

100 SORUDA

BİLİM TARİHİ

PROF. DR.
CEMAL YILDIRIM

GERÇEK  YAYINEVİ

100 SORUDA BİLİM TARİHİ
Prof. Dr. Cemal Yıldırım

100 SORUDA DİZİSİ 43

Birinci Baskı: Kasım 1974

**Kapak Said Maden
Kapak Baskısı : Reyo Ofset**

**Dizgi ve Baskı : Yelken Matbaası
Cilt : Fono Matbaası**

100 SORUDA BİLİM TARİHİ

GERÇEK  YAYINEVİ

Cağaloğlu Yokuşu, Saadet İş Hanı, Kat 4
İSTANBUL

ÖNSÖZ

Bilimin son üçyüz yıldaki hızlı gelişmesi, uygurluk tarihinde belki de en önemli olaydır. Bilim bir yandan teknolojik uygulaması yoluyla yaşam koşullarını değiştirirken, öte yandan düşünmemizi biçimlemekte, dünya görüşümüzü etkilemektedir. Bilimle birlikte düşüncemizin daha rasyonel, olgulara daha saygılı bir nitelik kazandığı inkâr edilemez. Geçmişin dokunulmaz sayılan pek çok otoriteleri, varsayım ve inançları bilimin getirdiği eleştirisel yaklaşım ve bağımsız kafa disiplini karşısında ya sarsılmış, ya da büsbütün yıkılıp gitmiştir. Şüphesiz gerek teknolojik uygulamaların toplum yaşamına getirdiği değişiklikler, gerek düşüncenin kazandığı yeni ve güçlü özellik birçok sorunlara yol açmaktan geri kalmamış, geçersizliği ortaya çıkan birtakım «değer» ve düşünce kalıpları yerine yenilerini koyma zorunluluğunu yaratmıştır. Sorunların bir bölümünün hızlı değişmeye ayak uyduramamaktan, bir bölümünün de bilimin yeterince anlaşılammış olmasından doğduğu söylenebilir.

Bilimin bir toplumu olumlu yönde etkilemesi için her şeyden önce bilimsel düşünme biçiminin geniş halk kitleleri arasında yayılmasına, ortak-düşüncenin bir parçası haline gelmesine ihtiyaç vardır. Bu ise geniş ölçüde bir eğitim sorunudur. Kültürümüze bilimsel nitelik kazandırmak her düzeydeki öğrenimin başlıca amacı olmalıdır. Bu sağlanmadıkça bilimin ne sanat ve ahlâkî değerlerle kaynaşma olanağını sağlayabiliriz; ne de bugün karşılaştığımız birtakım çetin sorunlara etkin çözümler bulmayı bekleyebiliriz. Bu kitap bu yolda küçük bir hizmet sağ-

larsa, yazar emeğini yeterince değerlendirilmiş sayacaktır.

Bir noktanın özellikle belirtilmesini gerekli görmekteyim: Bilim tarihi çok yanlı bir konudur; ideal olarak çeşitli bilim dallarından bir ekibin işbirliğini gerektirir. Ancak böyle bir ortak çalışmanın koşullarını yerine getirmek olanaksız olmasa bile son derece güçtür. Öte yandan, tek kişinin çalışmasına dayanan bir kitap da, hiç değilse bazı yönlerden, yüzeysel kalmaktan kurtulamaz. Bu nedenle 100 SORUDA BİLİM TARİHİ konuya giriş niteliğinde olup bu alanda uzman bilim adamlarına değil, kültürel ilgi ufku geniş aydın okuyuculara hitap etme amacı gütmektedir. Başvurduğum ve bir listesini «Bibliyografya»da sunduğum kaynakların hemen tümünün bu nitelikte kitaplar olduğu okuyucunun gözünden kaçmayacaktır, elbette.

Kitabı yazarken birçok arkadaşımın bilgi ve görüşlerinden geniş ölçüde yararlandım. Bu arada karşılaştığım bazı güçlüklerin giderilmesinde uzmanlık bilgilerine sık sık başvurduğum Doçent Dr. Ferit Öktem ile Doçent Dr. Bedri Süer'e özellikle şükran borcumu ifade etmek isterim. Onların yardımına güvenmeseydim, kitabı yazma tasarımı belki de hiçbir zaman gerçekleşme olanağı bulmayacaktı.

Ayrıca kitabı büyük bir dikkat ve özenle daktilo eden Nihal Göğeren ile baskıya hazırlanmasında yardımcı olan Ersin Asarkaya'ya teşekkür borçluyum. Nihayet bütün çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmamda da yükü her adımda benimle paylaşan eşim Suzan Yıldırım'a minnet duygularım sonsuzdur.

Ankara, Ekim 1974

Cemal Yıldırım

I. BÖLÜM

GİRİŞ

Soru 1 Bilim tarihi nedir?

Bilim tarihi kısaca bilimin doğuş ve gelişme hikâyesidir. Amacı bir bakıma nesnel (objektif) bilginin ortaya çıkma, yayılma ve kullanılma koşullarını incelemek, bir bakıma da nitelikleri belli bir metodun, bir düşünme türünün, hatta geniş anlamda bir bakış açısının oluşumunu saptamaktır. Bilim tarihi, amacına, çeşitli bilim kollarında ulaşılan sonuçları sıralayarak değil, fakat daha çok, bu sonuçları bağlı oldukları koşullar çerçevesinde açıklayarak ulaşmaya çalışır. Görevi olguların ve buluşların bir kataloğunu çıkarmaktan çok, bilimsel kavram, teori ve anlayışın doğuş ve gelişimini izlemek ve açıklığa kavuşturmadır. Düşüncenin serbestliğe kavuşması, akılla batıl inançların çarpışması, insanoğlunun «doğru»yu araması ve giderek ona yaklaşması, hata ve akıl dışı saplantılarla savaşması... İşte bilim tarihinden öğrenebileceğimiz şeylerden başlıcaları.

Modern bilimin gözlerimiz önünde yükselen yüce yapısı hiç şüphesiz insan kafasının uygarlığa kattığı en önemli bir üründür. Fakat bu ürünün doğuş, gelişme ve başarı koşulları üzerinde fazla bilgimiz olduğu söylenemez. Bilim tarihi ancak son 40-50 yıllık dönemde akademik bir disiplin niteliği kazanmıştır. Bugün bile birçok üniversitelerde okutulma olanağı bulduğu söylenemez. Tarihçiler uygarlığımızın daha çok siyasal, ekonomik ve savaş ile ilgili cephele-

ri üzerinde durmakta, bize evreni tanıtan, doğa kuvvetleri üzerinde egemen olma olanağını sağlayan, tüm düşünme ve yaşama koşullarımızı biçimleyen bilimin gelişmesiyle yeterince ilgilenmemektedirler. Ne var ki, bilimin dünyamızı hızla değiştirme gücü karşısında bu kayıtsızlığın daha fazla süreceği beklenemez. Nitekim dünyanın başlıca büyük üniversitelerinde son yıllarda göze çarpan gelişmeler bu yargımızı doğrulayıcı yöndedir.

Bilim tarihi yeni bir disiplin olmakla beraber, kapsamı çok geniştir. Bilim çok kere sanıldığı gibi ilk defa ne Rönesans'tan sonra, ne de Batı dünyasında ortaya çıkmıştır. Bilim insanlığın ortak kafa ürünüdür; kökleri ilkel toplumların yaşamına kadar uzanır. Bilimi anlamak, bilim öncesi veya bilim dışı düşünme biçimleriyle ilişkilerini bilmemizi gerektirir. Bu nedenle, bilim tarihi mitoloji, din, sanat ve metafizik gibi konulara da, bilimle ilişkileri bakımından, yer vermek zorundadır.

Geniş bir perspektif içinde bakıldığında bilimin uzun ve çetin gelişiminde şu dört aşamayı ayırtetmek mümkündür:

- (1) Mısır ve Mezopotamya uygarlıklarına rastlayan ampirik (görgüsel) bilgi toplama aşaması;
- (2) Eski Yunanlıların evreni açıklamaya yönelik akılcı sistemlerinin kurulduğu aşama;
- (3) Orta çağların Yunan felsefesi ile dinsel dogmaları bağdaştırma çabası karşısında İslâm biliminin parlak başarılarını kapsayan aşama;
- (4) Rönesans sonrası gelişmelerin yer aldığı modern bilim aşaması.

Görüldüğü gibi ilk aşama tamamen, üçüncü aşama ise kısmen Doğu'da, ikinci ve dördüncü aşamalar ise daha çok Batı'da yer alan gelişmeleri temsil etmektedir.

Doğu ile Batı arasında âdeta zikzak çizen bilimsel gelişmeyi kalın hatları ile şöyle özetleyebiliriz: Doğu uygarlıklarının ürünü olan bilim Batı'ya geçer; önce İyonya'da, daha sonra Atina ve Güney İtalya'da büyük bir atılım yapar; tam gelişme hızını yitirmeğe yüztüğü bir sırada tekrar Doğu'ya döner ve Nil ağzında kurulan İskenderiye'de yeni bir parlak döneme girer. Ancak bu dönem de uzun sürmez. Geometri, astronomi, fizik ve coğrafya gibi bilim dallarında sağlanan büyük ve gerçek başarılarla rağmen, Roma yönetiminin giderek yozlaşması ve Hıristiyanlık ile birlikte türlü mistik inanç ve saplantıların yayılması karşısında araştırma ve öğrenme ruhu Batı'da canlılığını yitirmekten, hatta ortadan silinip gitmekten kurtulamaz. Ortaçağ karanlığının etrafı sarmasında Hıristiyanlığın rasyonel düşünce ile çelişkisi önemli bir etkidir. İskenderiye kitaplığının ilk kez Hıristiyanlarca yakılması bu çelişkinin en açık bir belirtisi sayılabilir. Bilimin yeniden canlanma hareketi, İslâmiyetin ortaya çıkmasıyla, gene Doğu dünyasında kendini gösterir. Avrupa'nın 13'üncü yüzyıla başlayan ve Rönesans'tan günümüze kadar giderek hızlanan parlak bilimsel başarılarını, azımsanmayacak ölçüde, İslâm döneminin çalışmalarına borçlu olduğu inkâr edilemez.

Dün olduğu gibi bugün de bilim hiçbir ırkın, kültürün veya bölgenin tekelinde değildir.

Soru 2 : Bilimin kökeni neye dayanmaktadır?

Kökleri çok gerilere uzanmakla beraber, bugün «bilim» diye nitelediğimiz bilgi ve düşünme türü uygarlığımızın oldukça yeni sayılan bir ürünüdür. Eski çağlarda felsefe, din, efsane gibi ruhsal; el sanatları gibi pratik yaşam ihtiyaçlarına yönelik uğraşlar dışında, gözleme dayalı kavramsal düşünme demek olan bir bilimden söz etmek zordur. Şu kadar

ki, bu uğraşların dayandığı bilgi, teknik ve kavramların sonraki çağlarda daha belirginleşen bilimsel kavram ve işlemlere kaynaklık ettiği de inkâr edilemez. Denebilir ki, bilimsel düşünme ve bulma çabasının kökeninde biri yaşamı güvenilir ve rahat kılma, diğeri dünyayı anlama gibi iki temel ihtiyaç yatmaktadır. Bu ihtiyaçlardan ilki, insanlığın uzun tarihinde kuşaktan kuşağa bırakılan çeşitli yaşantı ve beceri biçimlerini kapsayan bir teknik geleneği, ikincisi insan-oğlunun duygu, inanç ve düşüncelerini içinde toplayan bir ruhsal geleneği oluşturmuştur. İki gelenek başlangıçta ve uzun süre ayrı ellerde, birbirine yabancı kalmış, karşılıklı etkileşim olanağı bulamamıştır. Eski Yunan uygarlığının parlak dönemlerinde bile, bir yanda uğraşları el becerilerine, basit tekniklere dayanan zenaatkârların, öte yanda duygu, inanç ve düşünce dünyasını oluşturan şair, politikacı ve filozofların yer aldığını görüyoruz. Ayrılık ortaçağ boyunca kendini sürdürmüş, ancak yeniçağın başlarında ortadan kalkmaya yüz tutmuştur. İki geleneğin birleşim ve karşılıklı etkileşim koşulları gerçekleştiikten sonradır ki ancak, modern anlamda bilimin ortaya çıkmasına tanık olmaktadır. İlerde daha ayrıntılı olarak göreceğimiz gibi, Rönesans'la başlayan bilimsel düşünme ve araştırma çabası, iki geleneğin, deneye olanak veren teknik becerilerle, kavramsal düşünmeğe yol açan metafizik türden teorik çalışmaların etkili bir kaynaşmasına dayanmıştır.

İnsanın doğaya hükmetme istek ve çabası tarihi kadar eskidir. Fakat doğayı anlama ihtiyacı da o kadar gerilere gider. Modern bilimin doğuşu bu iki isteğin birleşmesini beklemiştir. Bununla beraber ilkel insan yaşamında bile bu iki isteğin tamamen ayrı olduğunu söylemek güçtür. Çünkü, ilkel insan doğa ile ilişkisinde basit teknik becerilerini kullandığı kadar, büyü türünden birtakım akıl dışı yollara başvurmaktan da geri kalmamıştır. Büyü'nün amacı da teknoloji gibi doğayı etkilemektir: ölmekte olan hastaları iyileştir-

mek, beklenen doğal felâketleri önlemek, düşmanların yok olmasını sağlamak... gibi. Hatta aynı amacı, dünyanın varoluşu ve düzeni ile ilgili çeşitli kültürlerde yer yer sürüp gelen efsane türünden masal veya hikâyelerde de bulmaktayız. Güneşin, ayın ve yıldızların yaratılış ve varoluş nedeni insanoğlunun yaşam ve ölüm karşısında duyduğu korkuyu giderme, aradığı güveni ve rahatı sağlama olarak tasavvur edilmiştir. Gerçi büyüde bile doğanın isteğe göre değişmediği, bazı kanunlara boyun eğmek gerektiği düşüncesi üstü örtük de olsa vardır. Ateşin daima yaktığı, suyun ıslattığı, güneşin parlak olduğu, hava bulutlu olmadıkça yağmurun yağmadığı, yazların sıcak, kışların soğuk gittiği gerçeğinden ilkel insan da kendini çok kere kurtaramayacağını bilirdi. Bununla beraber büyü ve efsane doğrudan bilime yol açmamıştır. Bilimin doğuşu için doğayı kontrole yönelik katı bir faydacılık dışında, fayda amacı gütmeyen, katıksız bir anlama ve bilme tutkusuna da ihtiyaç vardır. Böyle bir tecessüsün belirmesine ve etkinlik kazanmasına ilkel insanın yaşamı pek elverişli olmamıştır.

Soru 3 Bilimsel gelişmeyi nasıl niteleyebiliriz?

Bilimin gelişmesi ile ilgili görüşler çeşitlidir; bunlardan ikisine değinmekte, konuya yaklaşım tarzımızı belirlemesi bakımından, yarar görmekteyiz. Bu görüşlerden birine göre bilim yavaş fakat sürekli ilerleyen bir bilgi üretme ve çoğaltma sürecidir. İkinci görüşe göre ise, bilimde gelişme tecrik düzeyde yer alan radikal düşünme değişikliklerinin bir sonucudur. İki görüş, ilk bakışta sanıldığı gibi, bağdaşmaz nitelikte değildir. Her ikisinde de gerçek payı vardır. Bilimin gelişimi karmaşık bir olaydır. Bir cephesinde gelişimin evrim, diğer cephesinde devrim niteliğini taşıdığını görmekteyiz. Gerçekten olgusal bilgilerimiz yönünden bili-

min gelişimi sürekli bir birikim, saptanmış olguları yorumlama ve açıklama yönünden ise bilimin gelişimi ancak zaman zaman patlak veren düşüncede devrim biçiminde görünmektedir. Bilim tarihi iki görüşü de kanıtlama olanağı taşımaktadır. Geçmişte gözlem ve deney yoluyla saptanmış pek çok olgusal gerçekler (örneğin gezegenlerin hareketleri, gazların özellikleri, kaldıraç, sarkaç, gel-git, cisimlerin serbest düşmesi, vb. bu tür olgular arasında sayılabilir) giderek artan bilgilerimizin bir bölümü olarak geçerliklerini sürdürmektedir. Bunları bir yana itme, geçersiz sayma yoluna gidemeyiz; geçmişte bulunmamış olsalardı, bugün bulunacaklardı. Oysa aynı sürekliliği, olguları açıklama amacıyla bilginlerce ileri sürülen teori veya teorik nitelikteki hipotezlerde bulamamaktayız. Bilim tarihinde aşağı yukarı aynı olgu grubunu açıklamak amacı ile değişen aralıklarla, çok kere birbirleriyle bağdaşmaz teorilerin ortaya atıldığını görüyoruz. Bir örnek vermek gerekirse, gök cisimlerinin (gezegen, uydu, güneş ve yıldızlar gibi) gözleme konu hareketlerinin açıklanması yolunda Eudoxos'dan Newton'a kadar geçen 2000 yıllık sürede ortaya atılan değişik teorileri gösterebiliriz. Bu gibi teoriler, olgusal buluşlar gibi bir bilgi birikimi yaratmamakta, tersine herbiri bir öncekini yıkmaya veya hiç değilse değiştirme rolü ile ortaya çıkmaktadır.

Her teori doğaya belli bir bakış açısını ifade eder; fakat başka bakış açıları olanağını ortadan kaldırmaz. Herhangi bir teorinin ortaya atılmasında veya benimsenmesinde olgulara uyma ve olguları açıklama gücü kadar kişisel beğenilerimiz de rol oynamaktadır. Bu nedendir ki, aynı alanda rakip teorilerin ortaya çıktığını ve uzun süre tutunan teorilerin bile birtakım koşulların oluşması ile geçerliklerini, bazen beklenmedik bir biçimde, yitirdiklerini görmekteyiz.

Aslında bilimin gelişimi ne tek başına birtakım teorik görüş değişikliklerinden, ne de yalnızca birbirine eklenen

sürekli bir buluşlar zincirinden ibarettir. İki süreç birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Yeni olgusal buluşlar yeni teorilere yol açtığı gibi, yeni teoriler de yeni gözlem ve deneylere kapı açmakta, dolayısı ile yeni buluşların koşullarını hazırlamaktadır. Olgusal buluşlarla teorik açıklamalar arasındaki bu karşılıklı etkileşim bilimde gelişmenin gerçek motor gücünü teşkil eder. Bu itici güçten kaynaklanan bilimsel gelişmenin iki dönemli bir süreç olduğunu söyleyebiliriz. Dönemlerden biri teorik düzeyde açılmayı, ötekisi bu açılmanın olgusal düzeyde pekiştirilmesini temsil eder. Fakat her pekiştirme, er geç, yeni bir açılmanın gereklerini de oluşturmaktan kendini kurtaramaz.

Bilimin gelişim hikâyesine girerken bu birbirini kamçılayan iki dönemli süreci gözden kaçırmamaya çalışacağız.

II. BÖLÜM

ESKİ UYGARLIKLARDA BİLİM

Soru 4 İlk adımlar nerede atıldı?

Bilim tarihi uygarlığın tarihi ile başlar. İlk uygarlık Dicle-Fırat, Nil, İndüs gibi büyük nehir vadilerinde belirmiştir. Bu uygarlıklar, bilimin doğuşu için elverişli sosyal ve ekonomik koşulları taşıyorlardı. Oldukça gelişmiş bir tarım ve ticaret hayatı, bu hayatı düzenleyen bir papazlar yönetimi vardı. Vadilerde nehir taşmalarının bıraktığı bereketli topraklar üzerinde sürekli tarım olanağı yerleşme ve kentleşmeye yol açmıştı. Toprağı işleme, hayvan evcilleştirme, hayvan gücünden yararlanma, sulama kanalları açma, tekerlekli araba, gemi ve fırınlanmış seramik eşya yapma bu uygarlıkların teknik başarıları arasındaydı. Elde edilen ürün, üreticilerle birlikte toplumun üst katını teşkil eden yöneticileri, papazları beslemeye yettikten başka artan kısım la çanak-çömlekçi, demirci gibi zenaatkârlar da karınlarını doyurabiliyorlardı. Ne var ki, üretim ve iş hayatındaki canlılık hiçbir yerde uzun sürmez. El ve kol işçiliğine dayanan üretim işleri, bu işleri kendileri için angarya olmaktan ileri görmeyen kölelere bırakılmış, bu yüzden ilerleme çok geçmeden duraklamaya dönüşmüş, daha iyisini arama, yaratma isteği kaybolmuştur

İlk uygarlıklar arasında M.Ö. 3000 yıllarında Mezopotamya'da Sümer uygarlığının parlak bir düzeye eriştiğini görüyoruz. Sümer'ler hayvancılık ve tarım yanında teknolo-

jide de oldukça ileri gitmişlerdi. Ateşte belli bazı mineraleri bakıra dönüştürebileceklerini, bakıra çeşitli biçimler verebileceklerini, bakır ile teneke alaşımından daha dayanıklı ve kaynaşmaya elverişli bronzu elde edebileceklerini biliyorlardı. Mısır'lılar da Nil boyunda biraz zaman farkı ile aşağı yukarı aynı teknik bilgi düzeyine erişmişlerdi.

Üretilen ihtiyaç maddelerinin alış-verişi de belli bir düzene bağlanmıştı. Yönetici papazlar, ürünün tapınaklarda toplanma ve oralardan dağıtılma işini düzenliyor, alıp verilen miktarları unutulmasın diye daha sonra fırınladıkları toprak tabletler üzerine işaretliyorlardı. Giderek bu tür kayıt tutmalar geliştirilerek daha sonra 60'lık sisteme dönüşen bir ondalık sayı sistemi ile daha sonra ideogram biçimine dönüşen bir resim-işaret yazı sistemi ortaya çıktı. Bu arada matematik, astronomi, tıp, tarih, mitoloji ve din ile ilgili geniş bir literatür kurulma yoluna girdi

Aritmetik işlemlerdeki ilerleme oldukça yüksek bir düzeye ulaşmıştı. M.Ö. 2500'e gelmeden Sümer'ler çarpım tablosu kullanıyorlardı. Alan ve hacim hesapları yapıyor, daire alanı ile silindir hacmini bulmada π değeri olarak 3'ü alıyorlardı. M.Ö. 2000 yılı etrafında Sümer devleti ortadan kalktıktan sonra bile dilleri ve yazıları bilimsel çalışmaların ve dinsel törenlerin (Ortaçağ Lâtincesi gibi) araçları olarak etkinliğini sürdürmüştür.

Sümer'lerin yerini alan Babil'liler Hamurabi hanedanlığı sırasında papaz-yöneticilerin yetiştirilmesi için tapınak okulları kurdular. Babil'liler özellikle matematik ve astronomide büyük ilerleme kaydettiler. Aritmetik işlemler dışında temel bazı geometrik kavramlara da ulaştılar. Sümer'lerin tam sayılar için geliştirdikleri sistemi kesirlere de uyguladılar. Karekökü, küp kökü alma; ikinci ve üçüncü dereceden denklemleri gerektiren problemleri çözme amacı ile tablolar geliştirdiler.

Babil'lilerin aritmetiği gibi geometrisi de belirgin bir cebir özelliği taşıyordu. Problemlerini daima somut örnekler yardımı ile ifade ediyorlardı. Yarım bir dairede çizilen tüm üçgenlerin dik açılı olduğunu, dik açılı üçgenlerle ilgili daha sonra Pitagor'un adıyla anılan teoremi biliyorlardı. Kullandıkları işlem ve yöntemlerden, birtakım genel cebirsel kuralları bildikleri de anlaşılmaktadır. Dairenin 360 dereceye, bir saatin 60 dakikaya, bir dakikanın 60 saniyeye bölünmesi sistemini Babil'lilere borçluyuz.

Matematikle birlikte astronomi ve daha bazı ampirik gözlem alanlarında da büyük ilerlemelerin kaydedildiğini görüyoruz. Mezopotamya'nın açık ve ışıldayan gökyüzü gözleri gök cisimlerinin hareketlerine çevirmişti. Son derece dikkatli gözlemlerle toplanan bilgiler gelecekteki olguları önceden kestirmeye elverecek kadar sistemleştirilmişti. Astronominin ilk bilim oluşunun nedeni açıktır: bu alanda incelemeye konu cisim ve olgular basit ve düzenli olup tekrar tekrar gözleme elverişli dönemsel (periyodik) hareketler gösterir. Uzun ve sürekli gözlemlerle elde edilen bilgilere dayanılarak toprağı işleme, ekim ve hasad gibi mevsime bağlı işler için bir takvim geliştiren Babil'liler, zaman ölçümünde hayret edilecek bir incelik ve dakikliğe ulaşmışlardı. Örneğin, yılın uzunluğunu sadece 4,5 dakikalık gibi küçük bir hata payı ile hesaplayabiliyor, her 18 yılda bir meydana gelen ay tutulmalarını da önceden kestirebiliyorlardı.

Soru 5 Mısır'ın ilk adımlarda yeri nedir?

Bilim Mezopotamya'da ilk adımlarını atarken komşu bir başka uygarlıkta (Mısır uygarlığında) da benzer gelişmelere tanık olmaktayız.

Mezopotamya'da tarım, sulama sorunuyla karşı karşıyaydı ve oldukça ileri bir teknik bilgi gerektirmekteydi. Mı-

sır'da ise, tarım daha basitti. Geçimi toprağa bağlı olanlar Nil'in taşıp iki yakasındaki düzlükleri basmasını bekler, sular çekildikten sonra ekim başlardı. Sulama problemi yoktu; açlık da sürekli bir tehlike değildi. Kültür ve refah düzeyi yüksekti. Toplum, çalışanlarla yönetenler arasında ikiye bölünmüştü: Üst katta ruhbanlarla aristokratları içine alan küçük bir azınlık, alt katta emekçileri kapsayan büyük çoğunluk. Mısır da Babil gibi sınırsız teokratik bir düzene bağlıydı; her iki kültürde de bilim papazların elinde idi. Günümüze kalan ve dünyanın yedi harikasından biri sayılan piramitlerin, karmaşık ve ileri bir teknoloji kadar geniş iş gücü olanağına da dayandığı muhakkak. Eserlerin büyüklüğü ve ince ustalık isteyen yapımları bugün de göz kamaştırıcı niteliğini sürdürmektedir. Mısır'lıların ölümlere duydukları saygı aşırı ölçülere ulaşmış olmalı.

Mısır, hekimlik dışında, bilimin hiçbir kolunda Mezopotamya'da ulaşılan düzeye çıkamamıştır. «Edwin Smith Papürüs'ü» diye anılan, M.Ö. 1700 yıllarından kalma tıbbî bir metinde baş ve göğüs yaralanmaları üzerinde durulmaktadır. Hekimlik uygulamasının sistematik bir metotla yürütüldüğü anlaşılmaktadır: Önce hastanın dikkatli bir muayeneden geçirilmesi, sonra teşhis konması ve tedavi biçiminin tayini, en sonunda da tedavinin yapılması belirtilmektedir. Tedavi sürecinde, ilâç sürme, yaralı organın sarılması ve hareketsiz hale getirilmesi, sürekli veya aralıklı bakım söz konusu. Ampirik nitelikte olan bu uygulamaların, insan anatomisi ve fizyolojisi ile ilgili herhangi bir bilgiye dayandığını söylemek güç.* Sadece mumyalama tekniklerinin bu tür bilgilere dayandığı söylenebilir. Günümüze kalan kaynaklardan, tıp literatürünün daha ziyade reçete biçiminde basit tariflere yer verdiği, hastalıkların ayrıntılı açıklamalarına yer verilmediği görülmektedir.

(*) «Ampirik» ya da «empirik» kelimesi bilgi edinmede yalnız gözlem veya deneye dayanma anlamını ifade eder.

