmiyoruz, açıklarsanız bilgilenmiş oluruz.

B.Ç.- İzninizle önce ben başlayayım, teşekkür ederim sorularınıza. Demin gerek Celal'in gerek Nüzhet'in değindiği gibi toplumda bir akıl düşmanlığı var bir, ikincisi de gelişmelere karşı bir endişe bir korku var. Tabii bunları gözönüne aldığımızda toplumla bilimin arasında bir uçurumun derinleştiğini görüyoruz. Ve eğer ilerleyen bilim kitlelere maledilemezse onlara iyi anlatılamazsa (bunu ben sadece toplumların suçu olarak görmüyorum bilim adamlarının da bunda, kendilerini anlatmakta eksiklikleri de sözkonusudur kuşkusuz) o zaman bu uçurum derinleşecek ve elbette bilim kendi çerçevesi içinde gelişme yaparken toplum buna yetişemeyecektir. Psikoloji de birçok toplumda hâlâ yadsınan bir bilim dalı ve bu yadsıma sürdüğü sürece bilim ve toplumun belli bir çizgide buluşması imkansızdır. Burada toplumla bilim adamlarının veya bilimin birbirlerini iyi anlaması lazım.

C.Ş.- Benim Einstein'in bizim relativite dediğimiz teorisinin genellikle halk arasında yanlış anlaşıldığını müşahede ediyorum. Einstein'in dediği gayet basit bir şey: Kâinat içersinde çeşitli atalet sistemleri var, atalet sistemleri derken ben gidiyorum siz duruyorsunuz, sizin belli bir ataletiniz var, benim belli bir ataletim var. Einstein diyor ki sizin üzerinizde belli bir ölçme yaparsak benim üzerimde belli bir ölçme yaparsak neticeleri değişiktir. Çünkü doğanın kuralları atalet sistemlerine göre değişmez, fakat atalet sistemi değiştiğine göre sizin yaptığınız ölçümler sistemden sisteme değişik neticeler verir. Değişmeyen, hep aynı kalan bir referans noktası var o da ışığın hızıdır. Bu kadar basit Einstein'in dediği. Bir doğa kanunları sistemi bütün sistemlerde aym çalışır. Şimdi "sosyal bi-

limlerde" relativizm dediğimiz, bambaşka bir şeydir. Relativizme göre gerçek kişiden kişiye değişir, bu bir yorumdur. Relativizmde gerçek yoktur, ne derseniz gider. Yani rölativizmin dediği bir gerçeğe doğru birleşmek, oraya doğru yaklaşmak mümkün değildir. "Ne yaparsanız yapın olur" lafı Avusturyalı felsefeci Paul Feyerabend'in lafıdır, bilim felsefesi için söylenmiştir. Ben hayatımda bundan daha büyük zırvalık duymadığım için bunu hem yurtiçinde hem yurtdışında yayınladım. Dolayısıyla edebiyattaki veya "sosyal bilimlerdeki" relativizm dediğimiz akımla Einstein merhumun rölativite teorisi arasında uzaktan yakından ilgi yoktur.

Sosyal bilimlerde bir Einstein teorisi var mı diye sordunuz, keşke olsa! O olmadığı için acıklı durumdalar zaten.

DOĞA BİLİMLERİ SOSYAL BİLİMLERİ ETKİLEDİ Mİ?

İZLEYİCİ.- Ama ondan etkilenmiştir sosyal bilimler.

C.Ş.- Bir tek felsefe, etkilenmesinin sebebi de şudur: Biliyorsunuz Newton'dan da etkilenmiştir felsefe: Immanuel Kant ilk defa Newton mekaniği nedeniyle kendi kendine açmaza düşmüştür. Kant insanın kendi kendine gerçeği bulmasının yolunu bulamıyor, yani gerçeği bulduğundan emin olmasının yolunu bulamıyor. Fakat Kant'a göre Newton bulmuş gerçeği, bulduğundan emin olmasının yolunu bulamıyor. Fakat Newton bulmuş gerçeği bu nasıl oluyor? Bunun neticesinde Kant'ın Kritik der Reinen Vernunft (Saf Aklın Eleştirisi) adlı eseri ortaya çıkıyor.