Hekimlik başka yerlerde olduğu gibi Mısır'da da bir yanı ile büyüye dayanmaktaydı. Hastalık kötü bir ruhun vücuda yerleşmesi olarak yorumlanır, iyileşmek için bu kötü ruhun kaçırılması gereğine inanılırdı.

Mısır matematiğinin tarihsel şöhreti sağlam bir temele dayanmamaktadır. Yunan'lıların matematiği Mısır'lılardan öğrendikleri iddiası bu şöhrete yol açmış olmalı. Aslında Mısır'da da matematik, pratik problem çözme dışında ve ampirik olmaktan öte hiçbir teorik nitelik taşımamaktaydı. Üstelik Mısır sayı sistemi Babil'lilerinkinden daha kaba, hesaplama işlemleri de daha karmaşık ve zaman alıcı idi. Öte yandan, Mezopotamya'da ulaşılan gök bilgisine Mısır'da rastlamamaktayız. Mısır, hekimlikte olduğu gibi matematik ve astronomide de başlangıçta sağladığı gelişmeyi sürdürmemiştir. Günün 24 saate ayrılması dışında Mısır'dan bize bu alanda bir şey kaldığı söylenemez.

Soru 6 Mezopotamya ve Mısır'da bilimsel gelişmeler neden sınırlı kalmıştır?

Eski uygarlıklarda bilim olgu toplama, pratik ilgi ve ihtiyaçlara cevap arama safhasını aşıp, teorik nitelikte sorulara yönelememiştir. Bu aşama Yunan dönemini bekler. Gerek Mezopotamya, gerek Mısır'da sağlanan tüm bilgi ve beceriler yaşamın pratik ihtiyaçlarına dönük, ampirik ve teknik bilgi düzeyinde kalmıştır. Matematikte bile problem çözmenin ötesine geçilememiştir. Doğanın yapı ve işleyişi üzerinde herhangi bir teorik spekülasyona gidildiği göze çarpmamaktadır. Evren karşısında tecessüs ve hayret duygusuna kapılma, katıksız bilgi aşkı ile doğayı inceleme uygarlığımızın daha sonraki aşamalarında belirecektir. Ne Mısır'lılar, ne de Mezopotamya'lılar katıksız bir tutku ile evreni anlama çabasına girmemişlerdir. Bu nedenle onların son-

raki gelişmeler üzerindeki etkileri teknik yönden olmuş, kavramsal yönden olmamıştır.

Örneğin, Babil'lilerin daha M.Ö.1800 yıllarına gelmeden oldukça karmaşık cebirsel ve geometrik problemleri çözme yetenekleri ileri bir düzeye yükselmişti. Ne var ki, onlar daima somut örnekler ve sayısal değerler kullanarak problemlerini çözerlerdi. «Değişken» ve «genellik» kavramları yoktu. Bu tür soyut kavramların ortaya çıkışı Yunan düşüncesine özgü bir gelişmedir.

Astronomideki durum da farklı değildir. Gök cisimlerinin hareketleri ile ilgili uzun ve sürekli gözlemlerinin bir yığın güvenilir, yararlı ve düzenli bilgi verdiğini biliyoruz. Fakat gözlem sonuçlarını açıklayıcı teorik nitelikte bir genellemeye ulaşıldığını gösteren hiç bir belirtiye rastlanmamıştır. Kaldı ki, Babil'lilerin gökyüzü ile ilgileri astrolojik nitelik taşımaktadır.* Gökyüzünü gözlemekle devletin geleceğine, refah ve mutluluğuna ilişkin bazı işaret veya belirtileri yakalayabileceklerini umuyorlardı. Bu nedendir ki, matematikteki başarıları günümüzde takdir gördüğü halde, astronomideki çalışmaları, modern astronomi yönünden, önemsenmemektedir. Özellikle, gözledikleri hareketleri fiziksel olarak açıklama yoluna gitmemiş olmaları çalışmalarını entellektüel yönden etkisiz kılan başlıca neden olmuştur.

Gerçek anlamda bilim, gözlemlerimizi açıklama, evreni anlama ihtiyacının belirlediği noktada başlar. Böyle entellektüel ilginin izine ne Mısır'da ne de Mezopotamya'da rastlamaktayız. Astronomi takvim yapma ve astrolojik kehanetlerde bulunma amacı gütmekteydi. Matematik arazi ölçümü ve iş hayatı hesaplamaları gibi pratik problemlerin çözümünüle sınırlıydı. Tıp hastaları iyileştirme ve kötü ruhları kovma

(*) «Astroloji» gök cisimlerinin konum ve hareketlerini gözleme ve bunların insan yazgısını nasıl etkilediğini söyleme sanatı demektir. Bir bilim olan astronomi ile karıştırılmamalıdır.

uygulamasından öteye geçmiyordu. Metalurji, kimya ve boya sanatları görenekler çerçevesinde kaldığından yazılı kayıtlarına ancak son dönemden kalma tabletler üzerinde rastlanmaktadır.

İki uygarlığın beklenen gelişmeyi gösterememesinin bir nedeni de el becerileriyle papazların uğraşları arasında bir ilişki veya etkileşimin kurulmamış olmasıdır. Elle kafanın birleşmediği yerde sonuç hemen daima duragan, kısır ve cansız olmaktan kurtulamıyor. M.Ö. 1100 sıralarından kalma ve bir babanın oğluna verdiği öğütün kaydını taşıyan bir papürüs bu ayrılığı belgelemektedir: «Yazı yazmayı iyi öğren, öyle ki, kendini ağır bedenî işlerden kurtarmış olasan ve ünlü yöneticiler katına yükselersin. Yazmasını bilen süflî işler görmez; emir verir, yönetir. Kızgın fırınların ağzında metal işçilerini gördüm, parmakları timsahları andırıyordu. Bunlar balık döküntüsü gibi kokarlar. Hiçbir demirciyi yetkili bir mevkide, hiç bir dökümcüyü elçilik işinde gördüğümü hatırlamıyorum.»

Bu gelenek eski kültürlerin etkisini sürdürdüğü yerlerde bugün bile kaybolmuş değildir.

Soru 7 Yunan bilimi nasıl başladı?

Eski uygarlıkların bilimde ulaştıkları düzey doğayı incelemedeki yaklaşımlarına bağlı kalmıştır. Mısır ve Babil'lilerin ampirik ve faydaya yönelik yaklaşımlarının sonuçları ile Yunan'lıların fayda aramayan, spekülatif yaklaşımlarının sonuçları çok farklı olmuştur. Babil'lilerin astronomi bilgisi, gökyüzü cisimlerinin görünen hareketlerini uzun gözlemlerle saptamaktan, bunlar arasında buldukları düzenli ilişkilere dayanarak ileriki durumları kestirmeye çalışmaktan ileri geçmiyordu. Onlarda bu gözlem verilerini açıklamak ihtiyacı hiç bir zaman uyanmadı. Oysa evreni

anlamak ihtiyacı Yunan düşüncesinin belirgin özelliğidir. İlk defa Yunan uygarlığında doğayı katıksız bir bilgi tutkusunu ile anlamak isteyen kişilere rastlamaktayız. Bu kişilerin uğraşları faydaya yönelik değildi; düşünceleri gözlemlenmeye sınırlı kalmak şöyle dursun, gözleme çok kere ters düşen atılımlarla yüklüydü. Onlar doğayı kontrol etmek değil, düpedüz anlamak istiyorlardı. Gerçi Yunanlıların Mısır ve Mezopotamya'da gelişen teknik becerilerle, matematik, astronomi ve tıp alanlarında edinilen bilgilerden yararlanmadıkları söylenemez; ne var ki, onlar bu bilgileri kendi anlayış ölçüleri içinde değiştirmekten, ya da bunlara yeni bir anlam vermekten de geri kalmadılar.

Yunanlıların kökeni, Ege kıyılarına gelip yerleşmeleri hakkında fazla bilgimiz yoktur. M.Ö. 1000 yılları etrafında Ege Denizi kıyılarında varlıkları hissedilmeye başlanıyor. İlkel bir kültüre sahip savaşçı bazı kabilelerden oluştuğu söylenebilir. Bilim adına fazla bir şeyleri yoktu, fakat enerjik, yaşama sevinci taşıyan, öğrenme ve anlama isteği ile dolu bir topluluktu. Dünyayı irili ufaklı bir sürü doğaüstü kuvvetlerin yönettiğini sanıyorlardı. İlk yazdıkları efsaneler son derece güzel masallardan ibaretti. Daha sonra, M.Ö. 7'nci yüzyılda Küçük Asya, Yunanistan, Güney İtalya ve Sicilya'da kurdukları kentlere yerleştikleri, çok geçmeden zengin bir edebiyat oluşturdukları görülmektedir. Barbarlıktan, demir-çağı uygarlığına geçişleri, deniz ticaretine el atmaları zor olmadı. Finike'lilerden aldıkları alfabe hem çivi yazısından, hem de hiyegrolif'ten daha kullanışlı, daha basitti. Ne yazık ki, aynı üstünlüğü sayı sisteminde sağlayamadılar: Rakamları alfabe harflerinden alınmıştı.

Gerçi bu başlangıç bilim yönünden pek de elverişli değildi. Ancak doğa ile ilgilenmeğe başladıktan sonra yeni ve güçlü bir görüş kendini göstermede gecikmedi. Yunanlılar soyut düşünceden hoşlanıyor, pratik problemlere ce-

vap arama yerine, doğa felsefesi yapmayı yeğliyorlardı. Bu gelişme, modern bilimin başlangıcında olduğu gibi, kişilerin özel çalışmalarına dayanmıştır. Günümüzde giderek daha fazla anonim nitelik kazanan bir bilim türü Yunan ruhuna aykırıydı.

Soru 8 Tales kimdir?

Yunan bilimi, Küçük Asya'nın batı kıyısı İyonya'da doğdu. Hakkında bilgi sahibi olduğumuz ilk bilgin Tales'dir. M.Ö. 6'ncı yüzyılın başlarında hareketli bir ticaret merkezi olan Milet'de yetişen Tales'le başlayan düşünce geleneği bugün bile kaybolmuş değildir. Bu gelenek, mitolojik düşünceden rasyonel düşünceye geçişi temsil eder.

Tales düşüncelerini öğrencileri yoluyla yaydı; yazılı bir metin bırakmadı. Matematik, astronomi ve doğa felsefesi ile uğraşan büyük bir bilge idi. Kendi çağında eriştiği parlak ününü geniş bilgisine borçluydu: M.Ö. 585'de meydana gelen güneş tutulmasını daha önce haber verecek kadar astronomide ilerlemişti. Matematiksel yoldan gemilerin kıyıdan uzaklığını hesaplayabiliyordu. Mısır gezisinden geometri ile döndüğü, birkaç teoremi (örneğin, bir ikizkenar üçgenin taban açılarının birbirine eşit olduğu teoremini) bulduğu söylenir. Daha önemlisi, bilimsel nitelikte ilk görüşü, evrenin sudan meydana geldiği hipotezini ortaya atmasıdır (*).

Tales'in, bilgilerinin çoğunu Mısır ve diğer ülkelere yaptığı gezilerden topladığı söylenebilir. Ancak evrenin su-

(*) Tales «evren» değil, «kozmos» sözcüğünü kullanır. «Kozmos» Yunan düşüncesinde düzenli, rasyonel, anlaşılır bir evreni, içinde geçen tüm olaylar için doğa ötesine başvurmaksızın bir açıklamanın var olduğu bir dünyayı adlandırır.

dan oluştuğu görüşü bu türden değildir; kendi başlattığı düşünce geleneğine özgüdür. Ne Mısır'da, ne de başka bir yerde, doğaya yepyeni bir yaklaşımı simgeleyen bu devrimsel nitelikteki görüşün izine rastlanmıştır.

Tales'e göre evreni anlamak, onun yapısal niteliği (physis)'ni anlamayı gerektirir; bu ise maddeden başka bir Şey değildir. Böylece Tales materyalist felsefeyi başlatmış oluyordu. Evrenin yapısal niteliğini belirlemeğe çalışırken Tales ve onu izleyenler bu niteliğin basit bir madde olduğunu, ancak bu basit maddenin değişik biçimlere dönüşmesiyle evrenin karmaşık bir yapı niteliği kazandığını belirtmekten geri kalmıyorlardı.

Daha baştan, doğa felsefesinin temel sorunlarından biri «varoluş» ve «yokoluş» sorunuydu. Bu sorunda değişme, meydana gelme, bozulma, yaşam, ölüm ve hareket gibi süreçlere ilişkin anlamlar yer alıyordu. Bu sorunun ön plana alınmasına rağmen, çeşitli değişme türlerinin ayırdedilmemiş olması, daha sonra bazı düşünme zorluklarına yol açtığı gibi, bilimsel gelişmeyi de aksatmıştır. Tales geleneğinin, üzerinde yaşadığımız dünya ile gökyüzünde hareketlerini izlediğimiz cisimler arasındaki ilişkiyi açıklama çabası, bir yanda uzay kavramının doğmasına, öte yanda daha önce büyü ve astrolojiye konu olan astronomi düşüncesinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Gerçi Tales'in düşünceleri arasında bize çocukça görünenleri de yok değildir. Örneğin dünyayı bir tahta parçası gibi suda yüzen düz bir tepsi sayıyordu. Ancak önemli olan söylediklerinin doğru ya da yanlış olmasından çok, bu tür konular üzerinde durmasıydı.

Evreni doğal sayması ve doğada olup bitenlerin doğaüstü mitolojik kuvvetlere gitmeksizin anlaşılabilir olması varsayımı, Tales'le başlayan geleneğin düşüncemize kazandırdığı en büyük katkıdır.

Soru 9 Tales'i kimler izledi?

Tales'in iki yönde açtığı çığır ününün gerçek nedenini teşkil eder. Geometriye isbat fikrini sokması; böylece matematik düşünce ampirik işlemlerin sınırlayıcı kayıtlarından kurtulmuştur. Evrendeki tüm nesnelere bir tek maddeye indirilmesi; böylece evrende olup bitenleri evrensel bir ilkeye bağlayarak açıklama yolunu açmıştır.

Tales'in evrensel ilke olarak suyu seçmesinin gerçek nedenini bilmemekle beraber, suyun yaşam için zorunlu olması, sıvı, katı ve gaz biçimlerini alması akla yakın nedenler olarak gösterilebilir. Ancak Tales'in, suyun nasıl ve niçin biçim değiştirdiği konusunda bir görüşü olup olmadığını bilmiyoruz. Bu konuda kendisini izleyen Anaximander'in düşündüğü bilinmektedir. Anaximander'e göre evrenin temel maddesi «sınırsız» veya «sonsuz» diye nitelediği, evrensel, bitmeyen, değişmeyen, görünmeyen pek maddesel olmayan bir nesnedir; öyle ki, tüm nesnelere bu ana nesneden değişik özellik ve nitelikler seçerek oluşur. İlk kaynak olan «sonsuz»dan karşıt şeyler hareket yardımı ile türemiştir: Önce soğuk ve sıcak, dışı ateş (sıcak), içi hava (soğuk), ve su ortasında arz olmak üzere bir halka biçiminde ayrılmıştır. Arz başlangıçta ıslaktı, sonra sıcaklığın etkisi altında kuruyarak dört halka meydana geldi: sıcak (ateş), soğuk (hava), ıslak (su), kuru (toprak). Bu dört nesne ve onlara ait özellikler modern bilimin doğuşuna kadar geçen ikibin yıl boyunca doğayı oluşturan asıl varlıklar olarak kabul edilmiştir.

Anaximander, gök cisimlerinin kökeni ile ilgili bir teori de ortaya atmıştır. Bu teoriye göre güneş, ay ve yıldızlar ateş halkasının daha küçük halkalara ayrılmasıyla meydana gelmiştir. Güneş halkası arz halkasının yirmiyedi, ay halka-

sı ise ondokuz katı büyüktü. Şüphesiz bu rakamların kendiliğinden bir önem taşıdığı söylenemez. Ne var ki, önemli olan Anaximander'in gök cisimlerini, tanrıların arabaları olarak sayma geleneğini bir tarafa itip, mukayeseye elverişli, ölçülebilir fizik nesnelere olarak düşünmesidir.

Bu tür düşünmeyi Tales'den 40, Anaximander'den 20 yaş kadar küçük olan Anaximenes adlı bir bilgin daha da ileri götürdü. Anaximenes «sonsuz»u, somut veya gözlenebilir niteliklerden yoksun bulduğu için reddetmiş, yerine hava veya buharı temel nesne olarak önermiştir. Ona göre inceltilebilir veya seyrekleştirilen hava ısınır, böylece ateş olur; sıklaştırılan hava ise soğur, böylece önce rüzgâra, sonra buluta, daha sonra suya, en sonunda da toprak ve taş döner. Hava daima hareket halinde olduğundan, değişme sürekli bir olanaktır. Hava aynı zamanda nefes niteliğindedir. o halde, hayatın da kaynağıdır. Anaximenes'in hava, rüzgâr, bulut, yağış gibi meteorolojik oluşumlardan söz etmesi, doğa olaylarına karşı artan ilgiyi gösterir. Bizi çevreleyen atmosferin, ruhlardan değil, fiziksel nesnelere ibaret olduğu düşüncesi kesinlikle belirlemiştir. Anaximenes, evrenin, kendisini oluşturan maddesel nesnelere açınlanması gereği üzerinde ısrarla durmuş, böylece materyalist görüşü tam bir açıklıkla ortaya koymuştur.

Tales, dünyayı suda yüzen bir tahta parçası gibi tasavvur etmişti. Su dünyanın dayanağı idi. Onu izleyenler böyle bir dayanağa gerek görmemekle, «ortak-duyu»ya karşı çok büyük bir zafer kazandılar. Gerçekten arz gibi katı ve ağır bir cismin hiç bir şeye dayanmaksızın durduğunu düşünebilmek bugün bile birçok kimseler için kolay değildir. İyonya bilginleri arzı, etrafında dönen tüm evrene aynı uzaklıkta, hiç bir yöne doğrulma nedeni olmayan, kısa bir silindir olarak tasavvur etmişler. Böylece arzın hareketsiz ve evrenin doğal merkezi olduğu düşüncesi doğmuş oluyordu.

Soru 10 Yunan düşüncesindeki akılcı eğilim nasıl belirdi?

M.Ö. 550'den sonra gelen yüzyıl içinde, Yunanlılar Pers ordularına karşı ölüm kalım savaşı verdiklerinden, İyonya'da başlayan bilimsel çalışmalarda bir ilerleme olmadı. Bilginlerden bazıları, bu arada Pitagor, Ege'den ayrılıp güney İtalya'daki Yunan kolonisine yerleştiler. Pitagor mistik veya yarı dinsel bir nitelik taşıyan ünlü kardeşlik derneğini şimdi Calabria denen yerde kurdu (M.Ö. 530 sıralarında.)

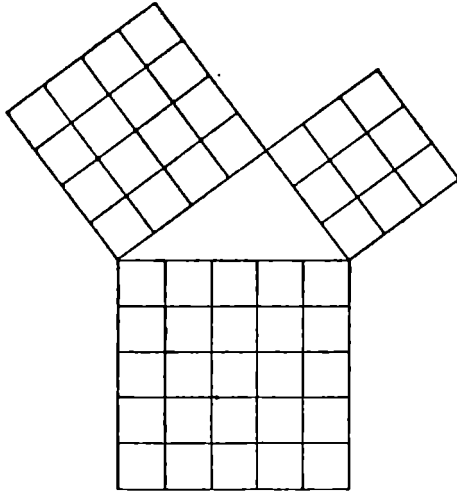
Tales, Anaximander ve Anaximenes İyonya'da yetişmişlerdi; başlattıkları gelenek materyalist görüşe dayanıyordu. Güney İtalya ve Sicilya'da Pitagor'la başlayan geleneğin ise niteliği değişti. Buradaki filozoflar materyalist değil, rasyonalist idiler. Onlar için evreni teşkil eden temel maddeden çok varlık ve değişmenin gerçek niteliği gibi çetin ve karanlık sorunlar önemliydi.

Pitagorcular uzun süre öğretilerini gizli tutmaya çalıştılar. Bu yüzden öğretilerinin pek çok ayrıntısı tam aydınlanmış değildir. Ama bilinen şu ki, sayıya evreni anlamının anahtarı gözüyle baktılar ve matematiğe büyük önem verdiler. «Evrenin yapı taşı sayıdır», derken Pitagor ve onu izleyenler birbirine bağlı bir seri fikir daha ortaya atmış oluyorlardı. Her şeyden önce, sayı teorisi üzerindeki çalışmaları tüm doğal sayıların 1'den elde edilebileceğini göstermişti; bu nedenle evreni 1'e özdeş görüyorlardı. Sonra, biri bir nokta, ikiyi bir doğru parçası, üçü bir üçgen, dördü bir piramit sayıyorlardı. Bu da katı cisimlerin sayılar kullanılarak «inşa» edilebileceği iddiasına hak kazandırıyordu. Pitagor'u sayılar arasındaki orantılar da çok ilgilendirmiştir. Çalgı aletlerinin tel uzunlukları ile çıkarılan sesler arasında sayı ile ifade edilebilen orantılar keşifleri arasında özel bir yer tutuyordu. Bazı sayıların gene müzikle ilişkileri yönünden «harmonik orantı» özelliği taşıdığı, böylece Yunan evreni için gerekli harmoninin sağlandığı sanılıyordu.

Daha sonraki çağlarda Pitagor'un öğretisi, evreni matematiksel kanunların yönettiği biçiminde yorumlanmıştır. Bu doğrudur şüphesiz; fakat onun öğretisi bundan ibaret değildir. Onun asıl söylemek istediği evrenin sayıdan başka bir şey olmadığıdır. İyonya'lı filozoflar için evren maddî nesnelere meydana gelmişti. Pitagor su, hava gibi maddî nesnelere yerine sayıyı koyuyordu. Gerçek evrenin özü sayıydı. Gene evren yuvarlaktır derken Pitagor evren ile ilgili gözlemlerini değil, düpedüz matematiksel bir ilkeyi dile getiriyordu.

Evreni matematiğe indirgeme iki yönden birine bizi yöneltebilir. Bu yönlerden biri bugünkü anlamda matematiksel fizik çalışmasına girmek, başka bir deyişle, gözlem ve deney sonuçlarını yorumlama ve genellemede matematiği kullanmaktır. Diğer yön matematiksel sezgiyi kendi başına yeterli görmek, dünyayı anlamada gözlemi önemsiz hatta gereksiz saymaktır. Pitagorcular ikinci yönü tuttular ve bu tutum doğanın incelenmesinde kendilerinden sonra gelenlerin bir türlü bırakamadıkları talihsiz bir örnek olmuştur.

Öte yandan, Pitagorcular çok geçmeden matematik görüşlerinde bazı çelişkiler olduğunu farkettiler. Bilindiği üzere Pitagor adını taşıyan geometrik teorem dik açılı bir üçgende iki kenarın karelerinin toplamının hipotenüsün karesine eşit olduğunu ifade eder. (Bkz. Şekil 1) Teoremin «doğruluğu» çok çeşitli yollardan sayısız örneklerle isbat edilmiştir. Ancak bazı hallerde, örneğin kenarları bir ünite uzunluğunda olan bir ikizkenar dik üçgende, hipotenüsün uzunluğu nedir? Teoreme göre bunun ikinin karekökü, yani $\sqrt{2}$, olması gerekir. Pitagorcular $\sqrt{2}$ 'nin ne bir tamsayı ile ne de tamsayıların herhangi bir bileşimi ile ifade edilemeyeceğini görmekte gecikmediler. Beklemedikleri bu keşif onları bir çıkmaza sokmuştu: Tamsayılar evrenin temel yapı taşları ise, onlarla ifade edilemeyen bir uzunluk nasıl olabilirdi?



ŞEKİL 1

Pitagor Teoreminin bir ispatı: $3^2 + 4^2 = 5^2$

Bir sır olarak saklamak için and içtikleri bu dilemi iki yoldan (biri matematiksel, diğeri fiziksel) çözüme çabasını gösterdiler. Matematiksel çözümden aritmetiğin bırakılıp geometrinin ön plana alındığını görüyoruz. Tamsayı ile gösterilemeyen bir hipotenüs bir doğru parçası olarak belli uzunlukta idi. Fiziksel çözümden ise evrenin yapısında atomal üniteler yerine bunların özellik veya nitelikleri ön plana alındı.

Rasyonalist görüşü temsil edenlerin hepsi şüphesiz Pitagorcu değildi. Örneğin Heraklit (M.Ö. 500 yıllarında) için gerçeğin özü sayı değil, değişme süreciydi. Her şey sürekli bir değişme süreci içindedir; bu nedenle nesnel dünyayı incelemeye olanak yoktur. Zira bir şeyin incelenmesi, o şeyin kimliğini sürdürmesini gerektirir. Oysa bugünkü dünya dünkünden farklıdır; yarınki de bugünkünün aynı olmayacaktır. Öte yandan Parmenides (M.Ö. 475)'in

tezi büsbütün değişikti: Ona göre, değişme ve hareket görünüştedir; duyularımızın birer aldanmasıdır. Asıl gerçek «olma»dır, zira aklımız «olmama»yı değil, ancak «olma»yı kavrayabilir. «Olma» değişmeyen, hareketsiz, bitmeyen varlıktır.

Pitagor'unki gibi bu öğretiler de maddî dünya karşısına metafizik bir dünya çıkarıyordu. Birinde maddî nesnelere ve onlara bağlı hareketler, öbüründe gerçeğin kendisi yer alıyordu. Birini duygularımızla, öbürünü aklımız veya aklımıza dayalı sezgimizle öğrenebiliriz, deniyordu.

Soru 11 : Atomsal evren kavramı nasıl doğdu?

Materyalist ve rasyonalist görüşlerin karşılıklı eleştirisi ve etkileşimi evren üzerinde daha belirgin kavramların ortaya çıkmasına yol açtı. M.Ö. 450'den sonra ortaya atılan teorilerin, sayı, gök cisimleri, canlı ve cansız varlıklar ile ilgili daha sağlam ve ayrıntılı bilgilere dayandığı görülmektedir. Bu teorilerden yalnız ikisine değinmekle yetineceğiz: Empedocles'in kantitatif dünya görüşü, Demokrit (Democritus)'in atomsal evren görüşü.

Empedocles'e göre, tüm varlıklar, dört elemanın (ateş, hava, su, toprak) kantitatif olarak değişik oranlarda birleşmesinden meydana gelmiştir. Başlangıçta bu dört «temel» elemanı içine alan küresel bir evren vardı. Bu evren, ayrıca elemanların ilişkilerini sağlayan **sevgi** ve **nefret** diyebileceğimiz iki kuvveti de içinde taşıyordu. Sevgi elemanların birleşmesini, nefret birbirini itmesini, ayrılmasını sağlıyordu. Üstünlük sevgideydi, fakat hareket ve değişiklik için nefrete ihtiyaç vardı. Dünyamız iki kuvvetin çarpışmasından bir rastlantı sonucu doğmuştur. Aynı şekilde başka dünyaların da ortaya çıkması beklenebilir. Gene iki kuvvetin arasındaki uyumsuzluktan gece ile gündüz, gök cisimleri ve bildiğimiz evren ortaya çıkmıştır.

Empedocles'in astronomi ile ilgili düşünceleri de ilginçtir. Ona göre, Ay ışığını Güneşten alır; hem Güneş hem Ay dünya etrafında dönmektedir. Güneş tutulmalarının nedeni Ay'ın Güneş ve Arz'ın arasından geçmesidir. Evren yumurta biçiminde olup gök kubbesi, hareketiyle Arzı merkezde sabit tutan, kristalimsi bir küreden ibarettir.

Empedocles'in organik evrim üzerinde de oldukça garip fikirleri var. Başlangıçta organizma bütünlüğü yoktu: organlarımız ayrı ayrı üniteler halinde (örneğin göz, el, bacak, baş, kol gibi) serbest dolaşmaktaydı. Sevginin çekiciliği altında rasgele birleşen bu üniteler çeşitli organizmaların meydana gelmesini sağlamıştır.

Demokrit'e gelince, onun teorisi günümüzdeki atom fiziğinin ilk habercisi olarak daha da ilginçtir.

Empedocles'in Pitagorcu düşünceden esinlenerek organik dünyaya uyguladığı ünite kavramını Demokrit fizik dünyaya uygulamış ve Milet'li Leucippus ile birlikte atomsal evren görüşünü başlatmıştır. Bunlara göre evrende her şey, fiziksel olarak bölünemeyen atomlardan meydana gelmiştir. Atomların sayısı sonsuzdur ve sonsuz bir boşlukta sürekli hareket halindedirler. Büyüklükleri, biçimleri, hatta ağırlıkları değişik olan atomlar sonradan yaratılmış değildir; ezelden beri vardır ve yok edilemezler.

Trakyalı olan Demokrit'in astronomi bilgisi zayıftı, fakat üstün bir matematik yeteneği vardı. O da, kendinden önce gelenler gibi, tüm nesnelere kaynaklık eden temel madde veya ilkeyi belirlemek yolundan fiziksel sorunları çözmeği denemiştir. Demokrit için iki gerçeklik vardı: atomlar ve içinde döndükleri boşluk. Atomların birleşmesi, hareketleri sırasındaki rastlantılara dayanmakta, fakat benzer olanların biraraya gelişi daha kolay olmaktadır. Toprağı meydana getiren atomlar daha kaba ve iri; ateş, su ve havayı meydana getirenler ise daha ince türden sayılmıştır.

Atom teorisi, Tales'le başlayan geleneğe uygun olarak

kelimenin tam anlamıyla ateist ve materyalist bir felsefe: evrende düzenleyici bir ruh, bir kuvvet veya tanrısal bir kanun aramamakta; her şeyi, hatta insanın ruh ve zekâsını, maddesel parçacıkların mekanik birleşiminden doğmuş saymaktadır. Modern bilimin ortaya çıkışına kadar etkinlik gösteremeyen bu görüş, özellikle Yunan dünyasında iyi bilinmekle beraber fazla popüler olmamıştır. Teori vaktinden önce doğmuşa benzemektedir.

Soru 12 Sokrat bilime ne yönden karşıdır?

Tales'le başlayan ve rasyonalist eğilimli filozofların eleştirisiyle daha bir kesinlik ve açıklık kazanan evreni açıklama çabası aşağı yukarı M.Ö. 400'e kadar sürmüştür. Materyalist görüşün egemen olduğu bu gelenekte, başlıca sorun evrenin yapısal niteliğini belirlemektir. Ortaya atılan açıklamalar, bize çocukça da görünse, birer hipotez niteliğinde idi. Ne var ki, birbiriyle bağdaşır nitelikte olmayan bu tür hipotezleri çoğaltmak giderek etkili olmaktan çıktı. Filozoflar başka sorunlarla ilgilenmeğe başladılar. M.Ö. 5'inci yüzyılın sonlarında doğaya dönük felsefeye tepkinin kuvvet kazandığı, gözlerin kosmoza insanı çevrildiği görülmektedir.

M.Ö. 5'inci yüzyılda Yunan dünyasının sanat, edebiyat ve politika merkezi olan Atina'da felsefe ve doğa bilimi adına önemli bir gelişme göze çarpmıyordu. O zamana kadar ortaya çıkan büyük filozofların hiç biri Atinalı değildi. Ancak Atina'da parlak bir döneme giren demokratik yönetim, serbest düşünme ve tartışmaya olanak verdiğinden, Atina pek çok düşünür, matematikçi ve bilginin uğrağı, hatta gelip yerleştiği yer oldu. Bunlardan birçoğu artık dağılmış olan Pitagora Kardeşlik derneğinin mensuplarıydı. Geçimlerini bilgi öğretmekle sağlayan bu göçmen düşünürlere «So-

fist» deniyordu. Sofistler gerçeği aramaktan ziyade, tartışmada üstünlük kazanma sanatı üzerinde duruyorlardı. Şüphesiz tartışmanın geniş yer tuttuğu demokratik bir toplumda bu sanatın değeri büyüktü. Ne var ki, gerçeği aramayı amaçlayan katıksız bilim ve felsefe açısından sofistlerin hüneri hiç de makbul sayılmamıştır.

Matematik Pitagor ve onu izleyenlerin elinde ampirik olmaktan çıkmış, mantıksal güç yönünden yüksek bir düzeye ulaşmıştı. Özellikle geometri kafa eğitimi için son derece etkin bir araç olarak görülüyordu. Sofistler tartışmada üstünlük sağlama sanatlarını icra ederken bu araçtan geniş ölçüde yararlanıyorlardı.

Sofistlerin bu tutumu karşısında rahatsızlık duyan Atinalıların başında tüm yaşamını gerçeği aramaya vermiş Sokrat (Socrates) geliyordu. Sokrat da tartışma sorunu ile yakından ilgiliydi. Ama o doğru sonuca götüren tartışmayla ilgileniyordu, yoksa sofistlerin yaptığı gibi tartışmayı kazanmakla değil. Sokrat'ın bu ilgisi mantıksal tartışmanın matematik dışında gelişmesine büyük katkı sağlamıştır.

Sokrat kendinden önce gelen düşünürlerin tersine doğa ile değil, insan sorunları ile uğraşıyordu. Amacı insanı iyi, akıllı ve âdil yapmanın yollarını bulmak ve göstermekti. Bir tür mantıksal tahlil metodu kullanarak «doğruluk», «iyilik», «adalet», «fazilet» gibi soyut kavramların «gerçek» anlamlarını saptamayı deniyordu. Metodu, ustaca yönelttiği sorularla karşısındakini düşünmeye sevk etmek ve doğruyu ona adım adım buldurmaktı. Atina'nın en iyi ailelerinden gelen öğrencileri onunla tartışmaya katılmaktan veya bu tartışmaları seyirci olarak izlemekten büyük zevk alıyorlardı. Örneklerine, Sokrat'ın en seçkin ve ünlü öğrencisi Eflatun (Plato)'un diyaloglarında rastladığımız bu tartışmalar bugün de hayranlıkla okuduğumuz ve yüzyıllar boyunca insanlığın kafa eğitiminde çok etkili rol oynayan eşsiz felsefe metinlerini teşkil etmektedir.

Sokrat'ın fikirleri ile doğa bilimleri arasında bir ilişki kurmak olanaksız olmasa bile son derece güçtür. Onun araştırmaları insana dönüktür. Ahlâk kavramlarının ve asıl gerçeğin aydınlatılmasına yardımcı görmediği için doğa bilimlerine karşı bile çıkmıştır. Sokrat'ın derin etkisi altında, doğaya dönük felsefe karşısında, tek sorunu insan ve onun davranış sorunları olan bir ahlâk felsefesi yükselir. Filozoflar artık iki kampa ayrılmıştır: Bir yanda dış dünyayı anlamaya çalışanlar, öbür yanda insanı iç ve dış dünyayla ilişkileri içinde ele alanlar. Eflatun'un Akademisi ile Aristo (Aristoteles)'nun Lyceum'u bu iki geleneğin güçlü kaynakları olmuştur.

Soru 13 Eflatun'un Akademisine kimler giremezdi?

Sokrat düşüncelerini ne bir sistem içinde birleştirdi, ne de yazılı bir metin bıraktı. Bu düşünceleri Parmenides ve Pitagor gelenekleri ile birleştirip insanlık düşünce tarihinde çok önemli bir yer tutan tutarlı bir felsefe sistemini Eflatun (Plato) ortaya koymuştur. Sokrat 71 yaşında ölüme mahkûm edildiğinde (M.Ö. 399) Eflatun 30 yaşlarında genç bir adamdı. Hocasını yitirmiş olmanın üzüntüsü ile Atina'yı terketti, yıllarca dönmedi. Döndüğünde ünlü Akademi'sini kurdu. Akademinin kapısında, «Buraya matematik bilmeyenler giremez,» yazılıydı. Eflatun etrafına topladığı öğrencileriyle uzun yıllar Akademinin başında kaldı, felsefesini özgür bir tartışma ortamı içinde geliştirdi. Akademiye matematiğe büyük önem veriliyordu. Fakat Eflatun'un ilgileri genişti; matematik yanında evrenin yapısal niteliği de incelenen konular arasında idi.

Eflatun a göre evren, idealar âlemi ve olgular âlemi olmak üzere ikiye ayrılmıştır. İdealar âlemi soyut «fikir»lerin, veya «form»ların barındığı mükemmel, ebedî ve değişme-

yen aşıl gerçekliği teşkil eden âlemdi. Olgular âlemi ise idealar âleminin üstünkörü bir kopyasıydı. Burada her şey geçici, kusurlu ve aldatıcı idi. Duyularımıza gerçek gibi görünen olgular aslında birer illüzyondan başka bir şey değildi. Eflatun'un duyularımıza değil, aklımıza güveni vardı. Yalnız eğitilmiş akıl bizi «doğru»ya, idealar dünyasına götürebilirdi. Bu eğitimin, en etkili aracı matematikti; çünkü matematiksel nesnelere, örneğin geometrideki üçgen, daire gibi şekiller soyut kavramlardır; kâğıt üzerindeki çizgiler bu kavramların ancak birer kopyasıdır. Matematikçi kâğıt üstünde çizilen şekillerle değil, soyut kavramlarla düşündüğü içindir ki, gerçeğe ulaşma olanağını elinde tutar.

Eflatun matematiğe olan bu inancı ile birlikte mistisizmini de Pitagor'dan almıştır. Atomcuların materyalist görüşü onun anlayışına her yönden aykırı düşmekteydi. Evreni birtakım maddesel nesnelere rastlantı sonucu birleşimlerinden ibaret görmek şöyle dursun, onu akıllı bir yaratıcının oluşturduğu inancına sınımsız bağlıydı. Evren amaçsız değil, amaçlarla dolu âdeta canlı bir varlıktı; kendine özgü bir ruhu vardı.

Eflatun'un doğal felsefesi, politik, moral ve teolojik eğilimleriyle uyumlu ve onlara tâbiydi. Bu felsefenin en belirgin özelliği, hiç şüphesiz, doğa kanunlarını tanrısal ilkelere buyruğu saymak, böylece astronomide ateizme son vermek olmuştur. Kendisinden önce gelen pek çok kimse gibi Eflatun da, evrenin başlangıçta kendiliğinden varolan bir kaos olduğu kanısındaydı. Kaos'un düzenli evrene dönüşümü, İyonya'lı filozofların dediği gibi, mekanik bir süreç sonucu değil, doğaüstü bir gücün işidir. Evren bu tanrısal gücün tasarladığı rasyonel bir plana uygun teşekkül eder. Planın uygulanmasına ilişkin pratik ve mekanik süreçlere gelince, konunun bu yönü Eflatun'u ilgilendirmemiştir.

Eflatun'un mistik evren görüşünün doğa biliminin gelişimini 2000 yıl boyunca ters yönde etkilediği söylenebilir.

Gözlem dünyasını gerçek dünyanın, idealar dünyasının, so-
luk bir müsveddesi sayması, duyularımıza güvençsizliği,
gerçeği kavrama gücünü yalnız akıla tanınması doğa bilim-
lerini gözden düşürmekle kalmamış, geniş ölçüde olanak-
sız kılmıştır. **Cumhuriyet** adlı kitabına bir göz atmak, onun
el işlerini nasıl küçümsediğini göstermeğe yeter. Eflatun bu
tür işleri kölelere bırakıyor, özgür insanlara soyut kavram-
larla düşünmeyi lâyük görüyordu. Astronomaqlara gökyüzüne
değil, kendi iç dünyalarına, akıllarına bakmalarını öğütlü-
yordu. Akıl onlara yıldızlı gökyüzünün dünya etrafında çem-
bersel döndüğünü gösterecekti. Çembersel hareket mükem-
meldi, çünkü gök cisimlerine yakışanı bu idi. Başka bir ha-
reket biçimi düşünülemezdi. Pekiyi, gezegenler için ne de-
nebiliridi? Bunlar yıldızlar arasında birtakım düzensiz ve ga-
rip yollar çizerek hareket etmiyorlar mıydı? Eflatun imkân-
sız diyordu. Bize garip ve düzensiz görünen bu hareketler,
aslında çembersel olması zorunlu olan birtakım düzgün ha-
reketlerin bir birleşiminden başka bir şey değildi. «Hepi-
miz», diyordu, «güneş ve ay, bu yüce tanrılar için uydurma
şeyler söylüyoruz. Diyoruz ki, bunlar ve diğer yıldızlar aynı
yolu izlememektedir. Sonra da tutup 'başiboş' anlamına
'gezegen' adını veriyoruz onlara. Oysa, tam tersine, hiçbir
yolundan asla sapmamakta, yol değıştirmemektedir. Değış-
meyen bu yollar, görünüş ne olursa olsun, tam çembersel-
dir.» Kepler'e gelinceye kadar geçen iki bin yıl Eflatun'un
bu görüşünü isbat çabasıyla geçti. Modern astronominin or-
taya çıkması, Eflatun geleneğinin iki temel ilkesinin, dün-
yanın evrenin ortasında sabit durduğu, gök cisimlerinin
çembersel hareket ettikleri, ilkelerinin yıkılışını beklemiştir.

Soru 14 Astronomi bilimi teorik olmaya nasıl başladı?

Eflatun'un doğa felsefesi temelde mistik ve matema-

tikseldi. Astronomiyi matematiğin bir uzantısı veya dalı gibi görüyordu. Öğrencilerine, yıldızlı göklerin gözlemini bir yana bırakıp, geometride olduğu gibi, astronomide de problem çözme metodunu kullanmalarını öğütlüyordu. Ne var ki, öğrencilerden bazıları onun önerdiği yoldan gitmediler, gökyüzü incelemelerini gözleme bağlı kalarak yürütmeyi tercih ettiler. Bunlardan biri, astronomide ilk bilimsel teorinin kurucusu Eudoxus (M.Ö. 409-356)'du.

Eudoxus, kantitatif astronomi ile spekülâtif Kozmoloji'yi birleştiren, böylece evrenin düzenini belirlemede gözleme gerekli yeri tanıyan ilk teorisyendi. Babil'liler daha önce gök cisimlerinin karmaşık periodik hareketlerini daha basit periodik hareketlere indirgemenin yöntemini geliştirmişlerdi. Eudoxus bunu duymuş olabileceği gibi, yeniden bulmuş da olabilir. Üstelik metodu aritmetik biçimden geometrik biçime dönüştürmek suretiyle daha da geliştirdi. Örneğin, her basit periodik hareketi bir çember veya küre ile temsil ediyordu. Bir küre gökyüzünün görünüşteki günlük dönüşünü, bir başkası aylık ve yıllık dönüşleri gösteriyordu. Bütün bu çember veya küreler eş merkezli olup dünyayı merkeze alıyordu. Gök cisimlerinin hareketleri ekvatorunda yer aldıkları kürelerin değişmeyen hızla yaptıkları dönüşlerle sağlanıyordu. Başka bir deyişle ayı, güneşi, gezegenleri ve yıldızları küreler taşıyordu. Kürelerin merkezleri ortak olmakla beraber, kutupları değişti. Bu değişiklik her kürenin farklı dönüşünün nedeniydi. Küreler fiziksel değil, matematiksel nesnelereydi. Bu yüzden görünmezlerdi. Eudoxus gök cisimlerinin hareketlerini açıklamak üzere bunlardan yirmiyedi tane varsayıyordu: biri sabit yıldızlara, üçü aya, üçü güneşe, ve o zaman bilinen beş gezegenin herbirine dört tane ayrılmıştı. Yeni gözlemler yapıldıkça, yeni periodik dolanmalar ortaya çıktıkça sistemin genişletilmesi gerekiyordu. Eudoxus'tan hemen sonra bu kürelerin sayısı 34'e ve daha sonra Aristo tarafından 56'ya çıkarılmıştır.

Eudoxus'un yermerkezli sistemi daha baştan birtakım zorluklara yol açmıştır. Teori, gök cisimlerinin dünyadan daima aynı uzaklıkta hareket etmelerini içeriyordu. Oysa Venüs ve Mars gibi gezegenlerin parlaklıklarının değiştiği çok öncelerden beri bilinen bir olguydu. Parlaklığın değişmesi, gezegenlerin dünyaya bazen yaklaştıkları, bazen de uzaklaştıkları anlamına gelirdi. Dahası vardı: güneş tutulmasının bazen tam, bazen halka biçiminde olduğu biliniyordu. Bu da güneşle ayın dünyaya göre olan uzaklıklarının değiştiğini gösteriyordu. Görülüyor ki, Eudoxus'un sistemi bilinen bazı olguları açıklamada yetersizdi. Bu yetersizlik yeni gözlemlerle daha da belirgin hale gelmiştir.

Unutmamak gerekir ki, bu sistemin başarı olanağı temelinde yatan peşin fikirle daha baştan sınırlanmıştı: buna göre gök cisimlerini taşıyan küreler ortak merkezleri olan dünya çevresinde değişmeyen bir hızla dönüyordu. Ancak bu peşin fikirden kurtulmak kolay olmamıştır. Dünyayı merkez olmaktan çıkaran Kopernik sisteminde bile kürelerin muhafaza edildiğini ve daha önemlisi gezegen yörüngelerinin hâlâ çembersel düşünülüğünü görmekteyiz.

Soru 15 Aristo'nun başlıca özellikleri nedir?

Eflatun'un doğa felsefesine olan tepkiyi ve Pitagor geleneğine özgü mistisizmi temsil ettiği ölçüde bilimin gelişmesini ters yönde etkilediğini yukarda belirtmiştik. Aristo (Aristotle) ise bir yanı ile Eflatun'a, bir yanı ile Atomculara bir tepkidir. Dünyayı anlamada duyulara verdiği önemle Eflatun'a, olguları kantitatif ve ölçülebilir açıdan değil kalitatif açıdan incelemeye yönelmesiyle atomculara karşı çıkmıştır. Bilimin gelişimini birinci yanı ile olumlu, ikinci yanı ile olumsuz etkilediği söylenebilir.

Aristo (M.Ö. 384-322) Makedonya'lı idi; onsekiz yaşın-

da iken Atina'ya gelmiş, Eflatun'un ölümüne (M.Ö. 347) kadar Akademide matematik ve felsefe öğrenimini sürdürmüştür. Hocasının ölümü üzerine Atina'dan ayrılarak bir süre Anadolu'nun Ege kıyılarında deniz biyolojisi ile ilgilenmiş, daha sonra birkaç yıl Makedonya Prensi İskender'e özel dersler vermiştir. Bundan sonra yeniden Atina'ya dönen Aristo, insanlığın kültür tarihinde Akademi kadar önemli yer tutan ünlü Lyceum'u kurdu. Ona ait bugün elimizde bulunan tüm eserler, Lyceum'da verdiği derslerin notlarına inhisar etmektedir. Bununla beraber, notların muhtevasını teşkil eden konuların geniş spektrumu, Aristo'nun evrensel zekâsını ve derin bilgisini yeterince yansıtmaktadır. Doğa felsefesi ile birlikte mantık, ahlâk, politika ve edebiyat eleştirisi gibi daha birçok konulara el atmış, bazılarının kurucusu olmuştur. Mantık ve bilim metodundan en spekülâtif düşün biçimi metafiziğe kadar Aristo'nun düşünce izini taşımayan konu kalmamıştır. O doğada olup bitenlerle olduğu kadar doğaötesiyle de ilgilenmiştir. Bilim tarihi yönünden bizi ilgilendiren onun kozmolojisi ve ona tutarlı bir temel teşkil eden fiziğidir. Bu alandaki teori ve fikirleri Galileo'ya kadar değişmez «doğru»lar olarak kabul edilmiştir.

Aristo'nun fiziğini felsefesinden ayırmak güçtür; ikisi bir bütün teşkil eder. Tüm evreni betimlemeye ve açıklamaya yönelik kapalı ve birleşik bir sistem kurmuştur Aristo. Bu nedenle onu anlamak sisteminin tümünü anlamayı gerektirir. Bu ise çetin ve çetin olduğu kadar tehlikeli bir girişimdir; tek bir insanın üstesinden geleceği bir iş değildir. Aristo'nun her alandaki çalışması başlı başına bir ihtisas konusu sayılabilecek niteliktedir.

Aristo yaşadığı dünyanın sorunlarına duyarlı bir düşünürdür. Ele aldığı konular içinde bulunduğu kültür ortamının özelliklerini ve eğilimlerini yansıtır. Bunun en belirgin örneklerinden biri mantıksal düşünmeyi formel kurallara bağlama yolundaki çalışmasıdır. Sofistler ve Sokrat'la olu-

şan tartışma ortamında, geometride etkinliği bilinen dedük-tif çıkarım veya isbat metodunun günlük dildeki uygulama kurallarını saptama gereği vardı. Geçerli düşünme koşulla-rını belirlemek, herhangi bir iddiayı dayalı olduğu kanıt veya belgelerin yeterlik derecesine göre değerlendirmek Yunan entellektüel dünyasının ulaştığı düzeyde kesin bir ihtiyaç-tı. Bizim değişik nitelikteki kültür ortamımızda çok kere dar ve yapma görünen Aristo mantığına, özellikle ayrıntılı bir sınıflamaya tâbi tutulan tasım tiplerine, o kültürün istekle-rinden doğmuş, insan zekâsının eşsiz ürünlerinden biri gö-züyle bakabiliriz.

Aristo'nun fiziği gibi kurduğu mantık da pek az deği-şikliklerle orta çağlar boyunca sürmüş, ve skolastik felse-fenin vazgeçilmez düşünme aracı olmuştur. Bugün bile ge-çerliğinden bir şey kaybetmiş değildir; sadece son geliş-meler kapsam ve metod yönünden daha geniş ve etkili ol-makla bu mantığı aşmış sayılabilir.

Sınıflama Aristo'nun her alanda uyguladığı bir metod olarak göze çarpıyor. Mantık'ta çıkarım kalıplarından hayvan veya bitki türlerini saptamaya, siyasal yönetim biçimlerin-den, cisimlerin hareketlerine kadar inceleme konusu her şe-ye Aristo'nun bu metodu uyguladığını görüyoruz. Şüphesiz bu tutum ile onun olgulara kalitatif yaklaşımı arasında sıkı bir ilişki vardır.

Soru 16 Aristo evreni nasıl tasavvur ediyordu?

Aristo'nun felsefesi kaynağını Eflatun'dan almakla be-raber giderek hem muhteva hem metod bakımından kendine özgü bir gelişme göstermiştir. Başlangıçta astronomi anlayışı metod yönünden spekülatif, muhteva yönünden Eudo-xus'cu idi. Oysa daha sonra bu anlayışın ampirik bir karakter almaya başladığını, özellikle biyoloji alanındaki çalışma-larında gözlemin büyük ağırlık kazandığını görüyoruz.

Aristo da kendinden önce gelen bilginler gibi tüm evreni kapsayan bir sisteme yönelikti. Ancak onun sistemi daha önce ortaya atılan teorilerin (Eflatun'un teorisi de dahil) hepsinden daha güçlü görünmektedir. Tasavvurundaki evren hiyerarşik ve tanrısal kuruluşuna rağmen aslında mekanik niteliktedir: bir dizi içiçe yuvalanmış kürelerden oluşmakta. Sabit yıldızları taşıyan en dıştaki kürenin hareket kaynağı, tüm evreni çevreleyen ve yöneten «hareketsiz hareket ettirici» (bir anlamda Tanrı) var. Aynı şekilde güneşi, gezegenleri ve ayı taşıyan diğer kürelerin de giderek azalan derecelerde «hareketsiz hareket ettiricileri» olduğu söylenebilir. Aristo'ya göre bunlar ruhsal nitelikte olup kürelerle olan ilişkileri ruhun bedenle olan ilişkisini andırır.

Gök cisimlerini taşıyan küreleri Aristo, Eudoxus'un anladığı gibi geometrik veya kavramsal nitelikte değil, düpedüz fiziksel olarak yorumlar. Bunlar saf, bozulmayan bir maddeden yapılmış, somut nesnelere. Ona göre, gökyüzü nesnelere yapıldığı madde ile yeryüzü nesnelere yapıldığı madde apayrı nitelikte şeylerdir. Birinciler mükemmel, ebedî, değişmez ve bozulmaz; ikinciler tam tersine geçici, kusurlu ve bozulur cinsten şeyler. Birincilerin hareketleri çembersel ve tek-biçim; ikincilerinki doğrusal ve değişik biçimler gösterir. Eflatun gibi evreni hem ebedî hem yaratılmış saymak Aristo için bir çelişkidir. Bir şey yaratılmışsa er-geç bozulmaktan kurtulamaz; ebedî ise, o zaman da bir başlangıç noktası yoktur, daima varolmuş demektir.

Değişen, kusurlu ve geçici dünyaya gelince, bu ay küresinin altında, arzı içine alan bölgededir. Ayın küresi iki âlemi; değişmez, mükemmel ve ebedî âlemlerle, değişen, kusurlu ve geçici âlemi birbirinden ayıran sınır çizgisini teşkil eder. Üzerinde yaşadığımız dünya, evrenin merkezinde yer almış tüm olumsuz özellikleriyle. Nasıl ki, gökyüzü cisimleri bozulmayan, saf ve öz bir maddeden yapılmışsa, dünyamız da dört eleman (toprak, su, ateş ve hava)'dan yapılmış

mıştır. Tam merkezde ağır ve eylemsiz niteliği gereğince toprak, onun dışında su, daha sonra hava, en dışta da ateş yer alır. Dünyamız evrenin merkezindedir, çünkü yapısında toprak büyük yer tutmaktadır. Dört eleman hiyerarşik bir düzene bağlıdır. Ateş en asili, toprak en bayağı olanıdır. Ateşin ve niteliği yönünden ona yakın olan havanın doğal yeri atmosferin üst kesimidir. Toprak ve ona yakın su ise evrenin merkezinde toplanmış, doğal yerleri atmosferin alt kesimidir.

Nesnelerin mükemmeliyeti evrenin merkezinden uzaklığına bağlıdır. Gökyüzü cisimleri arasında en az mükemmel olanı, merkeze en yakın olma durumuyla ay'dır. En çok mükemmel olanı ise merkezden en uzakta olan, en dıştaki küre ile onu harekete sevkeden «ilk hareket ettirici» kuvvet, yani Tanrı idi. Gökyüzü cisimlerinin parlaması onların ateşten yapılmış olduğu sanısına yol açmışsa da bu yanlıştır. Onlar ateşten değil, «esir» denilen beşinci bir öz madde den meydana gelmiştir. Parlamaları, dönen kürelerin çok alttaki havanın sürtüşmesine, hava sürtüşmesinin de ışık ve ısının meydana gelmesine yol açmasından ileri geliyordu.

Aristo'nun ortaya koyduğu sistem hem olumlu hem de olumsuz sonuçlara yol açmıştır. Sistemin uzun süreli etkisi bilimin gelişimini durdurucu olmuştur: daha üstün bir sistemi düşünmek uzun yüzyıllar olanaksız sayılmış, özellikle orta çağda «bilenlerin üstadı» diye anılan Aristo'nun her sözü âdeta gökten inmiş ayet niteliği kazanmış. Sistemin kısa süreli etkisi daha olumlu görünmektedir: Aristo'yu izleyen yüzyıl içinde birçok önemli bilimsel çalışmalar için iyi bir model ve esinlenme kaynağı olmuştur.

Soru 17 Aristo hareketi nasıl açıklıyordu?