Einstein'ın yaptığı Newton'un yaptığının yanlış olduğunu göstermiş olmasıdır. Buradan da şu çıkmıştır; demek ki bizim ne kadar sağlam olursa olsunlar, teorilerimizin gerçeği bulduğunu bilme imkanımız yoktur. Gerçeği bulma imkânımız belki var ama bunu bilebilmemiz olanaksız. Ancak gerçeğe giderek asimtotik olarak yaklaşma imkanımız var. Bunu da doğabilimleri sağlıyor.

Bu da özellikle Karl Raimund Popper'in felsefesini etkilemiştir. Etkilemesi şöyle olmuştur: Popper Viyana'da yaşıyor, dört tane meşhur teori var Viyana'da o zamanlar; Biri Marx'ın ekonomik-sosyal teorisi, öteki Freud'un psikoanalizi, üçüncüsü Adler'in aşağılık kompleksleri teorisi, dördüncüsü de Einstein'ın teorisi. Popper diyor ki biz öğrenciyken bu dört teoriye bakıyorduk, Marx, Adler ve Freud'un teorileri bize gözlemle test edilemez gibi geliyordu. Einstein'ınkini ise gözlemle test etmek kolaydı.

Peki bunlar arasında ne fark var diye düşürken ben şunu farkettim: Bir Marksist, hangi gazeteyi açsa her haberde Marx'm haklı

olduğunu görüyordu. Freud'un elinde yetişmiş büyük bir psikoloğa kimi getirirseniz getirin, adam psikoanalizle mutlaka bir çözüm getirdiğine inanıyordu. Halbuki Einstein diyordu ki siz şu şu gözlemleri yaptığınızda şu şu kesin neticeler çıkarsa lütfen benim teorimi çöpe atın. Diğer üç teoride böyle bir laf yok diyor Popper; onlar ne olursa olsun teorilerine uyduruyorlar. Einstein ise diyordu ki benim sonuçlarım tahmin ettiğim bazı gözlemler var, eğer bu gözlemler benim dediğim gibi çıkmazsa atın benim teorimi diyor. Biliyorsunuz Einstein 1919 senesine kadar meşhur olamadı, yani fizikçiler arasında meşhur oldu da efkârı umumiye arasında meşhur olamadı çünkü Einstein'ın dedikleri kontrol edilemedi. 1919 yılında Sir Arthur Eddingten gitti Hint Okyanusuna, Einstein'ın dediği gibi bir yıldızdan gelen ışığın güneşin kütlesi tarafından büküldüğünü güneş tutulması sırasında tespit etti. Sir Arthur Eddingten ayağım Londra'ya attığının ertesi günü Einstein gözlerini Berlin'de açtı ki dünyanın en meşhur adamı, bir gecede. Diğerlerinin başına böyle birşey gelmedi çünkü yaptıkları bilim değildi.

BELİRSİZLİK İLKESİ

İZLEYİCİ- Murat Işık, Yıldız Üniversitesi- Sayın Celal Şengör, bilimin bir objektivizmden yola çıktığını ve sabit bir referans sistemiyle çevresine bakarak insanının yararım savunduğunu ve belli bir objektif açıdan baktığını söylediniz. Peki kuantum fiziğindeki gelişmelerin belirsizlik ilkesinin ve Heisenberg'in söylediklerinin objektivizmi ortadan kaldırması iddiaları için ne düşünüyorsunuz?

C.Ş.- Önce bir düzeltme yapmama müsaade ediniz. Ben bilimin amaçları arasında herhangi bir fayda gözettiğini söylemedim, bilimin objektivite ile işe başladığını da söylemedim. Bilimin bir amacı vardır, evrenin gerçek bir tasvirini vermek. Bu faydalıdır veya değildir, bu bilimi prensipte alakadar etmez, bu mühendislerin veya "sosyal bilimcilerin" işidir. Objektivite ile de başlamaz çünkü bilimcinin ortaya attığı hipotez onun kendi sübjetkif kararıdır. Objektivite, dış dünyamn bizim sübjektif olarak aldığımız kararlara yaptığı itirazdır. Biliyorsunuz objicere kelimesi mâni olmaktan gelir Latince, karşı durmak anlamındadır. Bizim sübjektif aldığımız kararlara doğamn veya hakkinda karar aldığımız herhangi bir nesne veya olayın itirazları objektiviteyi oluşturur; zaten doğa bilimlerinde objektivitenin çok geç anlaşılmasının sebebi budur. Zannedilirdi ki objektivite herkesin belirli bir gözlemi doğrulamasıdır. Hayır! O gözleme yapılan itirazlar objektiviteyi oluşturur. Çünkü bir