Aristo Eflatun'un idealar öğretisini reddettiği halde biçim ve madde ayrımını benimsemişti. Eflatun salt biçimin

idealar dünyasında var olduğunu, Aristo ise maddeden bağımsız biçimin soyut düşüncenin ürünü olabileceğini ileri sürüyordu. Olgusal dünyada biçim maddeyle ilişkisi halinde var olabilirdi ancak. Ona göre, dünyamızı oluşturan dört eleman farklı nitelik biçimlerine sahipti: toprak kuru ve soğuk, su ıslak ve soğuk, hava ıslak ve sıcak, ateş kuru ve sıcaktı. Böylece herhangi bir nesnenin biçimsel nedeni, onu ne ise o yapan niteliklerin birleşimidir. Dünyadaki her nesne dört elemanın herbirinden az veya çok miktar bulunduğundan, her nesne dört temel (fakat çelişik) biçimden oluşur ve oluştuğu biçimlerin değişimi yolundan başka bir nesne veya maddeye dönüşebilir. Bu teori daha sonraki yüzyıllarda bayağı madenden altın elde etme çabasına düşen simyagerlere temel ilke olmuştur.

Cisimlerin hareketini açıklamak Aristo fiziğinin özünü teşkil eder. Ona göre bir cismin hareketini sürdürmesi, onu harekete geçiren şeyle temasının kopmamasını gerektirir. Canlıların hareket kaynağı kendi içlerindedir; cansız cisimlerin hareketi için ise dış bir kuvvet veya etkiye ihtiyaç vardır. Bu sonuncuların hareketini Aristo öküzle çekilen arabanın hareketine benzetir: öküz durduğunda, ya da arabadan ayrıldığında araba durur. Fırlatılan bir cismin hareketini bir müddet sürdürmesi, havada meydana gelen birtakım sarsıntılardan ileri gelir. Ancak bu sarsıntılar giderek zayıfladığından hareket hızını yitirir, cisim düşmeğe başlar. Hareketin havada, daha yoğun ortamlara göre, fazla sürmesi hava sarsıntılarının daha kolay olması ile ilgilidir.

Evrende her elemanın doğal yeri vardır; bu yerden ayrı düştüğünde yeniden ait olduğu yere dönme gereğini duyar ve ona çalışır. Buhar halinde havaya çıkan su, yağmur olup gene yere düşer; oysa toprağın altına inmiş olan su kaynak halinde toprak üstüne çıkma yolunu arar. Böylece su hem ağır hem de hafiftir. Zira ağır olmak düşmek eğilimini, hafif olmak yükselmek eğilimini taşımak demektir.

Ateş daima hafiftir, toprak ise daima ağır. Hava da su gibi hem hafif hem ağır olabilir. Bütün elemanların kendi yörelerinde ağırlıkları vardır. Bir taş parçasının yere düşme eğiliminde doğal hareketin bir örneğini görüyoruz. Aristo'ya göre bu hareket daima, iki nokta arasındaki en kısa mesafe demek olan bir doğru yol izler (gökyüzü cisimlerinin hareketleri değişik biçimdedir; onlar çembersel yol izlerler). Bir cisim hangi elemanı daha çok ihtiva ediyorsa, o elemanın doğal yerine daha fazla hızla hareket eder. Bu nedendir ki, Aristo ağır cisimlerin, hafiflerden, daha hızlı düştüğünü iddia etmiştir. Bunu söylerken, havanın direncini gözönünde tutmadığı sanılmasın. O bunu biliyordu; hatta daha yoğun bir ortamda, örneğin suda, düşme hızının daha az olacağını, ortam inceldikçe hızın artacağını, tam boşlukta hızın sonsuza ulaşacağını söylüyordu. Ancak hızın sonsuza ulaşması saçma olduğundan, doğada boşluk olanaksızdı. Uzay sürekli olarak madde ile doludur. Atomcuların evreni boşlukta dönen atomlardan meydana gelmiş saymaları büyük hatadır, Aristo'ya göre.

Doğal hareket için bir ortam nasıl gerekli ise, zorlanmış ya da dışardan yüklenmiş hareketler için de bir ortama ihtiyaç vardır. Böyle olmasaydı, atılan bir taşın elden veya sapandan çıktıktan sonra hareketini sürdürmesi beklenebilir miydi?

Soru 18 Aristo'da nedensellik kavramı ne ifade ediyordu?

İlerde de göreceğimiz gibi cisimlerin hareketleriyle ilgili bu görüşler sağlam temellere dayanmaktan uzaktır. Bir kere cisimlerin düşme hızı ilk bakışta sanıldığı gibi ağırlıkları ile orantılı değildir. Sonra atılan bir cismin hareketini bir müddet sürdürmesi havada meydana gelen sarsıntılarla

açıklanamaz. Dahası var: Aristo bir oismin hareketi için bir ortamın direncini gerekli görür; oysa, bu direnç aslında hareketin açıklanmasında bir yana bırakılması gerekli dış etkenlerden biridir.

Aristo da Eflatun gibi doğal oluşumlarda asıl yönetici ilkenin entellektüel desen veya amaç olduğuna inanıyordu. Ona göre olayların nedenini **maddesel, biçimsel, sağlayıcı ve sonuçsal** olmak üzere dört türe ayırmak gerektir. Maddesel neden nesnelere meydana getiren ilk ham maddeyi, biçimsel neden ham maddeye biçim, desen veya form veren gücü, sağlayıcı neden bu form veya desenin gerçekleşmesini sağlayan araç ve mekanizmayı, sonuçsal neden de böyle işlenen nesnelere hangi amaçlar için hazırlandığını belirler. Örneğin bir çanağı düşünelim: çamur maddesel nedeni, çamura verilen biçim veya desen biçimsel nedeni, çanağın yapımında kullanılan el ve alet sağlayıcı nedeni, çanağın yapımında güdülen amaç da sonuçsal nedeni teşkil eder.

Aristo için önemli olan biçimsel ve sonuçsal nedenlerdi. Birincisi tüm doğal nesne ve süreçlerde var olduğu için; ikincisi de evrende olup biten her şeyin belli bir amaca yönelik özelliğini gösterdiği için. Başlangıçta üstü örtük de olsa amaç daima vardır; her şey giderek daha belirginleşen bu amaca uygun biçimini kazanır ve oluşum böylece tamamlanır.

Aristo'nun gözünde, fiziksel açıklamalarda soyutlama veya ideal durumlar düşünme Eflatun'cu bir yaklaşıma düşmek demektir. O bu yüzden matematiğin fizikteki rolünü ya görmezlikten gelir, ya da küçümser. Matematik bilindiği gibi salt formlarla uğraşır; oysa fizik dünyada maddeden ayrı, özden bağımsız biçim söz konusu olamaz. Fiziksel olguların incelenmesinde mantıksal düşünme yetmez; onun yanında gözleme başvurma zorunluluğu vardır. Bu yaklaşım onun biyoloji alanındaki çalışmalarında daha belirgin olarak göze çarpmaktadır.

Soru 19 : Aristo'nun biyoloji alanındaki çalışmaları niçin önemlidir?

Aristo'nun biçimsel ve sonuçsal nedenlere verdiği önem en geniş ifadesini canlılar üzerindeki incelemelerinde bulur. Bu incelemeler basit bir sınıflamadan fazla ileri geçmemekle beraber, doğaya ampirik yaklaşımı temsil etmeleri bakımından önemlidir. 540 kadar değişik hayvan türünü sınıflama, en azından 50 değişik türden hayvan üzerinde teşrih incelemesi yapma azımsanacak bir çalışma değildir. Aristo sınıflamasını yaparken en başta hayvanların anatomik yapı özelliklerini gözönünde tutuyordu. Bazı gözlem sonuçları oldukça ilginçtir: örneğin, bir memeli ya boynuzludur, ya da yırtıcı dişlidir. İki özelliği bir arada bulmak olanaksızdır; zira, doğa israfa gitmez. Hayvan kendini ya boynuzu ile ya da dişi ile savunur. Böylece doğanın bir yerde harcadığını başka bir yerde tasarrufa giderek dengelediğini söyler Aristo. Bunun başka bir örneğini geviş getiren hayvanlarda bulur: bunlarda birkaç miğdeye karşılık dişlerin eksik ve yetersiz olduğu görülmektedir. Bir başka gözlemi de tek tırnaklıların boynuzlu olmadığı ile ilgilidir.

Aristo organik formların gelişimiyle de ilgili gözlemlerde bulundu. Yavrunun doğuş anında erişmiş olduğu gelişim düzeyi, onun sınıflama sisteminde önemli bir araç (kriter) vazifesi görür. Örneğin, yavrusu canlı doğan balina, ona göre, bu özelliği ile yumurtlayan balıklara değil, memelilere daha yakındır. Gene, doğuran dört ayaklı hayvanların postlu, yumurtlayan dört ayaklıların kabuklu olduklarına dikkati çeker. Yavrunun meydana gelmesinde ana ve babanın katkıları da değişiktir: Ana yavruyu teşkil eden ham maddeyi (maddesel neden), baba o maddenin aldığı formu (biçimsel neden) sağlar. Anayı keresteye, babayı onu işleyen marangoza benzetir Aristo. Onun daha önemli bir görüşü, bitkiden insana kadar tüm canlıların sürekli ve hiye-

rarşik bir evrim skalasında yer aldığını ileri sürmesidir. Skalanın en üst kesiminde yumuşak sıcak kanlı memeliler, en alt kesiminde sert soğuk bitkiler yer alıyordu. Bir canlının formu evrim skalasındaki yerini gösterir. Bitkiler yalnız büyür ve çoğalır; formları hayvanlarınkinden daha basittir. Hayvanlar hem bitkiler gibi büyür ve çoğalır, hem de yer değiştirme ve duyu melekelerini kullanma yeteneğine sahiptir. Aristo'ya göre, bir organizmanın yaşama alışkanlıkları ve fonksiyonları, anatomik yapısı ve gelişme derecesi ruhunun niteliğine bağlıdır. Bitkilerin büyüme ve çoğalmalarına elveren bitkisel ruhları; hayvanların ise, devinme ve duyma yeteneklerini de sağlayan duyarlı ruhları vardır. İnsana gelince, o bitkisel ve duyarlı ruhlardan dışında, ona asıl özelliğini veren ussal ruh da taşımaktadır.

Aristo'nun bu tür metafizik görüşlerinin bugünkü ölçüler karşısında saçma görüneceği şüphesizdir. Ama önemli olan bu değildir; önemli olan onun klasik Yunan düşünce tarihinde bir dönüm noktası olmasıdır. Bir yandan tüm evreni kapsayan sistem kurucularının sonuncusu iken, öbür yandan kendisinden sonra başlayan Helenist çağın güçlü bilimsel atılımını besleyen kaynak olmuştur. Kendisinden önce gelenler sistemlerini yetersiz ve sınırlı gözlem verilerine dayamışlardı. Ondan sonra gelenler gözlemlerinin sınırlarını pek aşmamaya dikkat ettiler. O başlangıçtaki astronomi görüşleriyle kendisinden önce gelenleri izlerken, sonraki biyoloji çalışmalarında kendisinden sonra gelenlere olgulara yönelme gereğini duyurmuştur.

III. BÖLÜM

HELENİST DÖNEMDE BİLİM

Soru 20 Büyük İskender'in Asya seferi bilimi nasıl etkiledi?

Büyük İskender'in fetihleriyle birlikte Yunan kültürü Atina dışında kurulan yeni merkezlere taşındı ve bilimsel gelişmede yeni bir dönem başladı. (M.Ö. 334'te Küçük Asya'ya geçen İskender, kısa sürede Hindistan'a kadar olan bölgeyi işgal etti. Çok geçmeden Yunan kültürü bu bölgedeki kentleri etkisine aldı, Yunan dili ortak dil haline geldi. Bu merkezlerden en önemlisi Nil'in Akdeniz'e döküldüğü yerde kurulmuş olan İskenderiye Kenti oldu.)

Yunan düşüncesi İskender seferleri sırasında Mısır ve Mezopotamya kültürleriyle geniş ölçüde karşılaşma olanağı buldu. İskender'in yanına aldığı birçok bilim adamları gittikleri bölgeleri çeşitli yönlerden inceleyerek bilgi topluyor, haritalar çıkarıyordu. Bunlar arasında mühendisler, coğrafyacılar ve sözveyorlar vardı. Elde edilen sonuçlar Yunanlıların bilimsel yaklaşımlarında köklü bir değişikliğe yol açtı: Metafizik nitelik taşıyan spekülâtif bilimden, gözlemsel incelemeye dayanan ampirik bilime geçildi. Yeni dönem (tarihte «Helen Çağı» denen 300 yıllık dönem), modern bilim anlayışına çok daha yakın bir bilimsel yaklaşım içindedir. Şüphesiz bununla Aristo ve öncesi dönemin bilimsel çalışmaları inkâr edilmiş olmuyor. Öklid (Euclid)'den de önce geometri vardı; gerek Hipokrat'la gelişen hekimlik, gerek

Aristo'nun biyoloji alanındaki çalışmaları sağlam ve düzenli gözlemlere dayanıyordu. Ne var ki, tüm bu çalışmalara egemen olan görüş bilimsel olmaktan çok metafiziksel nitelikteydi. Hatta Demokrit'in atomsal teorisini bile yeterince bilimsel saymak güçtür. Yunan düşüncesinin gerçek anlamda bilimsel nitelik kazanması ancak bu yeni dönemde olanak bulmuştur.

İskender Mezopotamya'ya girdikten sonra, Yunanlılar, Babil astronomi ve matematiğini tüm ayrıntıları ile öğrenmede gecikmediler. Kendi sistemlerini bırakıp altmış tabanlı sayı sistemini kabul ettiler; özellikle Babil'lilerin geliştirdiği cebirsel yöntemleri ilginç buldular. Gökyüzü cisimlerinin arz'dan dışa doğru nasıl sıralandıklarını da Babil'li-lerden öğrendiler. Daha önce Yunanlılar arza en yakın gördükleri ay'dan sonra güneşin, daha sonra gezegenlerin geldiğini sanıyorlardı. Oysa şimdi aydan sonra Merkür'ün, sonra Venüs'ün, sonra güneşin, ondan sonra Mars, Jüpiter ve Satürn gezegenlerinin birbirini izlediğini, en sonunda da sabit yıldızların geldiğini öğrendiler. Bu gibi bilgileri alırken Babil astrolojisinin etkisinden de kurtulamadılar. Nitekim bu etkinin Stoa felsefesinde kendini gösterdiğini, insan yazgısının yıldızlarca tayin edildiği görüşünün benimsendiğini görüyoruz.

İskender'in ölümü üzerine (M.Ö. 323), imparatorluğu bölündü. Generallerinden biri, Ptolemy, Mısır'ın yönetimini ele aldı. Ptolemy de İskender gibi Aristo'dan ders almıştı. Hocasının Atina'daki Lyceum'unu örnek alarak fakat çok daha geniş ölçüde bir öğrenme ve araştırma merkezi olan İskenderiye Müzesi'ni kurdu. Müze'de maaşları devletçe ödenen yüzden fazla öğretim üyesi görevliydi. Müze'nin ayrıca yarım milyon kadar kitabı içinde toplayan bir kütüphane, bir hayvanat bahçesi, bir bitki bahçesi, bir gözetleme evi ve teşrih odaları vardı. İlk iki yüzyılı büyük bilimsel çalışmalara sahne olan Müze varlığını altı yüzyıl sürdürmüş-

tür. Başlangıç döneminden sonra gelen yöneticilerin, giderek Yunan etkisinden çıkıp Mısır kültürünün etkisine girdikleri görülüyor. Bunun bir sonucu olarak bilime karşı olan ilgi zayıflıyor, sonunda Yunan kökenli bilginler takibata bile uğramaktan kurtulamıyorlar. Antik çağın en büyük astronomu sayılan Hipparcus İskenderiye'de kalamadığı için Rodos adasında çalışmasını sürdürebiliyordu. Bu dönemde İskenderiye dışında başka merkezler de dikkati çekmektedir. Ünlü hekim Galen'in yetiştiği ve hayvan derisinden parşömen kâğıdının yapıldığı Bergama bunlardan biri. Bir diğeri de Arşimed'in yaşadığı Siraküz kenti.

Soru 21 Dedüktif geometri nasıl kuruldu?

Yunan düşüncesinin belirgin bir özelliği endüktif olmaktan çok dedüktif olmasıdır. Gözleme büyük yer veren Aristo bile dedüksiyonu daha üstün tutuyordu; çünkü Yunan kafasının en yüce ürünü sayılan geometrinin göz kamaştırıcı gücünü dedüktif düşünme yönteminden aldığını biliyordu.

Daha önce de belirttiğimiz gibi başlangıçta geometri pratik ihtiyaçlardan doğmuş ampirik bir bilimdi. İlk defa Tales ve daha sonra Pitagor geometriye isbat kavramını getirdiler, bilinen ve kendi buldukları önermeleri daha rasyonel ve sistematik bir düşünme içinde birleştirmeğe çalıştılar. Bu çalışma M.Ö. 300 etrafında Öklid (Euclid)'le en yüksek aşamasına ulaşmış oldu.

Öklid İskenderiye Müzesinde görevli Yunan kökenli öğretim üyelerinden biriydi. Geometriye katkısı orijinal olmaktan çok, mevcut teorem ve isbatları çeşitli kaynaklardan derleyip dedüktif bir sistem kurmakla olmuştur. Öklid'in doğruluğunu apaçık kabul ettiği birkaç önerme (aksiyom veya postula)'den geriye kalan diğer bütün önermeleri man-

tıksal olarak çıkardığını, başka bir deyişle, geometrik önermeleri postula ve teorem diye ikiye ayırdığını ve birincilere dayanarak ikincileri isbat ettiğini görüyoruz. Onun böylece geliştirdiği aksiyometik sistem, dedüktif düşünme yönteminin uzun yüzyıllar model alınan ürünü olmuştur. **Geometri'nin Elemanları** adlı kitabı, dünyanın pek çok dillerine çevrilmiş, 19'uncu yüzyılın ortalarına kadar rakipsiz ders kitabı olarak okutulmuştur.

Bilimsel düşünmenin gelişiminde geometrinin özel bir yeri vardır. Geometriye ister uzaysal ilişkileri inceleyen bir bilim, ister salt biçimsel bir sistem gözüyle bakalım, her iki halde de, dedüktif isbatın somut örneğini vermekle insan düşüncesine önemli bir aşama sağladığı söz götürmez. Öklid'in doğruluğunu apaçık kabul ettiği önermeler aslında uzaysal ilişkiler ile ilgili birtakım genel hipotezlerden başka bir şey değildir. Bu hipotezler Mısır'lıların arazi ölçme uygulamalarından endüksiyon yoluyla ulaştıkları genellemelere dayanıyordu. Teorem olarak isbatlanan diğer önermelerin ölçme sonuçlarına uymaları da postulaların kökeninde yaşantı ile bağlılığını gösterir. Geometrik önermeler uzaya ilişkin oldukları kadar, geometriyi ampirik bir bilim saymak gerekir.

Ancak geometriyi salt biçimsel bir sistem olarak da düşünebiliriz. Geometrik önermeler gerçek uzayın özelliklerini değil, tasavvur edilen veya tanımla belirlenen ideal bir uzayın ilişkilerini ifade edebilir. Örneğin uzayı üç boyutlu değil, dört veya daha fazla boyutlu sayabiliriz. Bu takdirde ortaya çıkacak geometri Öklid'inkinden çok farklı olacaktır. Böyle tasavvura veya tanıma dayalı geometriler kuralları belli satranç oyununu andırır. Kendi içlerinde tutarlı ve mantıksal bütünlüğe sahip bu gibi sistemlerin gerçek dünya ile doğrudan bir ilişkileri yoktur. Sonuçlarının (teoremlerin) gözlemlere uyup uymaması söz konusu olmadığı gibi sistemin geçerliği için de gerekli değildir.

Ne var ki, geometri ile ilgili bu ayırım çok yenidir. Öklid ve diğer Yunan matematikçileri için geometri uzaysal ilişkileri konu alan bir bilimdi. Geometri'nin salt biçimsel bir sistem olarak ele alınması 19'uncu yüzyılın sonlarındaki gelişmeleri beklemiştir. Bununla beraber Yunanlıların geometriye kazandırdıkları mantıksal nitelik, günümüz bilimindeki en parlak başarılar kadar, insan zekâsının göz kamaştırıcı bir zaferini teşkil eder.

Soru 22 Dedüktif düşünme bilime nasıl uygulandı?

Helenist dönemde bilimin pratik ve ampirik niteliğini belirleyen bir gelişme mühendislik alanında kendini göstermiştir. Özellikle İskenderiye'de bir dizi pratik icatların birbirini izlediğini görüyoruz. Filo ve Hero gibi ünü günümüze kadar gelen mühendislerin icatları kullanım amaçlarına göre üç bölümde toplanıyordu: Askerî amaçlara hizmet eden icatlar, bilimsel çalışmalarda kullanılan aletler, mekanik oyuncaklar. Bilimsel aletler arasında su saati, mesafeyi ölçmeye yarayan hodometre ve sörveyde kullanılan ilkel teodolit gibi araçlar vardı.

Mekanik ve Hidrostatik bilimlerinin kaynağını, spekülatif felefedede değil bu gibi pratik ihtiyaçlara yönelik çalışmalarda aramak gerekir. Şu kadar ki, pratik çalışmalar kendiliğinden bilime yol açmış değildir. Bugünkü anlamda bilimin ortaya çıkması için gözlemlerle mantıksal çıkarımın, endüksiyonla dedüksiyonun birleşmesine ihtiyaç vardı. Bu birleşimi bir ölçüde ilk gerçekleştiren bilim adamı Siraküzlü Arşimed (Archimedes, M.Ö. 287-212) olmuştur. İlk defa Arşimed'in çalışmalarındadır ki, matematiğin deneysel verilere uygulandığını görüyoruz. O, kendisinden bin beş yüz yıl sonra gelen Galileo gibi, çözümünü aradığı problemi iyi sınırlayan, gerekli ilk incelemelerden sonra matematiksel

tahlile elverişli hipotez ortaya süren ve hipotezini yeni gözlem ve deneylerle giderek test eden bir bilgindi.

Arşimed'de teorik ilgi kadar pratik eğilim de kuvvetli idi. İskenderiye'yi ziyareti sırasında, bugün hâlâ Mısır'da su çıkarmak için kullanılan Arşimed vidasını icat etmişti. Çiçero'nun anlattığına göre Arşimed güneş, ay, dünya ve gezegenlerin modellerinden gökyüzü cisimlerinin hareketlerini, hatta ay ve güneş tutulmalarını gösteren bir «planetarium» yapmıştı. Bu da onun mekanik konulardaki ilgi ve becerisini göstermektedir. Cisimlerin bağıl yoğunluğu ile kendi adıyla bilinen «cisimlerin yüzme ilkesi» üzerindeki buluşları da pratik problemleri çözme merakından doğmuştur.

Arşimed ilkesine göre, suda yüzen bir cismin ağırlığı taşıdığı suyun ağırlığına eşittir; suda batan bir cisim ise ağırlığından, taşıdığı suyun ağırlığı kadar kaybeder. Arşimed'in bu ilkeye Kral Hiero'nun kendisine verdiği bir problemin çözümünden sonra ulaştığı söylenir. Hiero, bir kuyumcunun kendisi için yaptığı altın tac'ın saf altından olmadığı, gümüşle karışık olduğu şüphesine kapılmış, Arşimed'den gerçeği ortaya çıkarmasını istemişti. Arşimed problem üzerinde düşünürken, bir gün banyosunda suya girdiğinde vücudunun hafiflediğini ve bir miktar suyun taşıdığını fark eder, o anda eşit ağırlıkta iki cisimden yoğunluğu daha az (dolayısı ile hacmi daha büyük) olanın daha fazla su taşıacağı düşüncesi kafasında belirir ve kendini çıplak sokağa atarak «buldum, buldum» diye bağırır. Hemen herkesin duyduğu bu hikâyeye yakıştırılmış olsa bile Arşimed'in düşünme biçimini örneklemesi yönünden önemlidir.

Soru 23 Arşimed'in düşünme biçimini niteleyen asıl özellik neydi?

Arşimed'in ilgisini çeken başlıca konu salt geometri idi. Bilimi Öklid'in geometride gerçekleştirdiği dedüktif mo-

dele uygun kurma çabası eserlerini niteleyen başlıca özelliğini teşkil eder. Bir silindirin hacminin içine yerleştirilen bir kürenin hacmine olan oranı ile ilgili buluşunu en büyük buluşu sayıyordu. Giderek artan sayıda kenarlı poligonlar kullanarak dairenin çevresinin çapına olan oranının $3 \frac{10}{71}$ 'den büyük, $3 \frac{1}{7}$ 'den küçük olduğunu saptamıştı. Mekanik türden icatlarına gelince, onlara, bir matematikçinin boş zamanlarını değerlendirmek üzere yaptığı eylendirici işler gözüyle bakıyordu.

Arşimed'in bilimi geometrik model üzerine kurma eyiliminin açık örneklerini **Yüzen Cisimler Üzerine** adlı eserinde buluyoruz. Bu kitap Arşimed'in bilimsel metod anlayışının modern anlayışa ne kadar yakın olduğunu göstermesi yönünden de önemlidir. Onun düşünce süreci ne salt **a priori**, ne de basit ampirik düzeyde kalır. Her ne kadar **a priori** sanılan aksiomlardan hareket eder görünürse de, aslında onun bu ilkelere bile deney yolundan ulaştığı söylenebilir. Arşimed eserinde bize ilkelere nasıl bulduğunu değil, bu ilkelere doğruluğu olgusal yoldan test edilebilir önermelere nasıl gittiğini göstermektedir. Nitekim, kitabında, gözlem veya deneyle doğruluğunu saptadığı birtakım önermeleri, doğruluğu apaçık ve zorunlu görünen birkaç temel ilke veya postuladan çıkarma girişimi çalışmasının sadece ikinci safhası, yani doğrulama safhası ile ilgilidir. Aynı yöntemi kaldıraç konusunda da uygulamıştır.

Kaldıraç, pratik yararı çok eskiden bilinen ve çeşitli uygulama alanları olan bir ilkeydi. Arşimed'in yaptığı ilkeyi teorik yönden temellendirmek olmuştur. Uygulama ve gözlemler ilkenin doğruluğunu gösteriyordu; fakat bu Arşimed için yeterli değildi. İlkenin bir kanun olarak isbatı gerekirdi. Başka bir deyişle, kaldıraç ilkesini bir teoremin isbatında olduğu gibi doğruluğu apaçık bazı temel önerme veya

aksiyomlardan çıkarmaya ihtiyaç vardı. Arşimed isbatında şu iki önermeyi aksiyom olarak kullandı :

- (1) Dayanak noktasından eşit uzaklıkta bulunan eşit ağırlıklar dengeyi korur;
- (2) Dayanak noktasından eşit olmayan uzaklıkta bulunan eşit ağırlıklar dengeyi bozar, ve daha uzakta olan ağır basar.

Arşimed kaldıraç ilkesinin üstü örtük olarak bu iki önermede var olduğunu sezmişti. Onu dedüktif yoldan belirttik hale getirmekle hem geometrik modeli gerçekleştirmiş, hem de doğrulukları apaçık olmasa bile deneysel olarak kolayca irdelenebilir basitlikte olan iki önermeye dayanarak kaldıraç kanununu temellendirmiş olacaktı.

Arşimed, hiç şüphesiz, antik dünyanın en büyük bilim adamıydı. Bugün dünyamıza gelecek olsa ne bilimimiz, ne de teknolojimiz onu herhalde fazla şaşırtmayacaktır. O hem üstün bir matematikçi, hem de yetkin ve becerikli bir teknisyendi. İcat ettiği savaş araçları sayesinde Roma'lılar kuşattıkları Siraküz'ü üç yıl işgal edemediler. Nihayet işgal ettikleri gün, o çözümüne uğraştığı bir matematik problemine o kadar dalmıştı ki, kendisini öldürmeğe gelen askerin farkına bile varmadı.

Soru 24 Dünyanın yuvarlak olduğu düşünülebilir miydi?

M.Ö. dördüncü yüzyıldan itibaren coğrafya keşiflerinde önemli gelişmeler oldu. Bir yandan İskender Hindistan'a ilerlerken, bir yandan da Afrika'nın batı kıyıları ile Britanya adaları çevresi ve kutup denizine doğru keşif gezileri yapıyordu. Elde edilen bulgulardan dünyanın yuvarlak olduğu fikri doğdu ve hacmi hakkında tahminler yürütülmeğe

başlandı. Yeni fikirler Pitagor geleneğine uymamakla beraber, hızla yayılıyordu. O derece ki, gece ve gündüzün uzunluklarının değişmesi gözlemi, dünyanın kendi eksenini çevresinde döndüğü fikrine bile yol açmıştı.

Bu fikirlerin öncüleri arasında en cesuru hiç şüphesiz Aristarkus (Aristarchus, M.Ö. 310 - 230) adlı bir bilgindi. **Ay ve Güneşin Büyüklükleri ve Uzaklıkları** adlı eseri Aristarkus'un, astronomi problemlerini üstün geometri bilgisiyle çözme girişiminde olduğunu göstermektedir. Ayın tutulduğu ve yarım-ay olduğu sıralarda yaptığı gözlemlerden güneşin çapının dünyanın çapından 7 kat daha büyük olduğu sonucunu çıkarmıştı. Bu rakam yanlış olmakla beraber güneşin dünyadan daha büyük olduğunu göstermesi bakımından önemliydi.

Aristarkus bu kadarla kalmıyordu: güneşin sabit olduğu ve dünyanın güneş çevresinde çembersel bir yörünge izleyerek döndüğü iddiasını da ortaya atıyordu. Bu hipotezin ona ait olduğu hem çağdaşı Arşimed, hem de daha sonra Plutark tarafından söylenmiştir. Aristarkus dünyanın dönüşü karşısında yıldızların sabit kalma görüntüsünü, pek yerinde olarak dünyanın yörünge çapının uzunluğuna göre bu yıldızların mukayese kabul etmeyecek kadar uzak olmalarıyla açıklıyordu.

Ne var ki, Aristarkus'un ileri sürdüğü «heliosentrik» (güneş-merkezli) teori zamanına göre çok ilerde bir görüştü; kolayca kabul edilebileceği beklenemezdi. Filozoflar da dahil hemen herkes dünyanın evrenin merkezinde hareket-siz olduğu görüşünde tam birleşmiş görünüyordu. Aristarkus'un hipotezi Aristo ile güçlenen geleneksel görüşe ters düştükten başka sağduyuya da uygun gelmiyordu. Hatırlanacağı üzere, Eudoxus, güneş, ay ve gezegenlerin görünen hareketlerini açıklamak için, bu cisimleri taşıyan, iç içe yuvalanmış ve arz etrafında dönen birtakım küreler tasavvur etmişti. Bu teori, bazı önemsiz değişikliklerle Aristo tara-

fından korunduğu gibi, daha sonraki astronomi çalışmalarının hemen hepsinde de temel fikir olarak benimsenmiştir. M.Ö. ikinci yüzyılda Hipparkus'un bu görüşü biraz daha işleyerek, İskenderiyeli Batlamyus (Ptolemy)'un, M.S. 16'ncı yüzyıla kadar egemenliğini sürdürecektir jeosentrik (yer-merkezli) teorisinin kurulmasına zemin hazırladığını görüyoruz.

Soru 25 Astronominin ilerlemesinde Hipparkus'un rolü nedir?

Aristo'dan Galileo'nun eylemsizlik ilkesini keşfedinceye kadar geçen sürede astronomların karşılaştığı en büyük güçlük hiç şüphesiz gökyüzü cisimlerinin bitmeyen hareketlerini açıklamak olmuştur. Aristo'ya göre sürekli hareket bir hareket ettirici kuvvetin sürekli uygulamasını gerektirir. Onun «Hareketsiz hareket ettirici» küresi bu gereği karşılamak için tasarlanmıştı. Astronomide mekanik açıklamaya yönelenlerin gökyüzünü birtakım kristal kürelerle doldurmaları da gene bu ihtiyaçtan doğmuştur.

Bugün eriştiğimiz bilgi düzeyinden bakınca antik çağın astronomisi bize çocukça görünebilir. Fakat unutmamak gerekir ki, Eudoxus, Aristo ve daha sonra gelenlerin geliştirdikleri jeosentrik (yer-merkezli) teori, hem mevcut gözlem sonuçlarına, hem de sağduyuya uygun düşmekteydi. Üstelik bu teoriye dayanılarak yapılan öndeyiler doğru çıkmakta, özellikle denizcilik alanında günümüzde bile değerini yitirmeyen birtakım pratik yararlar sağlamaktaydı.

Jeosentrik teorisinin gelişmesinde en büyük rolü Hipparkus oynamıştır. Başlıca katkısı Batlamyus teorisine giden yolu hazırlamış olmasıdır. Hipparkus M.Ö. 160'tan 127'ye kadar çalışmalarını sürdürdüğü İskenderiye'de birçok gözlem aletleri icat etmiş, kendisinden önce toplanmış kayıt ve bilgilerden de yararlanarak incelemelerini genişletmiş ve pek-

çok sağlam gözlemlerde bulunmuştur. Örneğin, ay çapının dünya çapının $1/3$ 'üne eşit olduğunu hesaplamış (doğru rakam 0.27'dir); ayın dünyadan uzaklığının dünya çapının $33 \frac{2}{3}$ 'si kadar olduğunu bulmuş (doğru rakam 30.2'dir). Ayrıca, düzlemsel ve küresel trigonometriyi icat eden, enlem ve boylamlarını ölçmek suretiyle cisimlerin yeryüzündeki pozisyonlarının nasıl tayin edileceği yöntemini getiren de o. Denebilir ki, antik çağın en büyük astronomi gözlemcisi Hipparkus'du.

Hipparkus'un sistemi, temel varsayımlarında yanlış olmakla beraber, gözlem sonuçlarını temsil yönünden başarılıydı. Arzı merkez kabul ederek, güneş, ay ve gezegenlerin görünürdeki hareketlerini, her birinin belli bir yörünge veya episiklide taşındığını, bu yörünge veya episiklin de daha büyük ve çembersel bir yörüngede taşındığını tasavvur etmekle açıklıyordu. Bu yörünge ve episikllerin pozisyon ve boyutları doğrudan gözlemlerle saptanabiliyordu. Bu gözlem sonuçlarının toplandığı tablolara bakarak, güneş, ay, ve gezegenlerin gelecekte herhangi bir andaki pozisyonlarını, ay ve güneş tutulmalarını büyük bir doğrulukla önleme olanağı sağlanmıştı.

Hipparkus'un, M.Ö. 134'te yeni bir yıldızın gökte belirmesi üzerine yıldızların bir listesini çıkardığı ve her yıldıza belli bir «büyüklük» (parlaklık değeri) izafe ettiği söylenir. Onun açısız mesafeleri ölçme amacıyla hazırlanmış aletleri geliştirmesi dışında, astronomiye yaptığı en büyük iki katkıdan biri gözleme ağırlık vermesi, diğeri antik çağın sonuncu ve en büyük astronomu olan Batlamyus'a öncelik etmesidir.

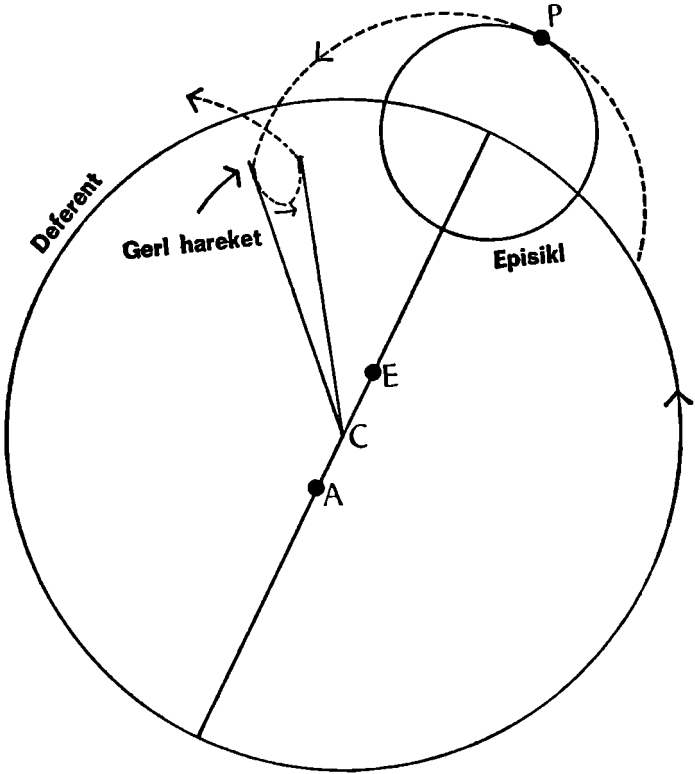
Soru 26 Helenist çağı astronomisinin belirgin özelliği ne idi?

Gözlem ile matematiksel yöntemin birleşmesi, Hele-

nist çağ ı astronomisinin en belirgin özelliği sayılabilir. M.Ö. üçüncü yüzyıldan itibaren bazı yeni gözlemler Eudoxus'tan beri sürüp gelen küreler teorisinin yetersizliğini göstermeğe başladı. Astronomlar bazı gezegenlerin (özellikle Mars gezegeninin) değişiklik gösteren parlaklıklarını farketmeğe ve hareketlerinde belli bazı karmaşık periyodik değişiklikleri görmeğe başladılar. Ne var ki, eski teorisinin açıklamada yetersiz kaldığı bu gibi olguları açıklamak için fazla radikal düşünme değişikliğine (örneğin Aristarkus teorisine) gitmenin gereği yoktu. Zira, yeni bulunan bazı matematiksel yöntemler yardımı ile jeostatik (yani arzın sabitliği) görüşü bir yana itmeksizin de sözü geçen olguları izah etme olanağı vardı.

Bu yöntemlerden ilki «eksentrik» denilen, merkezini arzın teşkil etmediği fakat gene de arzın çevresinde döndüğü söylenebilen bir çember veya küre biçimiydi. Daha başarılı ikinci bir yöntem «episikl» ve «deferent» adlarını alan bir çemberler kombinezonuydu. Gözlem konusu herhangi bir gezegenin, merkezi deferent (büyük daire)'in çevresinde bulunan episikl (küçük daire)'in çevresinde yer aldığı tasavvur ediliyordu. Deferent'in merkezi arz veya C gibi başka bir nokta olabilirdi. Merkezi arz olmayan deferent eksentrikti. Şekilde de işaret edildiği üzere, hem deferent hem de episikle kendi merkezleri etrafında dönüyordu. Böylece gezegen P'nin, yörüngesinde birtakım halkalar çizerek ve dolayısı ile geriye dönüşler yaparak hareket ettiği kolayca görülür. Oysa gezegenlerin kürelerde taşınması bu geriye dönüşleri olanaksız bırakıyordu. Kaldı ki, episikl ve deferent'in büyüklüklerini ve eldeki duruma göre dönüş hızlarını ayarlamak suretiyle, tüm gezegenlerin hareketlerini matematiksel olarak ifade etmek mümkün oluyordu. Daha sonra, bir gezegenin yörüngesi boyunca hareketinin neden daima aynı hızda olmadığını açıklayan başka bir gelişme daha oldu (Kepler'in ikinci Kanununun gösterdiği gibi geze-

genin güneşe yaklaştıkça hızı artar). Gezegenin çevresinde eşit zamanlarda eşit açısal mesafe katettiği nokta («equant» noktası) çembersel deferent'in merkezinden uzaklaştırıldı. Şüphesiz bu jeosentrik görüş açısından pek kolay bir değişiklik sayılamazdı. Ne var ki, çembersel üniform hareketin muhafazası, bu gibi değişiklikleri önemsiz kılmaya yetiyordu.



ŞEKİL 2

Gezegensel hareketin matematiksel ifadesi. P, gezegeni; C, deferent'in merkezini; E, arz'ı (deferent eksentrik olduğunda; A, «Equant» noktasını göstermektedir. (Kaynak: Hall ve Hall, **A Brief History of Science**, s. 41.)

Gözden kaçmaması gereken nokta şu ki, episiklik sistem salt matematiksel nitelikte idi. Mekanik kürelerin varlığını doğrudan inkâr etmemekle beraber, sözleri de geçmiyordu. Sistem mekanik bir modeli içermiyordu. Güneş ve ay hareketlerinin episiklik sisteme göre ilk tam tasvirini Hipparkus yapmıştı. Hipparkus'da gözlem ve matematiksel yöntemlerin çok etkili bir biçimde birleşmiş olduğuna daha önce işaret etmiştik.

Soru 27 İskenderiye ekolünde yer alan başlıca çalışmalar nelerdi?

M.Ö. üçüncü yüzyılın başından itibaren Yunan entellektüel merkezinin Atina'dan dış kentlere, özellikle İskenderiye'ye, kaydığına daha önce değinmiştik. İyonya'lı filozoflarla Atinalı filozoflar (Eflatun ve Aristo) tüm evreni kapsayan sistemler kurma çabasında idiler. Oysa İskenderiye ekolüne mensup olanların bu tür sistemler kurmaktan çok, sınırlı ve özel sorunları çözmeye yönelik olduklarını görüyoruz. Aynı yaklaşımı Arşimed ve Aristarkus da paylaşmaktadır.

İskenderiye'de üçüncü yüzyılın ortalarında kurulan ünlü Müze bir öğretim ve araştırma merkeziydi. Çalışmalar; matematik, astronomi, tıp ve edebiyat gibi kollarda yapılıyordu. Müzeye bağlı kütüphane antik çağın büyük harikalarından biriydi. (Kütüphanenin bir bölümünü M.S. 390 sıralarında Theophilus adlı bir Hristiyan papaz, geriye kalan bölümlerini de M.S. 640'da Müslüman istilâcılar yok etti. Antik çağın bu çok zengin kütüphanesinin tahribi medeniyet tarihinin başlıca felâketi sayılsa yeridir.)

İskenderiye'de yetişen bilginler arasında Öklid, Hipparkus, Eratosthenes, Apollonius, Ptolemy (Batlamyus) gibi ünlüleri görüyoruz. Öklid'in geometriyi aksiyometik bir sistem olarak kurması dışında optik alanında da önemli ça-

lışmaları vardı. Güneş ışınlarının birer doğru çizgi biçiminde yayıldığını ilk saptayan ve yansıma kanunlarını bulan O'dur.

Tıp alışmaları ile tanınan isimler arasında Herophilus ve Erasistratus başta gelir. Bunlardan ilki özellikle insan anatomisi üzerindeki çalışmaları, ikincisi daha çok teşrih ve fizyoloji ile ilgili çalışmaları ile n yapmıştır. Herophilus Hipokrat'dan sonra gelen en büyük hekim olarak da tanınmıştı. Ne var ki, onun tıp çalışmaları hemen tümüyle ampirik nitelikteydi. Beyin, sinir sistemi, göz, karaciğer ve diğer iç organlar ile damarlar üzerindeki incelemeleri oldukça ayrıntılı ve kusursuzdu. Aristo'nun tersine, o zekânın merkezi olarak kalbi değil, beyni gösteriyordu.

Erasistratus'a gelince, o insan cesedi üzerindeki teşrih ve hayvanlar üzerindeki deneyleri ile dikkati çekmiştir. Beyin, sinir sistemi ve kan dolaşımı konularında da önemli katkıları oldu. Tıp'da mistisizmin karşısına çıkmakla beraber, doğayı, insan bedenini belli amaçlara hizmet etmek üzere teşkil eden dış bir kuvvet olarak kabul ediyordu. Böylece mistik düşünceden tamamen arınmış olmadığı görülüyor.

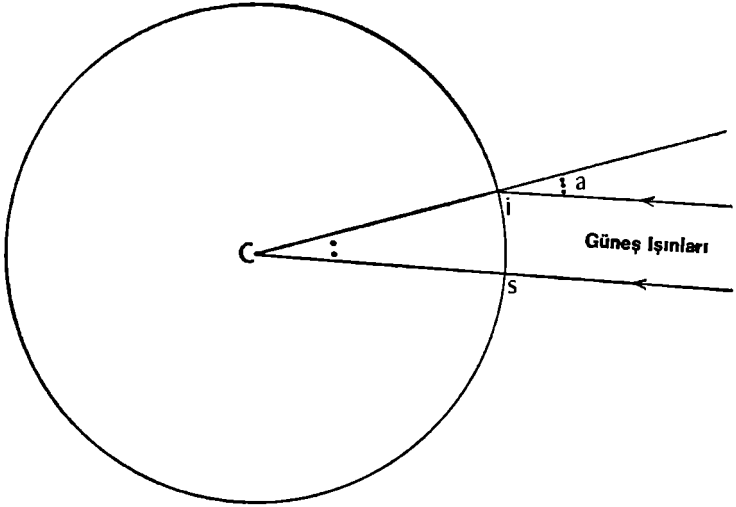
Soru 28 Dünyanın evresinin uzunluğu nasıl ölçüldü?

Arşimed'le ağdaş bir grup genç bilim adamı arasında bir tanesi, Eratosthenes, zel bir yer tutar. M.. 273'te Cyrene'de doğan ve 192'de İskenderiye'de len Eratosthenes nl Müze'nin hem baş matematikçisi, hem de ktphanecisiydi. Aynı zamanda fiziksel coğrafyanın kurucusu olarak bilinen bu bilgin, Arzın küresel olduğunu öne sürer ve çevresinin uzunluğunu hesaplamakla n kazanır. Bulduğu sonuç, 24.000 mil, bugün hesaplanan 24.800 mil'den fazla

farklı değildir. Eratosthenes güneşin dünyadan uzaklığını da 92 milyon mil olarak bulur; doğrusu 93 milyon mil'dir.

Eratosthenes, güneşin ve ayın mutlak boyutlarını bulmak ve bunların dünyadan uzaklığını saptamak için, her şeyden önce, dünyanın büyüklüğünü ölçmenin gereğini anlar. Dünyanın büyüklüğünü bulma ise her şeyden önce çevresini ölçmeyi gerektiriyordu. Eratosthenes bu sonuca şu yoldan giderek ulaştı: Hemen hemen aynı boylam üzerinde bulunan iki kentin, İskenderiye ile Syene (bugünkü Asvan'a yakın küçük bir kasaba)'nin, arzın merkezinde meydana getirdikleri açığı (bkz: şekil'de İCS ile gösterilen açı) ölçerek, İS yay parçası (iki kent arasındaki mesafe)'nin dünya çevresinin ne kadar bir kısmını teşkil ettiğini, dolayısıyla çevrenin tümünü hesaplar. Şüphesiz bu hesaplamada bazı varsayım, gözlem ve geometrik bilgilere dayanmak gereği vardır: Dünyanın küresel olduğu; daire çemberinin 360° olduğu; yeryüzüne düşen güneş ışınlarının daima paralel olduğu; bu ışınların 21 Haziran'da Syene'e tam tepeden, gölge düşürmeksizin, inerken İskenderiye'de belli bir açı ($7^\circ 12'$)'yla gölge düşürdüğü... gibi. Eratosthenes, ölçerek bulunduğu bu açının, şekilde gösterilen İCS açısıyla eş-değer olduğunu, bir iki geometrik teoremden (dik açıların eşitliği; paralel iki doğruyu kesen bir doğrunun meydana getirdiği içters açılarının eşitliği, gibi) yararlanarak kolayca gösterir. Bu şekilde bulunduğu açının dünya çevresinin $1/50$ 'si kadar olduğunu, bu açığa isabet eden yay parçası (iki kentin arasındaki uzaklık)'nin ise 784 km. olduğunu saptayarak, dünya çemberinin 40.000 km.'ye yakın olduğunu basit bir aritmetik işlemle ortaya çıkarır.

Eratosthenes bu sonuca dayanarak dünyanın çapı ile büyüklüğünü (ölçmeden gelen hatalar bir yana bırakılırsa) doğruya yakın bir şekilde hesaplar. (Not: Aradan ikiyüz yıl geçtikten sonra, başka bir yoldan aynı sonucu veren bir hesaplama daha yapılır. Bu kere yapılan açısal ölçme aynı



ŞEKİL 3

Eratosthenes'in Arz'ın çemberini ölçmesi. Şekilde C, Arzın merkezini; I, Iskenderiye'yi; S, Syene'i göstermektedir. a açısı, ölçülen ve $\angle CS$ açısına eşit olan açıdır. (Kaynak: Hall ve Hall, **A Brief History of Science**, s. 45).

boylam üzerindeki iki ayrı yerin ufku üstündeki bir yıldızın yüksekliğine ilişkindi. İki metodun verdiği sonuçlarla günümüzde daha ince yöntemlerle elde edilen sonuç arasındaki fark, ölçme hatası olarak beklenebilen farktan daha fazla değildir.)

Eratosthenes'in başka ilginç bir gözlemi de fiziksel coğrafya ile ilgilidir. Hint ve Atlas okyanuslarındaki gel-git olayları arasındaki benzerliğe bakarak bu iki denizin aslında birleşik olduğu, Asya, Avrupa ve Afrika'nın da bir ada teşkil ettiği sonucunu çıkarır. Ayrıca, güney Afrika'dan doğularak İspanya'dan Hindistan'a gidilebileceğini söyler. Öyle görünüyor ki, Atlantik ötesi yeni kıtanın varlığından da ilk söz eden o olmuştur. Bilinen dünyanın karşısında, âdeta

onu dengeleyen, başka bir dünyadan bahsettiği söylenir. Bu doğru ise Kristof Kolomb'un Amerika'yı keşfinden 1700 yıl önce dünyamızda daha başka kara parçalarının da bulunabileceği söz konusu edilmiş demektir.

Öklid'den sonra matematikte en büyük gelişmeyi M.Ö. ikinci yüzyılın son yarısında İskenderiye'de yaşayan Pergali Apollonius sağlar. Öklid ve daha önceki matematikçilerin eğriler (konik kesitler) üzerinde başlamış oldukları çalışmaları Apollonius çok daha ileri götürür ve tüm eğrilerin tek bir koninin kesitlerinden ibaret olduğunu gösterir. «Parabola», «hiperbola» ve «elips» gibi terimleri ilk defa o kullanır. Hiperbola'nın iki kolunu tek bir eğri olarak işleme tâbî tutar, böylece üç çeşit kesit arasındaki benzerliğe açıklık getirir. Konikler aracılığı ile ikinci dereceden genel denkleme bir çözüm bulur ve herhangi bir koninin evolüt'ünü saptar. Onun bu konudaki yaklaşımı baştan aşağı geometrik niteliktedir.

İskenderiye'nin bilimde üstünlüğünü yitirmeğe yüz tuttuğu bir dönemde (M.Ö. birinci yüzyıl ile M.S. üçüncü yüzyıl) Hero adıyla ünlü bir matematikçi, fizikçi ve mucid'in ortaya çıktığını görüyoruz. Birinci ve ikinci dereceden pek çok denklemlerin cebirsel çözümünü bulur, alan ve hacim ölçümleri ile ilgili pek çok formül ortaya atar. Yansıyan güneş ışınının çizdiği yolun en kısa yol olduğunu ileri süren Hero, günümüze ulaşan ününü daha çok mekanik icatlarına borçludur: sifon, termoskop, zorlayıcı hava pompası ve ilk buhar makinesi icatlarından başlıcalarını teşkil eder.

Soru 29 Batlamyus kimdir?

İskenderiye ekolünün son döneminde ortaya çıkan en önemli bilgin Batlamyus (Claudis Ptolemy, M.S. 85-165)'dir. O da Öklid, Hipparkus, Eratosthenes gibi İskenderiye'

de ders verdi, bilimsel inceleme ve gözlemlerini orada sürdürdü. **Almagest** diye bilinen en büyük eserine bir tür «astronomi ansiklopedisi» demek yanlış olmaz. Bu kitap, Kopernik ve Kepler'e kadar standart kaynak olma niteliğini korumuştur.

Batlamyus'un orijinal bir sistem kurduğu söylenemez. Eudoxus ve Aristo geleneğini yer yer önemli bazı yenilik ve gelişmelerle sürdürdüğü görülmektedir. Hipparkus'un gökyüzünde gözlenen hareketleri açıklamak için kullandığı ek-sentrik ve episikl sistemini bu gelenekle birleştirerek sistemini kurdu. Gökyüzündeki periyodik hareketlerin sayısı bir hayli kabarmıştı. Bunları açıklamak için 80 kadar küre veya çemberi içine alan bir sisteme ihtiyaç vardı. Batlamyus'un geliştirdiği sistemi, fiziksel realitenin bir tasviri olmaktan çok, işe yarayan matematiksel bir açıklama saydığı anlaşılıyor. Gerçekten o, içinde yetiştiği kültür ortamına uygun olarak sistemini aritmetik ve geometri üzerine kurmuş, bu arada özellikle trigonometrinin gelişmesine önem vermişti.

Batlamyus'un bilimsel yaklaşımında bugün için ilginç olan bir yönü vardır: olguları birbirine bağlama ve açıklamada en basit hipotezi doğru kabul etme düşüncesi. Çalışmalarında rehber saydığı bu ilke, gariptir ki, daha sonraları onun sistemini reddedenlerin elinde bir silâh olmuştur.

Onun büyük bir astronom olduğu söz götürmez; fakat o aynı zamanda antik çağın en seçkin coğrafyacılardan biriydi. Daha önce Hipparkus harita yapmak için önemli kent ve kıyı noktalarının belirlenmesi, bunların enlem ve boylamlarının saptanması gereği üzerinde durmuştu. Batlamyus bu ihtiyacı gözönüne alarak gerekli bilgileri toplamaya koyuldu. Özellikle enlem ve boylamların doğru tayinine önem veriyordu. Topladığı bilgi, kendisinden önce gelenle-rinkinden çok fazlaydı. Dünyanın uzak bölgelerine ait bilgilerini tacir, kâşif ve seyyahlardan topluyor, bu bilgilerin

ışığında haritalar çiziyordu. Onun dünyası oldukça genişle-
mişti. Haritasında görünen yerler Cebelitarık boğazından
ipek ülkesi Çin'e, Britanya adalarından Rus steplerine, İs-
kandinavya'dan Nil'in kaynaklarında var sanılan göller böl-
gesine kadar uzanıyordu. Oysa Eratosthenes'in yaptığı hari-
talar doğuda Ganj'dan ileri geçmiyordu.

Ne var ki, onun coğrafya anlayışı gene de yeteri kadar
geniş ve ayrıntılı değildi. İklim, doğal ürünler, hatta fiziksel
coğrafyaya giren pek çok konular onun ilgi alanı dışında kal-
mıştı. Roma İmparatorluğunun askerî amaçlar için topladı-
ğı bilgilerden bile yeterince yararlandığı söylenemez. Öte
yandan dünyanın büyüklüğüne dayanan hesaplamalarında
da önemli hatalara düştüğü görülmektedir. Bunun başlıca
nedeni Eratosthenes'in gerçeğe çok yakın bulduğu değeri
değil, hata payı daha büyük başka bir değeri esas almış ol-
masıdır. Şu kadar ki, bunun olumlu bir sonucundan bahsedil-
bilir: Batlamyus, dünyayı olduğundan çok daha küçük gös-
teren hatalı ölçmeyi seçmeseydi, Kolomb yüzyıllar sonra
batıdan giderek Asya'ya ulaşmak için yaptığı seyahatı belki
de hiçbir zaman göze alamayacaktı.