Newton'un teorisini, bir Einstein'in teorisini doğrulamak mümkün değildir, bütün kainatı gözlemlemeniz mümkün değil! Ama o teoriye karşı bir tek gözlem yaptığınız zaman o teori camdan dışarıya gider. İşte bu objektiviteyi sağlar.

Gelelim Heisenberg'e. Heisenberg'in ortaya atmış olduğu belirsizlik prensibi bizim gözlem sınırımızı çizmekte. Heisenberg diyor ki siz elektrona bakabilmek için ona ışıkla müdahele etmek zorundasınız, ışıkla müdahele ettiğiniz an elektron hakkında ya yerini ya da hızını söyleyebilirsiniz, çünkü birinden birini değiştirmek zorundasınız bakarken. Dolayısıyla burada gözlemciyle gözlenen nesnenin birbirlerine yaptığı etki mevzubahistir. Fakat gözlemcinin olmadığı yerde elektronun ne yapacağı bizce mâlûm değildir, dolayısıyla bu şimdilik bilimin dışındadır. Onun için benim onun hakkında objektif karar almam mümkün değildir, çünkü kontrol etmem mümkün değil. Bilimin en büyük özelliği bu. Yani bilim adamlarının, sizlerin de kontrol edemiyeceğiniz, yanlışlığını ortaya koyamıyacağınız ifadelerini bilim kullanamaz, bilimlikten çıkar kullanırsa. Onun için bilimde de fazla hır gür olmamaktadır, veya olan hır gürler belirli bir süre sonra çözümlenmektedir.

İZLEYİCİ.- Bilim halktan kopuk olmamalı denildi, yapılan bilim İngilizce yapılmalı, bilimin dili İngilizce olacak kuşkusuz, fakat bende şimdi bir soru uyandı, bu toplumun dili Türkçedir, şimdi bizim bilim adamlarımızın İngilizceyle bilim ürettiklerini, bilim yaptıklarını varsayalım, teknik bilimin toplumca özümlenmesi ve halka indirgenmesi sözkonusu olduğunda nasıl bir durum ortaya çıkacaktır. Bir de bilimle toplum arasındaki kopukluk temelde acaba dille anlaşılmamaktan mı kaynaklanmaktadır.

N.D.- Bu çok zor bir tartışma aslında, fakat ortada bir gerçek var: Biz günlük hayatımızda bilimle uğraşıyoruz ve benim merak ettiğim uğraştığım, kafamdaki sorunları paylaştığım insanlar gezegenin çeşitli yerlerinde yer alıyorlar, bu insanlarla ben yaptığımı anlatmak, onların ne yaptığını öğrenmek için ortak bir dil konuşmak zorundayız. Çeşitli nedenlerden dolayı, İngilizcenin yapısı olabilir, tarihsel nedenler olabilir bu dil İngilizce. Dikkatinizi çekerim İngilizce eğitim verilsin, insanlar İngilizce okuyabilsin, belki ileri düzeyde yazabilsinler diyoruz. Bu demek değlidir ki insanlar kendi ufak çevresinde bilim tartışmasını İngilizce yapacaklar. Biz (Bilim Teknik Dergisi dışında), İngilizce okuyoruz ama aramızda konuşmalarda arada İngilizce kelimeler uçuşuyor ama Türkçe konuşuyoruz. Aynı gözlemi ben Fransa'da çalıştığım yıllarda Fransa'da ki laboratuvarda da yaptım, aym şey var orada: İngilizce ya-

zıp İngilizce okuyorlar ama aralarında Fransızca konuşuyorlar.