Batlamyus'un Optik konusunda da bir kitap yazdığından
söz edilir. Kitabın, onikinci yüzyılda Arapça'dan Latince'ye
çevrilmiş nüshası dışında elde başka bir nüshası olmadığın-
dan, ona ait olup olmadığı kesinlikle bilinmemektedir. Kita-
bın önemi özellikle, bazı bilim tarihçilerinin «antik çağın bi-
lilen en gözalıcı bilimsel deneyi» diye nitelendirdikleri bir
deneye yer vermesidir. Bu deney ışığın kırılma olayı ile il-
gilidir. Yazar ışığın bir ortamdan başka bir ortama geçişin-
de gelme ve kırılma açılarının orantılı olduğunu söyler.
Gerçekten küçük açılar için böyle bir ilişki vardır.

Batlamyus gibi olgulara yönelik bir bilgin'in astroloji
ile de ilgilendiğini, hatta bu konuda bir de kitap yazdığını
görmek oldukça şaşırtıcıdır. Fakat onun giderek mistik ve-
ya dinsel bir karakter almaya yüztutan bir dönemde yaşa-

dığı gözönüne alınırsa, bu durum pek de şaşırtıcı olmasa gerek. Tanrıların Olympus'dan artık gökyüzüne çıktığı bir dönemdir bu. Jüpiter, Satürn, Mars, Merkür ve Venüs insan-oğlunun kaderine hükmeden tanrısal güçler olmuştu. Astronomlar uzun ve dikkatli gözlemlerle incelemelerini sürdürürken, astrologlar (müneccimler) yıldızlara bakarak kişilerin geleceğini tayin etmeye, önemli beşerî sorunların çözümünde tanrısal buyruğun ne yönde olduğunu saptamaya çalışıyorlardı. O kadar ki, Batlamyus'un, koyu dinsel taassubun egemen olduğu ortaçağlar boyunca süren büyük etkisini astronomisinden çok astrolojisine borçlu olduğu söylenebilir.

Soru 30 Almagest niçin önemlidir?

Evrenin yapı ve harmonisini anlamada, çeşitli dönemlerde ileri sürülen gezegenler teorisi matematiğin önemli bir katkısını teşkil eder. Zira bu katkının dayandığı temel kavram veya varsayım son derece cesur bir hayal gücünün eseri idi: gökyüzü cisimlerinin hareketlerinde gözlenen sapma ve aykırılıkları, matematiksel bir kanuna indirgeme olanağını düşünme, bilim tarihinde erişilen doruk noktalardan belki de en yüksekini teşkil eder. Helenist çağın matematikçileri, evreni anlamanın biricik yolu saydıkları bu güçlü atılımdan geri kalmamışlardır. Matematiksel astronominin amaç ve metodları, gözlemleri düzenleme ve yorumlama olanakları Eudoxus'dan beri çok iyi biliniyordu. Ama Helenist çağın bilginleri kendilerini matematiğin karışık ve çetin problemleri içinde kaybetmediler. Matematikte gösterdikleri cesur düşünme gücünü, evreni ölçme konusunda da ortaya koydular. Başlangıçta birer tahminden ileri geçmeyen bu çabalar M.Ö. üçüncü yüzyıldan itibaren giderek duyarlılığı artan gerçek ölçmelerle matematiksel kesinlik ka-

zanmaya başladı. Batlamyus'un **Almagest**'i bu çabayı en geniş ölçüler içinde temsil etmektedir.

Gerçekten, M.S. 150 etrafında yazılan **Almagest** Batlamyus'un astronomide ulaştığı matematiksel sentez'i dile getiren büyük bir eserdir. Eudoxus'un matematiksel astronomisi ile Aristo'nun kozmolojisini kaynaştıran evrenin ilk büyük ve tam tasvirini **Almagest**'de bulmaktayız.

Eserin ilk bölümünde evren içinde arzın yeri sorunu ele alınmıştır. Arzın evrenin merkezinde sabit durduğu tezi doğru mudur? Batlamyus'un tarafsız görünen bir yaklaşımla soruna baktığını görüyoruz. Hem arzın neden evrenin merkezinde sabit olması gerektiğini savunanların (Aristo ve onu izleyenler), hem de hareketin niçin olanaksız olduğunu ileri sürenlerin görüşlerini sıralamakta, bu görüşlerin kanıtsal dayanaklarını incelemektedir. Sanılıyordu ki, arz dönecek olsa havadaki kuşlar bir daha aynı yere konamayacak, yeryüzündeki canlılar ve diğer objeler havaya fırlayacak. Batlamyus bu nokta üzerinde özellikle durmaktadır; jeosentrik sistemini savunma çabası içinde görüyoruz onu.

Aristo gibi o da gökyüzü ve yeryüzü fiziklerini ayırmaktadır. **Almagest**'de belirtik olmamakla beraber, gezegenleri taşıyan kristal kürelerin varlığına inandığı anlaşılmaktadır. Kitabın asıl büyük kısmı gezegenlerin hareketlerine ilişkin matematiksel yöntemlere ayrılmış. Güneşin hareketi ile ilgili tartışması Hipparkus'unkinden fazla farklı değildir; fakat ayın hareketi konusunda Hipparkus'unkinden daha üstün bir teori geliştirdiğini görüyoruz. Eflatun'un, gökyüzü cisimlerinin hareketlerini çembersel olarak tasvir etmede matematiğin tek araç olarak kullanılması yolundaki buyruğu Batlamyus'da olduğu kadar hiçbir zaman tam yerine getirilmemiştir. O sisteminin gerektirdiği matematiği eksiksiz ve kusursuz olarak geliştirdi. Jeosentrik sistemi reddeden Kopernik'in bile, **Almagest**'i model olarak almaktan kendini kurta-

ramaması, sistemin dayandığı güçlü temeli göstermeğe yeter.

Soru 31 Galen kimdir? Etkisi niçin uzun sürmüştür?

Batlamyus İskenderiye'de astronomi ile uğraşırken, tıp ve hekimlik alanında büyük bir gelişmeye tanık olmaktayız. Hipokrat'tan sonra Yunan dünyasının en seçkin tıp bilgini sayılan Galen bu dönemde ortaya çıkmıştır.

Galen Bergama'da doğdu (M.S. 129); o yüzyılın sonuna kadar Roma ve daha başka merkezlerde çalışmasını sürdürdü. Anatomi ve genellikle hekimlik ile ilgili bilgileri sistematize etmede, o güne kadar çeşitli gelişme gelenekleri içinde birbirinden ayrı tıp ekollerini birleştirmede büyük bir başarı gösterdi. Hayvan kadvraları ve birkaç insan cesedi üzerinde teşrih çalışmaları da yapan Galen, anatomi, fizyoloji, patoloji ve tedavi konularında birçok yeni bulgular elde etti. Canlı hayvanlar üzerindeki deneysel incelemeleri yoluyla kalbin çalışmasını, omuriliğin yapı ve görevini anlamaya çalıştı.

Felsefede Galen dinsel düşünür; ona göre her şeyi Tanrı belirler; onun isteği dışında hiç bir şey olmaz. Örneğin, insan vücudunun belli bir amaç için Tanrı tarafından düzenlendiğini söyler.

Galen'in mistisizmi tıp düşüncesini de etkilemiştir. Ona göre vücudun her yanında değişik ruhlar yer almıştır. O bu görüşü ile atomcuların mekanik dünya anlayışlarına ters düşüyordu. Yunanca'dan Latince'ye çevrilen «**Hayvan Ruhları**» adlı eserinin büyük bir ün kazandığını, tıp çalışmalarını 1500 yıl etkisi altında tuttuğunu biliyoruz. Bu etkinin gerçek kaynağını Galen'in büyük gözlem ve deneylerinde gösterdiği üstün beceriden çok onun mistik görüşlerinden son derece ince bir mantıkla çıkarılan birtakım dogmalar

teşkil ediyordu. Onun temelde dinsel olan bakış açısı, hem Hıristiyanlara hem de Müslümanlara yakın geliyordu. Uzun süren etkisi geniş ölçüde bu özelliği ile açıklanabilir.

Galen'in vücudun fonksiyonları üzerindeki genel teorisini, Harvey kanın dolaşımını keşfedinceye kadar, egemenliğini sürdürür. Galen'e göre kan, karaciğer tarafından, yenen besinlerden yapılır, sonra «doğal ruh»larla birleştirilerek besleyici niteliğini kazanır. Bu yapılan kanın bir kısmı damarlar yoluyla vücuda dağılır, sonra bir çeşit «gel-git» hareketi ile aynı kanallardan kalbe döner. Geriye kalan kısım ise kalbin sağ yanından sol yanına aradaki diyaframın ince deliklerinden geçer, orada akciğerden gelen hava ile karışır. Kalbin sıcaklığında «yaşamsal ruh»larla yüklenen kan daha yüksek bir «gel-git» hareketi ile atar damarlardan vücuda dağılır. Böylece vücudu teşkil eden çeşitli organların fonksiyonlarını yerine getirmeleri olanak kazanır. «Yaşamsal ruh»la yüklü kandan beyinde «hayvan ruhları» meydana gelir. Bu ruhlar kandan arınmış olarak sinirlerden geçer, vücudun hareketini ve yüksek fonksiyonlarını sağlar.

Üstün bir zekâ ve sezginin ürünü olan bu teori gerçeği doğru ifade etmemekle beraber son derece etkili ve başarılı olmuştur. Ne yazık ki, yüzyıllarca insanların gözünde Galen'in bağımsız düşünme ve araştırma tutumundan çok öğrettikleri önemli görünmüş, onun kurduğu otorite karşısında fizyolojide yeni bir atılıma, Harvey ortaya çıkıncaya kadar, olanak kalmamıştı.

Soru 32 Simya nasıl ortaya çıktı?

Astroloji gibi simya da sahte bir bilimdi; İskenderiye'de gelişme olanağı bulması ilk bakışta şaşırtıcıdır. Bu olayı anlamak için Helenist çağda İskenderiye'nin düşünce orta-

mını ve el sanatlarında ulaşılan aşamayı bilmeye ihtiyaç vardır.

Simya başlangıçtan itibaren felsefe ve bu arada özellikle astroloji ile yakın ilişkiler içinde gelişmiştir. Gökyüzü cisimleri belli niteliklerle değerlendirilirdi. Güneş altını, ay gümüşü, Venüs bakırı, Merkür cıvayı, Mars demiri, Jüpiter tenekeyi, en uzak ve dolayısı ile en soğuk olan Satürn ise, ağır ve mat bir metal olan kurşunu temsil ederdi. Plato'nun felsefesinde madde görünüşler dünyası için gerekli olmakla beraber, aslında, önemsiz bir şeydi; çeşitli biçimlerine rağmen temelde tek türdü. Bir ideal'i temsil etmeyen hiç bir şey gerçekten var olamazdı. Tüm doğa canlı olup daha iyiye doğru gelişmektedir. Bu görüşü yansıtan simyagerler için de maddenin kendiliğinden önemi yoktu; gerçek olan madde değil, maddenin özellikleriydi. İnsanların vücutları hep aynı nesneden yapılmıştır; iyi ve kötü olmaları vücutlarının değişmesine değil, ruhlarının değişmesine bağlıydı. Aynı şekilde, zenaatkârların çok iyi bildikleri üzere, metalleri, özelliklerini değiştirerek değiştirmek mümkündü. Tüm doğa gibi metaller de daha iyiye, mükemmele doğru değişme çabasındadır. Onlar için ideal hedef altın olmaktır; o halde onların bu yoldaki gelişimine yardımcı olmak zor olmasa gerek. Boyacılıkta kullanılan tuzruhunun maden yüzeylerini kazıdığı biliniyordu. O halde, deniyordu, bayağı metale azıcık altın katılırsa, alaşım altın yüzey bırakmak üzere tuzruhuyla kazınır. Yüksek nitelikteki altın, maya etkisi yaparak katıldığı metalin bayağılığını giderir ve onu altının ruhsal niteliğine çevirir.

Asil sayılan metallerin başta gelen özelliği renklerinde kendini gösterir: gümüşün beyazı, altının sarısı. Bakıra kimyasal işlemlerle sarı renk kazandırılabilir; böylece bakır altına çevrilebilir. Çevirme süreci, ya bakırdaki toprak eleman uzaklaştırılarak, ya da hava ve ateş elemanları artırılarak

gerçekleştirilir. Ölü madde bu şekilde «renk ruhunu» kazanınca, ruhuna kavuşan insan gibi, canlanır.

El sanatlarına gelince, İskenderiye dahil, birçok Akdeniz kentlerinde kimyasal işlemlere dayanan bir çeşit endüstri doğmuştu. Halkın satın alamadığı değerli ziynet eşyasının taklitleri yapılıyordu. Örneğin taklit inciler, gümüş veya altına benzeyen eşya geniş ticarete yol açmıştı.

Simya biliminin uygulanmasında genellikle şu üç adım izlenirdi: (1) Kalay, kurşun, bakır ve demir siyah bir alaşım verecek şekilde kaynaştırılırdı. Bu kaynaşmada metaller bireysel kimliklerini yitirir, tek türde birleşirlerdi. (2) Cıva, arsenik veya antimuan eklenerek bakır aklaştırılır, gümüşe benzerlik sağlanırdı. (3) Sonra, azıcık altın verilirdi; beyaz alaşım kükürt suyu (yani kalsiyum sülfat) veya tuzruhu ile işlem görerek altın rengini kazanırdı; daha doğrusu İskenderiyeli simyagere göre altın olurdu. Zira önemli olan maddenin kendisi veya kütlesi, fiziksel özellikleri ve kimyasal reaksiyonları değil, renk özelliği idi. Örneğin, bir maddeye altın rengi vermek, onu altın yapmak demektir. Bize saçma görünen bu inanç o dönemin temel felsefesinin bir gereği idi.

Yüzyıllar sonra Araplar ve onları izleyen Avrupalılar arasında simya yeniden ortaya çıktığında eski temel felsefesinden, dolayısı ile anlamından yoksundu. Rasyonel'ini kaybetmiş, birtakım hazır reçete uygulamasından ibaret olan bu «bilim» sahte kimliğini kelime oyunları ve mistik bir esrar perdesi arkasında gizlemek zorundaydı artık.

Şurasını da kaydetmeli ki, gerek astroloji, gerek simya başlangıçta, gerçek bilimlerde olduğu gibi, sağlam bazı gözlemlere, hatalı da olsa, belli bir rasyonel düşünceye dayanarak ortaya çıkmış ve gelişmiştir. Böyle olmasaydı onların ne rasyonel düşüncenin parlak dönemini yaşadığı Helenist çağda ortaya çıkmalarına, ne de astronomi ve kimya bilimlerinin gelişmelerine geçerli bir katkıda bulunmalarına olanak vardı.

Soru 33 Romalılar'ın başlıca özellikleri nedir?

Öyle görünüyor ki, antik dünyada orijinal düşünce Yunanlıların tekelindeydi. Askerlik, devlet yönetimi ve hukukta üstün yetenek gösteren Romalılar'ın yaratıcı düşünce alanında beklenen başarıyı gösterdikleri söylenemez.

Romalılar da Yunanlılar gibi uygarlığa demir çağında geçtiler. Şu kadar ki, Yunanlılar kıyasal kent uygarlığı ve deniz ticareti yönünde ilerlerken, Romalılar, Isparta devleti gibi, tarıma bağlı, savaşçı bir topluluk olarak ortaya çıktı. Ticareti hakir görüyorlardı. Bu yüzden gezgin tüccara özgü kantitatif ve uzaysal düşünme biçimine yabancı kaldılar. Teorik konulara ve bu arada özellikle matematiğe yeteri kadar ilgi gösteremediler. İçlerinden bazılarının bu yetersizliğin farkında olduğunu görüyoruz. Nitekim, Roma'nın en parlak döneminde ünlü Çiçero (M.Ö. 106-43) şöyle diyordu: «Yunan matematikçileri salt geometride daima ilerlediler; biz ise hesaplama ve ölçmeden öteye geçmiyoruz.» Gerçekten Romalılar araştırmalarında pratik yarar sınırlarını pek aşmadılar. Bilim ve felsefe gibi sanat ve hekimliği de Yunanlılardan aldılar. Bilime verdikleri değer tıp, tarım, mühendislik ve mimarlık alanlarındaki pratik yararından ileri geliyordu. Salt bilime fazla bir katkıları olmadı.

Pratik yaşam sorunlarına yönelik Romalıların uygarlığa katkıları daha çok örgüt kurma biçiminde kendini gösterir. Kamu sağlık hizmetlerini örgütleme, yol, köprü ve su yolu kemeri inşa etme, kişi ve kamu ilişkilerini düzenleme, ordu kurma gibi alanlarda Roma üstünlüğü söz götürmez. Bilim adamı olmaktan çok asker ve yöneticidir seçkin Romalı. İdeali dünyayı anlamak değil, düzenlemektir.

Bu genel yargının dışında kalan bazı çalışmalara rastlamak elbette mümkündür. Örneğin Lucretius (M.Ö. 98-55) **Nesnelerin Niteliği Üzerine (de Rerum Natura)** adlı eserinde Yunan atomculuğunu anlatma ve benimseme çabasını

gösterir. Amacı batıl inançları yıkmak, bilim ve felsefede aklın yerini yüceltmektir. Şiir biçiminde yazdığı bu kitapta o, atomcuların öğrettiklerine yeni bir şey eklememekte, sadece en basitten en karmaşık olanına kadar (suyun buharlaşmasından, evrenin parlak duvarları ile çevrili gök cisimlerinin muhteşem hareketlerine kadar) tüm olguların **nedenel ilke** gereğince meydana geldiğini dile getirmekle yetinmektedir. Amasyalı Strabo'nun M.S. 20 sıralarında yazdığı geniş kapsamlı bir coğrafya kitabında bilimin diğer kollarındaki çalışmalar hakkında da bilgi verdiğini görmekteyiz. Bilimsel ilginin canlanmasına yol açan daha ayrıntılı ve uzun bir çalışmayı Pliny (M.S. 23-79) yapmıştır. Pliny'nin **Doğal Tarih** adı altında kaleme aldığı 37 kitaplık bir seride o dönemin ve daha önceki bilimsel çalışmaların çok geniş bir özetini bulmaktayız. Bu «özet»in ilk bölümünde; gökleri ve yıldızları içine alan evrenin tümü ile ilgili bir teori yer almakta, sonra dünyamız her yönü ile incelenmektedir. Pliny için evren Tanrının somut bir belirtisiydi. Evreni anlamak Tanrıyı tanımaya yaklaşmak demektir. Evreni anlamamanın ilk aşamasını da dünyayı incelemek teşkil ederdi. Coğrafya, insan ve insanın fiziksel ve ruhsal özellikleri, hayvanlar, bitkiler, tarımsal faaliyetler, ormancılık, meyvacılık, şarapçılık, madencilik, güzel sanatlar ve benzeri birçok çalışmalar, onun incelemesinin çevresini dolduran konulardı. Pliny, bilimsel faaliyetlere olduğu kadar çağının batıl inançlarına, sihirbazlıklarına, bunların yarar ve uygulama biçimlerine de yer verdi eserinde. Bilimle sihirbazlığı, gerçekle masalı, doğruyla yanlış ayırdetmeksizin sunduğunu görmekteyiz. Onun bilimle bilim dışı düşünce ürünleri arasındaki farkı yeterince anladığını söylemek güçtür. Öte yandan Vezüv yanardağının patlamalarını yakından incelemek için sokulduğu dağın eteğinde üzerine düşen lav parçaları ile yanıp öldüğü gözönüne alınırsa, doğrudan gözleme verdiği önemin büyüklüğünü de kabul etmek gerekir, herhalde.

Soru 34 : Yunan düşüncesinin Romalılar üzerindeki etkisi ne olmuştur?

Romalıların bilimle ilk temasları güney İtalya ve Sicilya'da yerleşmiş Yunan düşünürleri yoluyla olmuştur. Büyük İskender'in kurduğu imparatorluğun dağılması sonunda başlıca Yunan kültür ve bilim merkezleri Romalıların eline geçmiştir. Bu gelişme onlara Yunan üstünlüğünü daha yakından görme fırsatını vermiştir. İlk temasın yarattığı bazı tepkiler dışında Romalıların karşılaştıkları kültürü benimseme yoluna gittiklerini görüyoruz. Ne var ki, bu benimseme kültürün tümünü kapsamaktan çok bazı yanlarına yöneliktir. Nitekim en çok Stoa felefesinin etkisinde kaldıkları görülüyor. Bu felsefe Etrüsklerden kendilerine kalan birtakım inanç ve görüşleri daha ince ve incelmış biçimde sunduğundan onlara pek yabancı değildi. Buna karşılık ünlü Lucretius'a rağmen Epikür felsefesi pek etkili olamadı. Gerçi ne Lucretius'un ne de Epikür'ün kendisinin, yaymaya çalıştıkları atomcu görüşü yeterince temsil ettikleri söylenemez. Romalılar Yunan materyalistlerinden öğrendiklerine bir şey katmadıkları gibi, öğrendiklerini yayma yolunda da fazla başarılı değillerdi. Lucretius'un atom teorisine sarılması, bu teoride dinsel öğretiye karşı bir silâh bulmasından ileri geliyordu; yoksa evreni anlama ilgisinin o kadar kuvvetli olduğunu söylemek güçtür.

Romalılar özellikle Yunanlıların teorik düşünme ve gözlem arasında kurmayı başardıkları göresel dengeye bir türlü erişemediler. Yunan biliminin metodunu değil, muhtevasını almakla yetindiler. Bu nedenle onların bilim adına ortaya koydukları ya Lucretius (Nesnelerin Niteliği Üzerine)'da olduğu gibi daha çok felsefe ya da Pliny (Doğal Tarih)'de olduğu gibi daha çok ampirik türde bir çalışma düzeyinde kalıyordu.

Romalıların muhteva yönünden bile Yunanlıların ulaş-

tığı düzeye çıktığını söylemek güçtür. Ne astronomi ne de matematik alanında seçkin bir bilgin çıkardıkları söylene-
mez. En ünlü coğrafyacıları Pomponius Mela (M.S. 43) bile,
Eratosthenes coğrafyasının sadece kalitatif sonuçlarını al-
makla kalmış, matematiksel ve ölçme ile ilgili konulara de-
ğınmekten kaçınmıştır. Romalıların en başarılı olduğu alan-
nın, belki de pratik yararından dolayı, tıp olduğu söylenebi-
lir. Fakat bunda bile başarıları sürekli olmamıştır. Vesali-
us'un 1543'de yazdığı şu satırlar ilginçtir bu yönden:

Önce ünlü doktorlar, eski Romalılara özenerek,
el işini hor görmeğe başladılar. Hastaları ile ilgili kir-
li ve kaba işleri kölelerine bıraktılar. Kendileri, elini
işe sürmeyen mimarlar gibi, sadece nezaret etmekle
yetiniyorlardı. Sonra diğerleri onları izlemeye koyul-
du. Hekimliğin getirdiği para ve şereften vazgeçmek-
sizin, mesleğin gerektirdiği hoş olmayan işlerden el-
lerini çektiler. Bu çok geçmeden hekimliğin çöküntü-
süne ve doktorların yozlaşmasına yol açtı. Örneğin
hastalarının yiyecek işlerini ve pişirme sanatını has-
tabakıcılara, ilâç hazırlamayı yamaklarına, diğer bazı
el işlerini de berberlere bıraktılar.

Romalıların, her ne kadar Yunanlıların katıksız bilme ve
anlama ilgilerini paylaşmamışlarsa da, bilim ve felsefeye ta-
mamen yabancı kaldıkları da söylenemez. Unutmamak gere-
kir ki, Yunan filozofları hakkındaki bildiklerimizin çoğunu ba-
zı Romalı yazarlara boçluyuz. Bunlardan Diogenes Laertius
Filozofların Yaşamları adlı eseriyle önemli bir hizmet gör-
müştür. Aynı konuda Plutarch'ın (M.S. 50-125) yazdıkları da
büyük değer taşır. Plutarch ayrıca ay'ın yapısı ve Roma mi-
tolojisi gibi konularla da uğraştı. Dinler üzerinde karşılaştı-
rılmalı ilk çalışmayı da gene ona borçluyuz.

IV. BÖLÜM

ORTAÇAĞ AVRUPASI ve İSLÂM DÜNYASINDA BİLİM

Soru 35 Akıla tepki nasıl doğdu?

Galen'den sonra hekimlik alanındaki gelişme durmadı; oysa felsefe ve bilim tam bir duraklama, hatta yok olma dönemine girmişti. Romalıların teorik ilgilerinin zayıflığı göz-önüne alındığında bu sonuç kaçınılmazdı. M.S. üçüncü yüzyılın ikinci yarısında yaşayan İskenderiye'li Diophantus dışında birinci sınıf bir bilim adamına rastlamak artık olanaksızdı. Cebir üzerinde en büyük otorite sayılan Diophantus Yunan asıllıydı. Ona gelinceye kadar cebirsel problemler ya geometrik yöntemlere ya da düpedüz sözsel muhakemeye başvurularak çözüldü. Her iki halde de birtakım güçlükler vardı. İlk kez Diophantus bazı kısaltmalara gitti; sürekli olarak tekrarlanan işlemler ve sayılar için semboller kullandı. Bu sayede basit denklemler ile iki terimli ve ikinci dereceden denklemleri içeren problemlerin çözümü kolaylaştı. Daha da ileri giderek bilinmeyen sayısının denklem sayısından daha büyük olduğu belirsiz ifadelerle de uğraştı. Diophantus'un çalışması ile cebir bağımsız bir disiplin kimliği kazandı; fakat ondan sonra bilimin herhangi bir alanında önemli hiç bir katkı göze çarpmamaktadır. Yapılan çalışmalar, çoğunluk Yunan yazarlarının eserlerini özetleme ve yorumlama biçiminden ileri gitmiyordu. Bilimsel nitelik taşıyan tüm sorunlar üzerinde Aristo başvurulan tek otorite idi. Hatta gözleme bağlı olgusal sorunlarda bile onun dedikleri dışına çıkılmıyordu. Felsefede, özellikle metafizik türden felsefede,

mistik bir nitelik taşıyan Yeni-Eflatunculuk egemendi. Aristo'nun unutulduğu dönemlerde bu felsefenin daha da güçlendiğini, evreni açıklamanın biricik aracı haline geldiğini görürüz. Ortaçağın karanlığı, Hıristiyanlık ile Yeni-Eflatunculuğun mistisizminin kucaklaşmasından doğmuştur, denebilir.

Romalılar gibi Latin kökenli Hıristiyan papazları da teorik bilimlere yüz çevirmekte gecikmediler. Roma İmparatorluğunun en güçlü döneminde bile entellektüel ilgilere ve girişimlere ters düşen bir yılgınlık ve mistisizmin etrafı kapladığı görülmektedir. Bundan kuşkulananlar da yok değildi. Yılgınlık ve mistisizmin Roma uygarlığını kemirdiğini, sonucun yalnız Romalılar için değil tüm dünya için bir felâket olacağını çok önceden söyleyenler çıktı. Bu ortamda gözleri bu dünyanın sorunlarından öteki dünyaya çeken, ruhun kurtuluşunu biricik amaç edinen bir sürü gizli dinlerin ortaya çıkması kaçınılmazdı. Romalıların gözünde Hıristiyanlık bu dinlerden sadece biriydi. Ne var ki bir kere mutluluğa giden yolun artık toplumda etkili bir yaşam kurma çabasından değil, ruhun öbür dünyada sonsuzluğa ermesini sağlayan inançlara bağlanmadan geçtiği düşüncesi kafalara egemen olmaya başlamıştı. Akıl değil, yalnız iman kurtarabilirdi insanı. Tertullian'ın, «İnanıyorum, çünkü başka türlüüne (yani akıla) olanak yoktur.» sözü bu ruh halini dile getiriyordu. Latin kilise papazları içinde kuşkusuz en entellektüel olan Aziz Augustine bile akılı, kendisini inanmaktan alıkoyan bir tuzak sayıyor, akılı bırakıp imana sarıldığı için selâmete erdiğini söylüyordu. İncili anlamaya yetecek kadar bilime izin veriyordu. Bu da yakın doğunun doğal tarihi ile kilise takvimi için gerekli basit astronomi bilgileri yanında tənrisal mükemmeliyetin anlamını kavramaya elverecek sulandırılmış bir Eflatunculuktan ibaretti.