Bilimin topluma aktarılması meselesine gelelim; orada asıl mesele bence önemli ölçüde dil değil, dilin tabii zorlanması var, dilin kullanılması gerekiyor ki dil gelişsin. Bizim insanlara bugünkü bilimin ne düzeyde olduğu, nereye gittiği konusunda bilgi vermek için kullanabileceğimiz Türkçe var, o Türkçe o kadar da yavan bir dil değil. Burada, bir yerde ben özeleştiri yapıyorum, bilim adamlarının bir yerde daha çok bu yönde gayret göstermeleri lazım.

Ama şöyle bir şey var! Ben kendi uzmanlık alanım olan konuyu kamu oyuna anlatmam için genel eğitim sisteminden beklentilerim var, istiyorum ki fiziğin, kimyanın temel kavramlarını, biyolojinin olgularını insanlar bilsinler ki biz sıfırdan başlayarak herşeyi anlatmayalım. Yani temel bir eğitim gerek. Temel düzeyde ilkokul ortaokul da verilmiş iyi bir doğa bilimleri eğitiminin yerini hiçbirşey almıyor. Bu eğitim insanlara verildikten sonra ve bu insanlar bu eğitimi özümsedikten sonra insanlara bir sürü şeyler anlatılabilir.

C.Ş.- Ben ufak bir katkı yapmak istiyorum; sizin dediğiniz soru mesela bir Hollanda da, İsviçre'de sorun değildir çünkü bu ülkelerde çocukların hepsi adam gibi İngilizce öğreniyor.

İkincisi siz bilimi halka indirmekle eğer benim yaptığımı ilkokul mezunu dahî olmayan bir adama anlatmayı amaçlıyorsanız bu mümkün değildir. Zaten ben bunun peşinde de koşmam bilim adamı olarak.

21. yy. da ve daha sonra, doğa bilimlerinde bir üniversite tahsili yapmış olmak insanca yaşamanın minumum şartı olacaktır. Bu kaçınılmaz, çünkü bilim o şekilde artmaktadır, o kadar günlük hayatımıza nüfuz etmiştir ki siz hem ben cahil kalayım hem de bilimin nimetlerinden istifade edeyim, diyemezsiniz! Yok böyle birşey, bunu yapmanız mümkün değil. Dolayısıyla İngilizce'de öğreteceksiniz çocuklarınıza, adam gibi tahsil de yaptıracaksınız, dolayısıyla sizin biraz önce bahsettiğiniz problem ortaya çıkmayacak, başka çözümü yok.

B.Ç- Zaman darlığı nedeniyle sadece iki soru.

İZLEYİCİ.- Erol Mutlu, Psikolog- Efendim ben yine Einstein'dan bir pasaj alacağım, kendisi "Zamanın İzafiyeti" adlı eserinde diyor ki, yüksek hızlarla dünyamızdan ayrılan füze içindeki birkişi, iki üç aylık bir dolaşmadan sonra dünyaya döndükten sonra dünyadakileri ihtiyarlamış olarak görüyor, füzenin içindeki kişiler son derece genç kalıyor, mesela baba gitmişse oğlu yaşlanmış hatta ölmüş oluyor. Albert Einstein'da Newton'da ortaya çıkan bir çekir-

dek, bir objektivite yoktur. Yani objektif, zamana göre değişen bir durumdur onun için Newton objektivitesini ilmin yegane kuralı gibi ileri sürmek Einstein'm aziz hatırasına hakarettir. Einstein'da bir objektivite mevcut değildir.

B.Ç.- Katkınıza teşekkür ediyoruz, Celal senin bir cevabm olacak mı?

C.Ş.- Einstein'ı ya ben ya Beyefendi yanlış anlıyoruz.

İZLEYİCİ.- Celal Bey'e soracağım Eski Sovyetler Birliğinin pazara çok önem vermeyip bilime ağırlık verdiğini biliyoruz buna rağmen sistem çöktü, buna karşılık Amerikan sistemi bilime ağırlık vermiyor gibi görünüyor çökmedi ve devam ediyor bunu nasıl açıklıyorsunuz?