Akıla karşı tepki doğu kilisesinden çok batı kilisesinde kendini gösteriyordu. İmparatorluğun doğu ve batı kesimle-

rinde entellektüel ortam oldukça farklıydı. Batıda giderek kalitesi düşen, orijinal kaynaklardan uzaklaşan ansiklopediler ortaya konurken, doğuda hâlâ yüksek değerli eserlerin arkası kesilmemişti. Gerçi bilim ve felsefedeki gerileme geneldi; imparatorluğun doğu kesiminde de yaratıcı düşünceye rastlamamaktayız. Batlamyus çağında bir bilgin bile bu durumdan yakınmış, eski Yunan düşünürleri düzeyinde bir düşünür olmadığını itiraf etmek zorunluluğunu duymuştur.

Soru 36 Duraklama dönemi ne yönden olumlu sayılabilir?

Yeni fikir üretmeyi olanaksız görmenin, bilimsel gelişmeyi önleme gibi olumsuz etkisi yanında, Yunan düşüncesi üzerinde birtakım ansiklopedik çalışma ve yorumlara yol açmakla yararlı bir sonucu olduğu da söylenebilir. İlerde bilimin yeniden canlanmasında önemli rolleri görülen bu çalışmalardan başlıcaları şunlardır.

Pappos (M.S. 300)'un **Matematiksel Koleksiyon**'u yüksek matematik ve mekanik üzerinde oldukça orijinal katkılara da yer veren kısmen tarihsel kısmen ansiklopedik biçimde hazırlanmış önemli bir eserdir. Atina'da Akademide ders veren Proclus (M.S. 410-455)'un Öklid üzerinde hazırladığı yorumunda, matematik problemlerin geniş bir çözümlemesi ile birlikte matematiğin tarih ve felsefesini bir arada sunulduğunu görmekteyiz. Proclus aynı zamanda geniş ayrıntıları ile Hipparkus ve Batlamyus'a giriş amacı güden **Astronomik Hipotezlere Bakış** adlı kitabın yazarıdır.

Bu tür çalışmalar arasında en önemlileri Aristo üzerine olanlardır. Aristo'nun eserleri M.Ö. birinci yüzyılda toplanıp yayımlanıncaya kadar özel ellerde kalmıştı. Yapılan birçok yorumlar arasında M.S. altıncı yüzyılda Simplicios ile John Philoponos'un yazdıkları en önemlisi sayılır. Simplicios

os'un çalışması onüçüncü ve ondördüncü yüzyıl Avrupasında en çok okunan kitaplar arasındaydı. Onun Aristo anlayışı birçoğunun gözünde tartışma kabul etmez bir ağırlık taşırdı. Ayrıca, Aristo biliminin çeşitli cephelerinin gelişimiyle birlikte, iç içe yuvalanmış (konsentrik) kürelerden oluşan astronomi sistemi hakkında da son derece ayrıntılı bir inceleme yapmıştı.

Philoponos'a gelince o daha orijinaldi. Simplicios'un tersine Aristo'yu eleştirmekten de geri kalmıyordu. Fikirleri daha az bilinmekle beraber, hareket üzerindeki görüşlerinin, dolayısıyla de olsa, fiziğin daha sonraki gelişmesini etkilediği söylenebilir. Aristo'nun hareketle ilgili öğretilerinin birçoğunu, bu arada zorlanmış hareket açıklamasını, yetersiz, hatta yanlış buluyordu. Örneğin, ilk itişten sonra hareketin bir süre devamının ortamdaki ileri geldiği tezi ona göre yanlıştı. Nasıl ki, ateş demir parçasına ısı geçirir ve bu ısı demir ateşten uzaklaştıktan sonra bir süre daha devam ederse, aynı şekilde, atılan bir cismin elden veya sapandan çıktıktan sonra hareketini devam ettirmesi ilk aldığı itişin etkisine bağlıdır. İlk itiş ne kadar büyükse, hareketin devamı o kadar uzun sürer; tıpkı ateşin sıcaklığı ne kadar yüksekse, demir parçasında ısının devamının o kadar uzun olması gibi.

Philoponos, Aristo'nun hareket için ortamı zorunlu görmesini de eleştirir. Ona göre hareket herhangi bir ortam olmaksızın, yani tam boşlukta da mümkündür. Philoponos'un özellikle hareket konusundaki fikirleri ilginçti, fakat onun daha sonraki çalışmalar üzerindeki etkisi en çok ilk-itiş teorisi ile kendini duyurmuştur.

Bilimsel çalışma geleneğinin zayıf biçimde de olsa Roma İmparatorluğunun doğu kesiminde Yunanlılar arasında sürdürülmüş olması, uygarlığımız yönünden bir talih sayılmak gerekir. Zira bu gelenek büsbütün ortadan silinebilirdi. Gerçi antik çağın Yunan dehası bir daha dirilmemek üzere

tarihe gömülmüştü; ne var ki, onun paha biçilmez ürünleri ve bu ürünleri oluşturan gelenek hâlâ yaşıyordu. Eskiye duyulan aşırı saygı bilimde yeni atılımları önlemişti. Fakat bu saygı aynı zamanda modern bilimin geniş ölçüde kaynaklandığı eserlerin korunmasını, belli bir entellektüel gelenek ve okuma alışkanlığının devamını sağlamakla çok değerli olmuştur.

✓ Soru 37 Ortaçağ kafasını özelliği nedir?

Antik uygarlığın sona ermesi ile İtalyan Rönesansının başlaması arasında geçen bin yıllık dönem (aşağı yukarı M.S. dördüncü ve onüçüncü yüzyıllar arası) Avrupa için karanlık bir dönem sayılır. Bu dönemde bilim ve felsefede mesale Araplar'ın eline geçmiştir. Başlangıçta Yunan kaynaklarından yapılan çevirilerle işe koyulan Araplar'ın çok geçmeden önemli bazı katkılarda buldukları görülür. Arapların bilimsel çalışmalarının en parlak dönemi M.S. 800-1100 arasına rastlar. Araplar yalnız bilimsel düşünme geleneğini sürdürmekle kalmadılar, bu düşüncenin Avrupa'da yeniden canlanmasında başlıca etken oldular. Bu konuda ayrıntılı açıklama vermeden önce karanlık çağa yol açan ortaçağ kafasını tanımaya ihtiyaç vardır. Fakat her şeyden önce bilimsel görüşe ters düşen Hıristiyan teolojisinin özelliklerini belirtmeliyiz.

Ortaçağ boyunca egemenliğini sürdüren Hıristiyan teolojisi şu üç unsurdan oluşmuştur: (1) Tevrata dayanan Judaizm; (2) Yeni Eflatunculuğun mistisizmi; (3) Doğu kültürlerine özgü bazı ilkel dinsel töreler veya gizli, esrarengiz dinler. Yapısı bu olan bir teolojinin bilime açık olması, rasyonel felsefenin gerektirdiği özgür ve seküler (lâik) düşünmeye olanak tanınması beklenemezdi elbette.

Daha önce de belirttiğimiz gibi Eflatun idealist bir filo-

zoftu; evren anlayışı temelde mistikti. Ona göre bu dünyada gözlediğimiz olgular sadece birer görüntüdür. Gerçeği görüntülerde değil, onların gerisinde yer alan «idea»larda aramak gerekir. Görüntüleri duyarımız yoluyla öğreniriz; oysa «idea»ları anlamının biricik aracı salt akıldır.

Bu felsefe bu biçimiyle bile olgusal bilimlerle bağdaşır nitelikte değildir. Hıristiyan teolojisine maya olan Yeni Eflatunculuk üstelik daha aşırı bir irrasyonalizmi temsil ediyordu. Plotinus'dan başlayarak giderek güçlenen mistik düşünce ile birlikte İskenderiye biliminin hızla gerilediği, olgusal niteliğini yitirdiği görülür. Plotinus için en yüce iyilik Mutlak'a erişmektir; bu da akıl-üstü bir düşünme metodu ile başarılabilirdi. Onu izleyenler (örneğin Porphyry ve Lamblicus) bu mistik metafiziği pratik yaşam düzeyine indirmekte gecikmediler. Böylece büyüye kapı açılmış oldu. Ruhun Tanrıya, meleklerle ve bu türden kutsal varlıklara ihtiyacı vardı. Tanrısal olan her şey mucize niteliği taşıdığı için ona ulaşmak ancak büyü ile mümkün olabilirdi. Bu gelişme hem dinin biçimsel kalıplara girmesine yol açmış, hem de düşüncenin rasyonel niteliğini büsbütün kaybetmesi sonucunu yaratmıştır.

Aristo'nun etkisi de tam olumlu olmamıştır. Gerçi olguların gözlemine onun daha fazla önem verdiği doğrudur; ne var ki, onda bile bilimden çok metafizik ve mantık daha ağır basar. Aristo'nun doğanın yorumlanmasında kullandığı kavramlar gözlemsel veya ölçülebilir olmaktan uzak, metafizik nitelikte birtakım kategorilerden ibaretti. Kaldı ki, onun öğretisinin, Hıristiyan teolojisine pek uygun gelmemiş olmalı ki, zamanla unutulmaya yüz tuttuğu veya etkisiz kaldığı görülür. M.S. altıncı yüzyılda Aristo'nun eserleri artık okunmaz olmuştur. Onüçüncü yüzyıla gelinceye kadar mantık öğretisi dışında hemen hiçbir çalışmasıyla ilgilenildiği görülmeyiz.

Manastırların bir tür üniversite vazifesi gördüğü ortaçağ boyunca okuma ve öğrenme papazların tekeline düşmüş gibiydi. Yunan eserlerinin hemen hepsi (Eflatun'un Timaeus'u hariç) kaybolmuştu. Din ve büyü'nün düşünce üzerindeki baskısı çok ağırdı. St. Augustine (354-430), Tanrı doğayı insan için yaratmıştır, diyor ve tüm evrenin amaç ve kökeninde ruhsal olduğunu ileri sürüyordu. Yunan kültürüne özgü, evreni sırf anlamak ve bilmek için inceleme tutkusu yerini öteki dünyada Tanrı ile bütünleşme umuduna bırakmıştı. «Doğayı ve dünyanın evren içindeki yerini tartışmak,» diyordu Aziz Ambrose, «bize öteki dünyada erişmek ümidini taşıdığımız yaşam yönünden hiçbir yardım sağlamaz.»

Giderek din dışı bilimsel çalışmalar Hıristiyanlığa aykırı, «pagan işi» * sayılır oldu. Bilginin kötü, cehaletin erdem olduğu dönem başlar. Hıristiyanlığın geniş halk kitlelerine yayılmasına paralel olarak bu olumsuz tavrın daha da katılaşığı görülür. Bilime karşı kuşku yer yer fiili saldırı biçimini almaya başlar. Simyagerlerin bile kitapları yakılır. M.S. 389 sıralarında bir Hıristiyan başkaldırmasından yararlanan Piskopos Theophilus, İskenderiye'deki ünlü kütüphanenin bir bölümünü tahrip eder (Hıristiyanlar ise Müze ile birlikte kütüphanenin M.S. 640'da Müslümanların eline düşmesiyle yok edildiğini iddia ederler). Daha da unutulmayan bir olay, İskenderiyeli astronom Theon'un kızı matematikçi Hypatia'nın, Patriark Cyril'in kışkırtması üzerine bir kalabalığın hücumuna uğrayıp öldürülmesidir (M.S. 415).

Soru 38 Ortaçağda bilim adına ne vardı?

Romalılar yeni ve orijinal düşünce sistemleri ortaya koymada yetersiz kalmakla beraber, genellikle Yunan entelektüel geleneğini sürdürme çabasından kaçmadılar. Ancak

(*) «Pagan», başlıca dinlerden hiç birine inanmayan kişi demektir.

Hıristiyanlığın güçlenmesi ve imparatorluğun çökme süreci içine düşmesi ile birlikte entellektüel ilgiler büsbütün zayıflar, hızla kaybolmaya yüztutar. Bu gidişi durdurma yolunda İmparator Julian (331-363)'in girişimi ilginçtir. Hıristiyanlığa karşı pagan din ve felsefesini canlandırmak ister İmparator. Fakat olumlu sonuç alamaz. Atina'da yetişen büyük filozofların sonuncusu Proclus bile yaşadığı ortamın etkisinden kurtulamaz. Onu izleyenlerin Yeni Eflatunculuğa verdiği biçim bu felsefenin ilerde Hıristiyan ve İslâm dinlerinin dünya görüşleriyle kaynaşmasından öte bir sonuç vermez. Ortaçağ mistisizminin doğup büyümesinde Proclus'un rolü böylece büyük olmuştur.

Bilimin giderek mistik metafiziğe dönüşmesi, doğayı bağımsız ve açık bir kafa ile inceleme olanağını yok etmişti. Öte yandan Romalıların Stoa felsefesi de olgusal bilgiye değil, insanın ahlâkî düşünce ve davranışına dayanak aramaya yönelikti. Hıristiyanlığın egemen olduğu bu ortamda doğaya ilişkin bilgiler kilise öğretisini pekiştirmeye yaradığı ölçüde değerli sayılıyordu.

Ortam bâtil inançların da doğup yayılmasına elverişli bir nitelik kazanmıştı. Örneğin, aslan yavrularının kör doğduğu, ancak üçüncü gün baba aslanın üfürmesi üzerine gözlerinin açıldığı bilimsel bir doğru olarak ileri sürülüyordu. Üstelik bunun Judah Aslanı diye niteledikleri İsa'nın dirilip gök katına çıkışını andırması nedeniyle özel bir anlamı vardı. Bu dönemde Astroloji büyük önem kazanır. Yıldızların, insanların yaşamlarını biçimlediğine, zodyak'ın her burcunun insan vücudunda belli bir kesimi, her gezegenin belli bir organı etkilediğine kuşkusuz bir gözle bakılıyordu.

Din yaşamın her cephesinde olduğu gibi bilimde de sultasını kurmuştu. Yunanlıların küresel evren teorisi genellikle muhafaza edilmekle beraber, yorumu dinsel bir temele oturtulur. Üstelik, yer yer bazı ilkel görüşlere dönüldüğüne tanık olmaktayız. Örneğin, dünyanın düz olduğu gibi fikirler

yeniden ileri sürülür. Evreni yapı ve biçimi yönünden çadıra benzeten papazlara göre düz olan dünyanın alt dayanağı su olduğu gibi üstünde gök kubbesi de gene su ile kaplıydı. Özellikle Suriye ve Tarsus kiliselerinde benimsenen bu görüş Batı kilisesinde de taraftarlar bulmuştu. Ama gene de küresel teoriden vazgeçildiği söylenemez. Milanolu Ambrose ile tilmizi St. Augustine evrenden küresel olarak söz ederler. Ancak onlar için, daha önce de belirttiğimiz gibi arzın yeri ve biçimi ile ilgili sorunlar önemli değildi. Bu da Batı kilisesinin Yunan dünya görüşüne ne kadar yabancılaştığını gösterir. Aristo'nun ve Batlamyus'un unutulmuş teorileri ancak Doğu kilisesinde, o da teolojik yorumlara uğrayarak, muhafaza edilebilmiştir.

Bizans Roma'ya nazaran daha köklü bir bilimsel geleneğe sahipti. Atina'daki Akademi ve Lyceum 529'da Justinian kapatıncaya kadar faaliyetlerini sürdürürler. Son pagan filozofu Proclus kendi zamanında Aristo'nun fiziksel kozmolojisinin bazı özellikleriyle birlikte Batlamyus'un matematiksel sistemini kapsayan bir evren teorisinin geliştirilmiş olduğundan bahseder. Bu teoriye göre, gökyüzü iç-içe yerleşmiş dokuz küresel kabuktan kurulmuştur. Kürelerden ilki ayı, ikincisi Merkür'ü, ve böylece geriye kalanlar sırası ile diğer gezegenleri taşır; sekizincisi sabit yıldızlarla yüklüdür; dokuzuncusu ise İlk Devindirici (muharrik)'dir.

Ortaçağın mentalitesini yansıması yönünden bu teorelinin bazı ayrıntılarına girmede yarar vardır.

Aristo'nun görüşüne uygun olarak küreler birbirine tâbiydi ve kalınlıkları Batlamyus sisteminin episikl'lerini alacak kadardı. Bir kürenin dünyadan en uzak olduğu zamanki mesafesi, ondan sonraki kürenin en yakın olduğu zamanki mesafesine eşitti. Böylece gök cisimlerini taşıyan küresel kabukların kalınlıklarını ve gök cisimlerinin dünyadan ortalama mesafelerini hesaplamak mümkün görülüyordu. Bu da evrenin mutlak sanılan boyutlarını gösteriyordu.

Küreler kendiliğinden hareket etmiyordu şüphesiz; onları harekete geçiren varlıklar vardı. Eflatun ve Aristo teorilerine göre bu varlıklar hareket ettirdikleri kürelerden daha asil ve spritüel yaratıklar olmalıydı. Gökyüzünün belli bir hiyerarşik düzene tâbi ruhlardan meydana geldiği Eflatun'un ortaçağlar boyunca etkisini sürdüren fikirlerinden biriydi. Papazlar bu ruhlara, adları İncilde de geçen, birtakım perilerin kimliklerini verdiler. Perilerin teşkil ettiği hiyerarşik düzenin üstünde, tüm evrene egemen Tanrı yer alıyordu. Göksel düzenin altında, gene hiyerarşik bir düzene bağlı yersel düzen vardı. Dünya yaratıkları en yüksek kattaki insandan en düşük düzeydeki kırıntılara giden yolda hayvanlar, bitkiler ve sair yaratıklar sıralanıyordu. Bu hiyerarşik düzen yaşamın her cephesini niteliyordu. Göklerin en yüksek katındaki Tanrıdan cehennem dibindeki zebanilere kadar herkes ve her şeyin bu düzende yeri ve sırası belliydi. Kilisenin resmî görüşü olmuştu bu. Nitekim, bu görüşün fiziksel yönüne itiraz etti diye kilise John Philoponos'u afroz etmişti. Philoponos küreleri perilerin hareket ettirdiğini kabul etmiyordu. Ona göre, kürelerin hareketi başlangıçta Tanrının uyguladığı itiş'in henüz etkisini kaybetmemiş olmasındandır. Nasıl ki ağır cisimlerin bırakıldığında yere düşmesi Tanrının onlara verdiği düşme eğiliminden ileri gelir. Bu bakımdan yersel ve göksel cisimler arasında temelde bir ayrılık yoktur. Philoponos, «impetus» (=itiş) teorisi ile Aristo'nun hareket ile ilgili öğretilerini reddediyordu. Ona göre hareket için sürekli kuvvet uygulaması gerekmez; cisim aldığı itiş hızı kesilinceye kadar hareketini sürdürür. Bu nedenle havada olduğu gibi boşlukta da hareket mümkündür; ve boşluk imkânsız değildir.

Philoponos'un bu görüşünün etkisi daha sonra görülecektir. Onüçüncü yüzyıla gelinceye kadar Proclus'un bahsettiği ve öğrencisi Dionysios'un elinde Yeni Eflatunculuk ile Hıristiyanlığın bir birleşimini temsil eden teori egemenliğini sürdürür.

Soru 39 Uyanmaya giden yolda ilk kıpırdamalar nelerdi?

Altıncı yüzyılın ilk yarısında yer alan iki olay, klasik çağın her yönüyle sonunu, karanlık çağın başladığını simgeler: Bunlardan biri İmparator Justinian'ın, Eflatun ve Aristo'nun Atina'daki okullarını, Hıristiyanlığa aykırı sayıp kapatması; diğeri Romalı bir asilzade olan Boethius'un «seküler» (lâik) nitelikteki yazılarından dolayı kilise tarafından ölüm cezasına çarptırılması. Boethius gerçekten antik düşüncenin son temsilcisiydi. Aristo ve Eflatun üzerine yaptığı yorumlar orijinal Yunan kaynaklarına dayanıyordu. Ayrıca onun «quadrivium» dediği aritmetik, geometri, müzik ve astronomi üzerine yazdığı kitaplar ortaçağlar boyunca ders kitapları olarak kullanılmıştır. Bilgi alanlarını doğa bilimleri, matematik ve teoloji olarak sınıflaması kendisini izleyenlerce olduğu kadar, daha sonra Thomas Aquinas tarafından da benimsenir. Boethius'un ölümüyle birlikte klasik ruh âdeta yeryüzünden silinir. Atina ve Roma devlet olarak çökmekle kalmaz; aynı zamanda düşünür ve sanatkâr olarak Yunan ırkı, hukukçu ve yönetici olarak Romalı ortadan kalkar.

Şu kadar ki, Batı Avrupa'da karanlık çağ tüm olumsuz özellikleriyle hüküm sürerken, Bizans'ta üstü örtülü de olsa Yunan ve Roma geleneği sıcaklığını koruyordu. Aynı geleneğin, değişik biçimlerde Suriye'den İran Körfezine kadar uzanan bölgede de sürdüğü görülür. İran'da Jundishapur, Atina'daki okulların kapanması üzerine Yeni-Eflatuncuların gelip sığındığı önemli bir merkez olur. Burada, Aristo, Eflatun ve diğer filozoflardan yapılan çeviriler yoluyla Yunan düşüncesi ile Hint, İran ve Suriye kültürleri geniş temas olanağı bulur. İlerde de göreceğimiz gibi, bu etkileşim, İslâm bilimi aracılığı ile, Avrupa'nın yeniden uyanmasında etkisini gösterecektir. Öte yandan Roma hukukunun Justinian Enstitülerinde «kanunname» biçiminde toplanması, rasyo-

nel düzen anlayışının devamını sağladıktan başka, bir yandan Evrensel Kilise'nin dayandığı temel ilkelerin, öte yandan daha sonra «skolastisizm» denilen entellektüel sentezin oluşumunda önemli rol oynar.

Şüphesiz karanlık dönemin tüm karanlık olduğu; hiç bir umut ışığına yer vermediği söylenemez. Klasik çağdan kalan bilgilerin, dağınık ve fersiz de olsa, yer yer ışıldadığı muhakkaktır. Özellikle manastırların kapalı dünyasında öğrenme geleneği kendini sürdürmekten geri kalmaz. Kaldı ki, papazlar doğa bilimlerine karşı besledikleri kuşku ve küçümsemeyi hekimliğe karşı göstermekten kaçınırlar. Üstelik, başlangıçta manastırlarda klasik bilgi ile büyüün bir karışımı olan hekimlik giderek rasyonel bir nitelik kazanır. Bu gelişmede, Benediktinlerin Hipokrat ve Galen geleneklerine dönmeleri başlıca etken olmuştur. Denebilir ki, uyanmaya giden yolda ilk adımı Salerno'da (Napoli'nin güneyinde bir kent) açılan tıp okulu teşkil etmiştir. Bu okul, Hipokrat ve Galen'den kaynaklanan kitaplar çıkarmış, dokuzuncu yüzyılda yetiştirdiği hekimleriyle ün kazanmıştır. Onbirinci yüzyıldan itibaren Arapça kaynaklardan da çeviriler yaparak öğrenimin güçlenmesine ve yayılmasına yol açmıştır. Başlangıçta bir Yunan kolonisi olan, daha sonra Romalılar için önemli bir sağlık merkezi haline gelen Salerno klasik geleneğin kopmadan sürdürüldüğü belki de tek yer olmuştur.

Okur-yazarlığın seyrek, bâtıl inançların son derece yaygın olduğu bir dünyada entellektüel uğraşı yok denecek kadar azdı. Daha önce değindiğimiz gibi Boethius'un Yunan kaynaklarından (özellikle Aristo, Öklid ve diğer klasik yazarlardan) yararlanarak mantık, geometri ve astronomi üzerine yazdığı kitaplar uzun süre el kitabı olarak kullanıldı. Yedinci yüzyılda, Seville'li İsidore'un hazırladığı **Etymologies**'i birçok bilgi ansiklopedileri için model olur. Sekizinci yüzyılda Bede, Avrupa'nın kuzey kesimlerinde bile Pliny ile aritmetiğin büsbütün unutulmamış olduğunu gösterir. Ne var ki, bu

çabalar kaybolmaya yüz tutmuş bir geleneğin zayıf kırırdamalarından ileri geçmiyordu. Geometri adına, Öklid'e ait birkaç teoremin isbata gitmeksizin betimlenmesiyle yetinildiği görülüyor. Bilgin geçinenler paralelkenar üzerinde kafa yoracak kadar basit kimselerdi. Araştırmacı kafanın yerini safdillik, bilimin yerini akıl dışı inançlar almıştı. Cehaletin bu girdabından kurtulmak, geçmişin yüceliğini yansıtan aynayı geriye kalan birkaç kırık parçadan yeniden kurmak, gerçekten inanılması güç bir atılım demektir.

Soru 40 İslâm dünyasında bilim nasıl başladı?

İslâm dininin ortaya çıkışı ile tarihin parlak dönemlerinden biri başlar. Arapların başlangıçta komşu ülkelerin fetihleri ile başlayan yayılmaları çok geçmeden bilim ve felsefede önemli meyvelerini verir. M.S. sekizinci ve onikinci yüzyıllar arasında geçen 400 yıllık dönemde bilim ve düşüncenin meşalesi, Atlas Oyanusu kıyılarından kuzey Hindistan ve Orta Asya'ya kadar uzanan İslâm dünyasında yanar.

İslâmiyetten önce Arabistan uzun yüzyıllar gezgin kabile veya aşiretlerin yaşadığı bir bölge idi. Habeşistan, Bizans ve İran'da yaygın olan Musevi'lik ile Hıristiyan'lık etkisini gösterinceye kadar bölgede çok tanrılı ilkel bir din, yer yer putperestlik egemendi.

M.S. 570'de dünyaya gelen Muhammed zengin dedesinin koruyuculuğunda büyüdü. Hatice adında zengin bir dulla evlendi ve bir ara kervanla ticaret yaptı. Kırk yaşından sonra onda yeni bazı dinsel ilgilerin canlandığı görüldü. Kendisine vahyedilen kutsal sırrını («Allah tektir; Muhammed onun peygamberidir») ilkin yalnız karısına ve çok yakınlarına açabildi. Bu sır daha geniş çevrelere duyurulunca peygamber Mekke'den Medine'ye göçmek zorunda kaldı (M.S.

622). Burada daha yakın ilgi ve anlayış gördü; ortaya attığı din kısa zamanda benimsenme olanağı buldu.

Yeni inancın verdiği güçle Araplar askerî fetihlere girişmekte gecikmezler. M.S. 622-650 arasında Palestin, Irak, Suriye ve Mısır'ı ele geçirirler. Daha sonra doğuda İran'a ve Türkistan'a, batıda kuzey Afrika'dan İspanya'ya kadar uzanırlar. Başdöndürücü bir hızla dünyanın en büyük imparatorluklarından birini kurarlar. Ne var ki, imparatorluğun ömrü uzun sürmez. Bilim ve kültürde ulaşılan üstünlük onbirinci yüzyılın sonlarından itibaren kaybolmaya yüztutar; yönetimde başgösteren gerileme ve bozukluklar çok geçmeden tam bir çöküşle son bulur.

İslâmiyetin hızlı yayılmasında, unutmamak gerekir ki, diğer din veya inançlara karşı gösterilen hoşgörünün payı büyüktür. Birçok yerlerde ezilmiş ve horlanmış halklar müslümanları kurtarıcı olarak karşıladılar. Arapların daha üstün kültürlü toplulukları yönetimlerine almaları başka türlü nasıl mümkün olabilirdi?