C.Ş.- Keşke dediğiniz doğru olsaydı. Ben işim gereği hem de Amerika'da hem de Sovyetler Birliğinde ve şimdiki Rusya'da da bulundum. Bir kere Rusya temel bilimlere önem vermedi; maalesef o bilginiz yanlış. Önem vermemekle kalmadı temel bilimlerin içersindeki gelişmelere politik ceket giydirmeye kalktı, bilimin serbest gelişmesine zincir vurdu ve bilim gelişemediği için teknolojisi de gelişemedi Rusya'nın. Bugün Rusya'nın Batı Sibirya'da ki petrol alanında, petrolün yarısını dahi alamadan rezevlerin öldüğü ortaya çıkmıştır. Gorbaçov'dan sonra özellikle Amerikan, Fransız ve İngiliz petrol şirketlerinin ortak olmak için gittikleri dünyanın en büyük gaz alanını Sovyetler Birliği kötü bilim kötü teknoloji nedeniyle neredeyse öldürmüştür.

Buna mukabil sizin bilime önem vermedi dediğiniz A.B.D, insanına en önemli unsur olan bilim hürriyetini vermiştir. Bugün bilim çevresi Amerika'da n yazık ki biraz önce bahsettiğim özellikle postmodernist etkilerle kısmen de bilimin kendi içersinde kaynak arayışına düşmesi sonucu yaratıcılığı öldüren kontrolcü bir sistemi adım adım getirmek üzeredir. Amerika'nın bugüne kadar sürdürdüğü başarısı bilime büyük hürriyet tammış olmasından kaynaklanmaktadır. Sovyetler Birliği'nin çöküşü zaten politikasına temel aldığı görüşün tamamen bayatlamış deterministlik 19. asır doğa bilimlerine dayanan bir politik felsefe olmasından ve bu bayat felsefeyi, yani Marksist-Leninst görüşü tüm bilimlere uydurmağa kalkması nedeniyle olmuştur. Sovyetler Birliği'nin çöküşü bilimin dizginini kaçırmış çok güçlü bir toplumun çok kısa sürede ne hale geleceğini göstermektedir. Çarlık Rusya'sına bakarsanız, Çarlık Rusya'sının elit takımı bugünkü Sovyet elit tabakasından çok daha yakındı bilime.

B.Ç.- Çok teşekkürler ediyorum, bu akşamki toplantımız sona erdi, iyi akşamlar.

1992-93 Salı Toplantıları'nın Orhan Bursalı yönetiminde sürdürülen bilim tartışmaları, klasik sorunlarla fütüroloji kapsamına giren iz sürmeleri bir araya toplama başarısını gösterdi. Fizikçiden bilgisayar mühendisine, biyologdan kimyacıya, bir oturumda başlayan soruşturma ötekinde zenginleşip derinleşerek sürüp gitti. Bütünlük, güçlü bir Üniversite'nin bir yılda oluşturabileceği soru yumağı ve yanıt arayışıyla kolayca boy ölçüşebilir nitelikte oldu.

Yeni Yaratıcılar İş Başında
İnsanın Evrime, Doğaya Müdahalesi Nereye Kadar?
Beyazıt Çırakoğlu • Nermin Gözükırmızı • Faruk Bozoğlu
Yeni İnsan Yaratmanın Neresindeyiz?
Beyazıt Çırakoğlu • Aslı Tolun • Nazlı Başak
İnsanlık Yeni Serüvenin Eşiğinde
"Bilimin En Küçükle En Büyük Evrende Yolculuğu: Sınırların Ötesinde Fizik"
Ömür Akyüz • Cihan Saçlıoğlu • Gülen Artaş
Hastalıksız İnsan Nasıl Yaratılır?
Hasan Yazıcı • Ercan Tuncel • Beyazıt Çırakoğlu • Selim Bodur
Düşüncenin, Duyuların Kimyası ve Ötesi
Lütfiye Eroğlu • Öget Öktem • Olcay Yazıcı
Bilgisayarın Yarını ve İnsan
Duran Leblebici • Avadis Hacınlıyan • Emre Harmancı
Canlılar Yokoluşa mı Programlı?
Nüzhet Dalfes • Celal Şengör • Mustafa Aktar
Bilim Nereye Koşuyor?
Beyazıt Çırakoğlu • Nüzhet Dalfes • Celal Şengör

ISBN 975-363-227-4