Araplar aslında ne koyu dindar, ne de gerçekten asker ruhlu idiler. Başka ülkeleri ele geçirmeleri mevcut bir boşluğu doldurmaya, bir bakıma da belki yeni dini yayma amacına yönelikti. Ancak bu açılış onlara Yunan ve Roma mirası ile temasa gelme olanağı sağladı; gittikleri kültür ve bilim merkezlerinde gördükleri onlarda öğrenme isteğine güçlü bir hız kazandırdı. Vakit kaybetmeden, unutulmaya yüztutmuş Grek bilgi hazinesini ortaya çıkarmak ve Arapçaya mal etmek yoluna gittiler. İskenderiye'de bulduklarına Suriye ve İran'da bulduklarını eklediler. Özellikle Nestorian'ların toplandıkları Jundishapur Arap dünyası için bir süre kültür ve bilim merkezi oldu. Çalışkan Nestorian'lar Yunan klasiklerini Arapça'ya çevirme işine koyuldular. Çok geçmeden çevirici, yorumcu ve inceleyici olarak başarılı sonuçlar ortaya koydular. Amaçları yeni bilgi üretmekten çok mevcut bilgileri toplamak ve işlemekti. Suriye'yi ele ge-

çirdiklerinde orada yaşayan Nestorian'ları Aristo gibi bilginlere ait eserleri okuyor buldular. Arapların Yunan düşüncesi ile ilk temasları böyle başlar ve daha baştan Nestorian'ların etkisi altında Aristo'yu Eflatun'a üstün tutma yoluna giderler. (Aristo'nun mantık öğretilerini beğenen Nestorian'lar İran'a göç ettikten sonra da entellektüel çalışmalarını sürdürmekten geri kalmazlar.) Sekizinci yüzyılın sonlarına doğru ünlü halife Harun-el-Raşid Aristo'nun tüm kitaplarını, Hipokrat ve Galen gibi ünlü hekimlerin eserlerini Arapça'ya çevirtir. Sonra gelen halifelerin de aynı yolu izlediğini görüyoruz. Örneğin, El Mamun Bizans'a, hatta Hindistan'a kültür elçileri göndererek çevirmeğe değer başka eserler toplamaya koyulur.

Arapların, kendilerinden önce Bizansların yaptığı gibi, insanlığın bilimsel ürünlerini toplama ve koruma yolundaki çabaları bilim ve düşünce tarihinde önemli bir yer tutar. Kaldı ki, bazı alanlarda azımsanmayacak özgün katkıları da vardır. En parlak başarıları matematik, tıp ve kimya alanında kendini gösterir. Fizik ve astronomide önemli bir katkıları göze çarpmaz. Yunan ve Hint kaynaklarından yararlanarak ortaya attıkları «atom» teorisi rasyonel olmaktan çok dinsel nitelikteydi. Araplar için yalnız madde değil, uzay ve zaman da atomsal yapıya sahipti. Allah atomları tüm özellikleriyle her an yeniden yaratır. Bu sürekli yaratış, evrenin sürekliliğini koruması için gereklidir. Aksi halde tüm varlık bir rüya gibi yokluğa karışır.

Arap biliminin parlak dönemi sekizinci yüzyılın sonlarında başlar. Kimya ve hekimlikte sağlanan büyük gelişmeler de bu döneme rastlar.

Kimya alanındaki çalışmalar başlangıçta günlük ve pratik amaçlara yönelikti: pişirme, metal-işleme, ilâç yapma, vb. bu çalışmalar arasında başta geliyordu. Ortaçağ Hıristiyanları gibi Araplar da uzun süre simya ile ilgilendiler: bayağı türden metali altına çevirme, hayat iksirini bulma baş-

lıca kaygılarıydı. Ancak bu arada birçok madde ve kimyasal etkileşimlerin de keşfedildiği görülmektedir. Gerçek kimya bilimi ile hekimliğin gelişmesinde önemli olan bu sonuçlar, daha sonra İspanya yoluyla Avrupa'ya geçmiştir.

Arapların en ünlü kimyagerleri (aynı zamanda simyagerleri) sekizinci yüzyıl sonlarında yetişen Abu Musa Cabir İbn Haiyan idi. Cabir, sonraları Latince'ye çevrilen pek çok kitap yazar. Ayrıca, şimdi kurşun karbonat denilen bileşiği hazırladığı, arsenik ve antimuanı sülfirlerinden ayırdığı söylenir. Metal işleme, kumaş ve deri boyama, sirke damıtarak konsantre asetik asid elde etme gibi kimyasal işlemlerin ayrıntılı açıklamalarını vermiştir yapıtlarında. Ona göre metaller arasındaki farklar, sülfür ve cıvayı değişik oranlarda taşımalarından ileri gelir. Kükürt (ateş), cıva (sıvı) ve tuz (katı)'un tüm maddelerin temel elementleri olduğu teorisini ortaya atar. Bu teori Demokrit'in atom teorisi ile Empedokles ile Aristo'nun dört eleman (ateş, su, toprak, hava) teorisine rakip olarak onyedinci yüzyıla kadar geçerliğini sürdürmüştür. Cabir'in ortaya attığı bazı fikirler teorik yönden pek parlak olmamakla beraber, uzun süre doğru sanılmıştı. Örneğin, ona göre yanma olayı yanan cisimlerin kendi maddelerinden bir şey yitirmesi demektir. Bu görüş, daha sonra göreceğimiz gibi, onsekizinci yüzyıl sonlarına kadar bilimde önemini korumuş, ancak oksijen bulunduktan sonra terkedilmiştir.

Kimyanın gelişimi yönünden ikinci bir isim de Geber'dir. Geber'in kimliği üzerinde bazı tereddütler olmuştur. Kimine göre Geber ile Cabir aynı kimseye verilen değişik adlardır. Öyle de olsa, bu kimsenin kimya tarihinde önemli bir yer tuttuğu muhakkak. Bilim tarihçisi Singer onu «Arap simyasının ve dolayısı ile modern kimyanın babası» diye nitelermektedir. *

(*) C. Singer, **Short History of Science**, s. 132.

Bilindiği gibi simya, modern kimyadan motedları yönünden çok amaçları yönünden ayrılık gösterir. Bu, İskenderiye döneminde böyle olduğu gibi Arap döneminde de böyle idi. Simyanın temel amacı pratik niteliktedir: bayağı maddeleri altın veya gümüşe çevirmek. Bu nedenle Geber'in çalışmaları buharlaştırma, süzme, eritme, damıtma, kristalleştirme gibi yöntemler üzerinde toplanmıştı. Ayrıca cıva sülfatı, ve bazı oksitleri bulduğu, sülfrik ve nitrik asitleri hazırladığı kaydedilir. Hatta rivayete göre, altını bile eriten «kral suyu» (aqua regia) karışımını bulan da o'dur.

Arap biliminin altın çağı dokuzuncu yüzyılın sonlarında başlar. El Kindî (M.S. 800-873)'nin fizik ve felsefe üzerindeki incelemeleri ile İran'lı hekim Abubekr El-Razi'nin Bağdat'taki çalışması bu dönemin ilk ürünleridir. El Razi özellikle çiçek ve kızamık hastalıkları üzerindeki eserleriyle tanınmıştır. O mevcut kimya bilgisini hekimliğe uygulayan ve hidrostatik teraziyi ilk kullanan çağının önder hekimiydi.

Soru 41 İslâm biliminde matematik, astronomi ve fizik'in yeri nedir?

Dokuzuncu yüzyılda eski Yunanca'dan Arapça'ya yapılan çeviriler arasında Öklid'in **Geometrinin Öğeleri** ile Batlamyus'un **Almagest**'i de yer alıyordu. Ayrıca, Arapların Hint kaynaklarından aldıkları sayı sistemi, sıfır için bir rakamın bulunup eklenmesiyle tamamlanmıştı. Avrupa'da onikinci yüzyılın sonlarına kadar kullanılan kullanışsız Roma rakamlarının yerine geçen bu sistem bugün bile «Arap rakamları» diye anılır.

Arapların geliştirdiği sayı sisteminin Avrupa'ya geçmesini sağlamada, Halife El Mamun'un kütüphanecisi El Khwarizmi'nin cebir üzerine yazdığı önemli bir kitap başlıca rolü oynamıştır. Müslümanların Hint kaynakları ile temasları İran

yoluyla olmuştur. Matematik ve astronomi bilgilerini Sankritçe'den yapılan çeviriler sağlamıştır. El Khwarizmi'nin Hint hesaplama tekniğini İslâm dünyasına tanıtan kitabı daha sonra **Aritmetik** adıyla Latince'ye çevrilmiş, uzun süre Avrupa'da ders kitabı olarak okutulmuştur.

İslâm astronomları içinde iki isim, Muhammed El Battani ile İbn Yunus, dikkati çeker. Battani, ilkbahar noktasının presesyonunu, Batlamyus'tan daha doğru olarak yeniden hesaplar ve astronomi tablolarından yeni bir takım hazırlar. Arapların belki de en büyük astronomu Yunus ise Kahire'de güneş ve ay tutulmaları üzerinde kendisine ün kazandıran gözlemler yapar. Yunus'un trigonometri alanındaki katkıları da büyük önem taşır.

Arapların optik alanındaki çalışmaları da dikkate değer. Rivayete göre, İskenderiye'ye yakın Faros adasındaki fener kulesi, denizin açıklarında çıplak gözle görülmesi olanaksız gemileri göstermeğe elverişli araçlarla donatılmıştı. Araplara gelinceye kadar bundan daha ileri bir gelişme göze çarpmamaktadır. Dokuzuncu yüzyılda Basra ve Bağdat'ta çalışmalarını sürdüren El Kindi'nin optik üzerinde, özellikle ışık kırılması konusunda kitap yazdığı görülmektedir. On dan 150 yıl sonra gelen El Hazen de Kahire'de gene aynı konuda çalışmıştır. El Hazen, Batlamyus'un ışık kırılmasıyla ilgili kanununun ancak küçük açılar için doğru olduğunu ortaya koyarsa da, doğru kanunu kendisi de bulamaz. İncelemeleri arasında küresel ve parabolik aynaların özellikleri, merceklerin büyütme nitelikleri gibi konular da yer alır. Günümüze dek kendi adıyla bilinen problemi (bir ışık kaynağının pozisyonları ile bir mercek tarafından teşkil edilen ışık imajı arasındaki ilişki) çözer. Daha da ileri giderek görme olayının doğru bir açıklamasını yapar. Öklid ve Batlamyus'a göre görme, gözden çıkan bir şeyin görülen nesneye uzanıp onu kavraması demektir. Oysa El Hazen'in tam tersini ileri sürdüğünü görüyoruz. Ona göre görme görülen nesneden

göze geçen bir şeyle oluşur. Böylece El Hazen'le optik biliminin modern niteliğini kazanmaya başladığı söylenebilir. Latince'ye çevrilen eserleri uzun süre etkisini sürdürmüş, özellikle Roger Bacon'u etkilemiştir. Arap biliminin en parlak dönemine ulaştığı onbirinci yüzyılda El Hazen matematikte, İbn Sina (M.S. 980-1037) ise zamanın tüm bilim kollarında ün yapmış üstün bilginlerdi.

İbn Sina'nın **Kanun** adlı kitabı Arap kültürünün en yüce yapıtlarından biriydi. Arap dünyasında olduğu kadar daha sonra Avrupa'da da geniş etki yapmıştır. Latince çevirisi uzun süre birçok batı üniversitelerinde (özellikle hekimlik alanında) ders kitabı olarak okutulmuştur.

Soru 42 Arap biliminin özelliği ne idi?

M.S. Onuncu yüzyılın başlarından itibaren Arapça geniş bir bölgede, daha önce eski Yunanca'nın oynadığı rolü oynar; bilim ve felsefede klasik dil niteliği kazanır. Şu farkla ki, Yunanca özgün araştırma ve yaratıcı düşüncenin anlatım aracı iken, Arapça daha çok çeviri yoluyla edinilen bilgi ve kültürün işlendiği bir dil olmuştur. Gerçekten İslâm dünyasında gerçek bilimsel ilerleme ve buluşlardan çok ansiklopedik bilgi toplama ve bunlar üzerinde yorum yapma önem kazanmıştır. En seçkin bilgin ve düşünürleri bile doğa ile doğrudan karşılaşmak yerine, kitaplardan öğrenmeği ve öğrendiklerini gene kitaplara dökmeği yeğlemişlerdir. Örneğin ilk Arap filozofu sayılan El Kindî'nin, son derece değişik konularda 265 kadar kitap yazmış olması başka türlü nasıl mümkün olabilirdi? Gene hekim olarak büyük ün yapan İranlı El Razi'nin yalnız kendi alanında değil, başka alanlarda da (örneğin simya, teoloji, felsefe, matematik ve astronomi konularında da) kitaplar yazdığını biliyoruz. El Birûni de böyle çok yanlı bir bilgindi; o da bir hekim olduğu ka-

dar bir tarihçi, bir matematikçi, bir astronom, bir fizikçi ve bir coğrafyacıydı. Bir yandan tarihçi olarak büyük ün kazanırken, öte yandan Arşimed yöntemi ile birçok değerli taş ve metallerin özgül ağırlıklarını saptadığına tanık oluyoruz. * Bu çok yanlılık veya ansiklopedik özelliğin bir örneği de onbirinci yüzyılda yaşayan Ömer Hayyam'dır. Hayyam büyük bir şair olarak bilinir; fakat o aynı zamanda astronomi ve cebir alanlarında da önemli çalışmalar yapmıştır.

İslâm bilim ve kültürü onbirinci yüzyıla kadar canlı ve parlak dönemini sürdürür. Fakat aynı yüzyılın sonlarına doğru bir duraklama, yer yer gerileme başlar. Artık altın çağ sona ermiştir. Zayıf düşen imparatorluk da çöküntü ile karşı karşıyadır. Özellikle doğu kesiminde çöküntü ve anlaşmazlık hız kazanır: bilimin dine aykırı olduğu, kutsal inançları zayıflattığı iddiası daha bir yoğunluk kazanır; fel-

(*) M.S. 973'te Harzem'in başkenti Kath'da dünyaya geldiği ve Özbekistan'da yaşadığı sanılan El Birûni'nin adına son günlerde gazetelerde rastlayınca şaşırmadık. UNESCO'nun birçok dillerde yayınladığı **Görüş** dergisi bu büyük bilgine ayırdığı özel sayısında onu şöyle betimliyor: «Bin yıl önce Orta Asya'da yaşayan bir deha. Astronom, tarihçi, botanist, farmakolog, jeolog, ozan, filozof, matematikçi, coğrafyacı, humanist.» Ayrıca Tacik bilgini Gafurov'un aynı sayıda çıkan yazısında şu satırlar göze çarpmaktadır: «... Bıraktığı yapıtlar hakkında bilgimiz arttıkça büyüklüğü ortaya çıkan o dev zekâlardan biri... El Birûni çağına göre öylesine ilerdedir ki, zamanının bilginleri onun en parlak buluşlarını kavrayamıyordu. Son derece basit bir formülle yerkürenin çevresini ölçen ilk bilim adamı odur. Dünyanın güneşin çevresinde dönme olasılığının var olabileceğini de o belirtmiştir. Jeolojik dönemlerin birbirini izlediği görüşünü de El Birûni ortaya atmıştır.»

Not : «Yerkürenin çevresini ölçen ilk bilim adamı odur», yargısı doğru değildir. Bu ölçmeyi doğruya yakın ilk kez Eratosthenes M.Ö. üçüncü yüzyılda gerçekleştirmişti. Bkz. Soru 28.

sefeye karşı şüphe ve muhalefet büyür. Doğu müslümanları giderek kendilerinden önceki Hıristiyanlar kadar bilim ve felsefe düşmanı kesilirler.

Doğuda bunlar olup biterken, batı kesiminde değişik bir gelişme göze çarpmaktadır. Bilim ve kültür faaliyeti canlılığını İspanya'da sürdürür. Denebilir ki, doğuda felsefenin uğradığı eleştiri ve hücumlar, batıdaki ilgiyi âdeta kamçılıyıcı rol oynamıştır. Bu dönemde İspanya islâm, hıristiyan ve yahudi kültür geleneklerinin karşılaştığı ve karıştığı ilginç bir yerdir. Felsefe dinsel inançlarla eski Yunan'dan beri sürüp gelen lâik düşüncüyü uzlaştırma çabası içine düşer. Akıla önem veren filozoflar ile ilâhî vahye dayanan teologlar arasında bitmez tükenmez tartışmalar dönemi başlar. Teologlar için asıl olan dinsel yaşam ve kutsal kitaplardır. Bu alanda ne akıla, ne de akıla dayanan bilim ve felsefeye geçerlik tanıyorlardı.

İste bu ortamda büyük bir Arap düşünürü olan İbn Rüşd'ün (1125 - 1198) yetiştiğini görüyoruz. İbn Rüşd için din kişisel olup iç dünyamız ile ilgili bir sorundur. Oysa dinin teolojik bir biçimde ortaya konması hem dinin kişisel niteliğini bozmakta, hem de bilimsel düşüncenin gelişmesini engellemektedir.

İbn Rüşd'ün görüşleri, teologların, özellikle ortodoks Hıristiyan teologların, öğretileriyle bağdaşır nitelikte değildi. Bu yüzden uğradığı şiddetli hücumlara rağmen etkili olmaktan geri kalmaması onun ne derece güçlü olduğunu gösterir. Nitekim, daha sonra üniversite çevrelerinde Aristo çapında büyük bir bilgin sayılması da boşuna değildir.

İspanya'da aynı dönemde yetişen bir başka ünlü kişi de yahudi asıllı hekim Maimonide'dir. Kurtuba (Cordoba)'lı olan bu zat hem matematik ve astronomi, hem de felsefe alanında eserler verdi. Onun ortaya koyduğu en önemli çalışma Gazalî'nin İslâmiyette, Saint Thomas Aquinas'ın Hıristiyanlıkta yaptığı skolastizme benzer bir yahudi skolas-

tizmi geliştirmekti. Başka bir deyişle, o da ötekiler gibi belli bir teolojik sistemi Aristo felsefesi ile bağdaştırmaya çalıştı.

İbn Rüşd'den sonra İslâm dnyasının batı kesiminde de felsefe çalışmaları durur. Daha önce Gazalî (1058 - 1111)'nin etkisiyle doğu kesiminde felsefeye karşı başgösteren düşmanlık giderek tüm İslâm dnyasını etkileme gücü kazanır. Gazalî'nin, **Filozofların Yıkımı** adlı kitabında felsefenin gereksizliği, hatta zararı üzerinde durduğunu görmekteyiz. Ona göre, tüm doğrular **Kur'an'da** vardır; başka türlü bir düşünce veya araştırmaya gerek yoktur.

Gazalî'nin karşısına **Yıkımın Yıkımı** adlı kitabı ile İbn Rüşd çıkarsa da, etrafı saran dinsel bağnazlığa karşı fazla etkili olamaz.

Soru 43 İslâm bilimi batıyı nasıl etkiledi?

İspanya'da bilim ve felsefe faaliyeti özellikle iki merkezde (Kurtuba ve Toledo şehirlerinde) yoğunlaşmıştı. Halife Abdurrahman III ile Halife El Hakâm II'nin özel teşvik ve destekleriyle bir medrese (akademi) ve bir kütüphane kurulur. Arapça kitapların Latince'ye çevrilmesiyle bu kitaplarda toplanmış olan bilgi ve düşüncelerin Avrupa'yı etkileme olanağı doğar. Arapça diline ve Arapça kaynaklara karşı yakın bir ilgi başlar. Örneğin, daha sonra Papa Sylvester II diye bilinen Gerbert Arapların geliştirdiği bir hesap tahtası (abacus)'nın kullanılmasını sağlar. Gene bir din adamı olan Sakat Herman da matematik ve astroloji üzerinde, İslâm biliminin kuvvetli etkilerini taşıyan kitaplar yazar. Bir İngiliz olan Bath'lı Adelard (1090 - 1150) kendini bir müslüman öğrenci gibi gösterip Kurtuba medresesindeki dersleri izler, memleketine dönüşünde **Doğal Sorular (Natural Questions)** adı altında Arap biliminin geniş bir özeti-

ni yayınlar. Yıllarca İspanya'da kaldıktan sonra Londra'ya dönen başka bir İngiliz (Chester'li Robert) de Arap simyasını batı dünyasına tanıtır. Bu ve benzeri kimselerin yazdığı kitaplar aslında Arap bilginlerine ait eserlerin bir tür çevirisi olmaktan ileri gitmiyordu.

Onikinci yüzyıldan başlayarak Avrupa'da bilim ve felsefeye karşı ilginin uyanmasında ve güç kazanmasında çeviri başlıca etken olmuştur. Arapça'dan Latince'ye yapılan çeviriler arasında ünlü Arap bilginlerine ait eserler yanında birçok Yunan klasikleri de yer almıştır. Avrupa tam bir susuzlukla Aristo, Öklid, Arşimed, Apollonius ve diğer önemli bilginlerin eserlerini okumaya başladı. Bath'lı Adalard'ın İspanya'da iken ele geçirdiği Öklid'in Geometrisini Arapça'dan çevirisi, 1533'de orijinal Yunanca metin ele geçinceye kadar, Batı Avrupa üniversitelerinde ders kitabı olarak okutulur. Cremona'lı Gerard (1114 - 87) Toledo'ya gidip Arapça öğrendikten sonra, Arap kaynaklarından Latince'ye 92 kitap çevirir. Bunlar arasında Batlamyus'un **Almagest'i** ile Öklid'in **Geometrinin Öğeleri** gibi ünlü klasikler de yer almıştır. İslâm biliminin Batıya yaptığı en büyük armağanlardan biri hiç şüphesiz, daha önce de belirttiğimiz gibi «Arap» sayı sistemi olmuştur. Avrupalı'lar onüçüncü yüzyıldan itibaren Roma rakamları yerine çok daha kullanışlı olan bu sistemi benimsemişlerdir. Matematiğin daha sonraki büyük gelişmelerinde bu değişikliğin payı, hiç şüphesiz, çok önemlidir.

Şüphesiz İspanya'daki bilimsel faaliyetler salt çeviriden ibaret değildi. Özellikle astronomi alanında bazı özgür çalışmalar da göze çarpar. Örneğin Kurtuba'lı bir astronom olan Arzachel'in, Kepler teorisini haber veren bir hipotezi, gezegenlerin güneş çevresinde elips yörünge çizdikleri hipotezini, ileri sürdüğü bilinmektedir. Seville'li bir başka astronom (El Bitruği) ise Batlamyus'un sıkl ve episikllerle karmaşık olan sistemi yerine konsantrik bir sistem önerir.

Ne var ki vaktinden önce ortaya atılan bu gibi düşünceler için fazla itibar olanağı yoktu o zaman.

Kısaca demek gerekire, sonraki gelişmeler yönünden İslâm döneminin bilime kazandırdıklarını şu üç nokta etrafında toplayabiliriz: (1) Cebir ve trigonometride bazı ilerlemelere karşı geometride Öklid'i aşan herhangi bir gelişme göze çarpmaz. Bugün kullanılan sayı sistemi, kökeni Hint kaynaklarında da olsa, Arap'ların bilim dünyasına hediye ettikleri belki de en önemli katkılarını teşkil eder. (2) Fizik, İslâm döneminde olgulara dönük deneysel nitelik kazanır. Eski Yunan'ın spekülatif veya metafiziksel yaklaşımı bu dönemde etkisini yitirir. Buna bir örnek olarak kıymetli taşların özgül ağırlıklarının Arşimed yöntemi ile saptanması gösterilebilir. Ayrıca gene bu dönemde optik araçların bilimsel değerinin iyi anlaşıldığı görülmektedir. (3) Kimyadaki çalışmaların, simyadan tam bağımsız bir kimlik kazanmamakla beraber, bilimsel yönden doğru yola çıktığı söylenebilir.

Soru 44 İslâm dünyasında bilimin gerilemesinin sebepleri nedir?

Bilimin ilerlemesi gibi gerilemesi de her çağ veya toplumda bazı koşullara bağlıdır. Sorunu basitleştirmek yönünden bu koşulları **maddî** ve **manevî** olmak üzere iki grupta gözden geçirebiliriz.

Maddî nedenler arasında ekonomik ve sosyal yapıdaki gerilik ya da gerileme başta görünmektedir. Klasik kültür ve bilimin gerilemesinde de benzer ekonomik ve sosyal nedenler vardır. Servet dağılımındaki derin farklar her iki halde de ekonomik çöküşü hazırlayan başlıca faktördü. Bizans imparatorluğunun geciken çöküşünü de aynı nedene bağlamak mümkündür. Araplar imparatorluğun özellikle Asya ke-

simindeki yerlerde büyük zenginliklere kondukları gibi büyük sorunlarla da karşılaştılar. Bu yerlerde köylü ve zenaat erbabının sürekli boyunduruk altında tutulması, etkili bir endüstri için ortamın oluşumuna olanak vermiyordu. Mevcut kaynak ve birikmiş servetin hızlı tüketimi karşısında ekonominin er geç çökeceği önlenemezdi. Araplar, Rusya, Orta Asya ve hatta Afrika'ya uzanan imparatorluklarında ticaret yoluyla sömürme politikası uygulamakla bu sonucu kaçınılmaz hale getirmişlerdi. Giderek büyük bir imparatorluğu ayakta tutacak askerî ve sivil organizasyonu yürütme güçleşti. Onuncu yüzyıldan itibaren Bizans imparatorluğu gibi Arap dünyasında da yer yer sıkıntılar ve çöküntüler başgösterir. Haçlı seferleri sırasında her iki imparatorluk da, askerî ve kültürel yönden son derece zayıf birer yersel derebeylikler manzarası gösterir. Üstünlük Arap'lardan Batı Avrupa'lılara geçmiştir. Ne ekonomik ne de kültürel yönden Batı ile boyölçüşecek durumda değildir Arap dünyası artık.

İslâm imparatorluğunun çöküşünde Asya steplerinden gelen Moğol ve Türk istilâlarını da sorumlu tutanlar vardır. Ne var ki, İmparatorluk iç yapısında sağlam olsaydı bu istilâların etkili olacağı düşünülemezdi. Zengin Mezopotamya'nın tarımsal çöküşüne, Moğol istilâsı kadar, hatta belki daha fazla, iç yönetim yetersizliği ve bozukluğu yol açmıştır. * Dıştan gelen istilâların esas neden olmadığı şuradan da belli ki, istilâyâ uğramayan Mısır ve Kuzey Afrika'da da çöküntü kendini göstermiştir. Kaldı ki, Moğol istilâsına uğrayan Çin ve Hindistan gibi ekonomisi oldukça güçlü ülkelerde çöküntüye rastlamamaktayız.

Manevî koşullara gelince, bunları eğitim yetersizliği, din ve felsefe çatışması, gelenek eksikliği ve kişilerde salt

(*) J.D. Bernal, **Science in History**, Vol. 1, s. 283.

bilgiye karşı ilginin zayıflaması gibi noktalarda toplayabiliriz.

İslâm dünyasında bilim adamı yetiştirme kuruluşu bağılı bir eğitim sorunu olarak uzun süre dikkatten kaçmıştır. Yetişen bilim adamları daha çok kişisel ve özel çabalara dayanmıştır. Tıp alanında bile yetiştirme özel öğretim veya usta-çırak ilişkisine bağılı kalmıştır. Medreselerin kurulması da bu durumu pek değiştirmemiştir. Bir kere, medreseler, bilimsel çalışmanın hızını yitirmeye başladığı bir dönemde kurulmaya başlamıştır. Sonra bu kuruluşların programlarında dinsel konular esas yeri tutuyordu. Bunun dışında dil ve edebiyata da bir miktar yer veriliyordu. Oysa matematik ve doğa bilimlerine hemen hiç yer verilmiyordu. Bu çalışmaların sürdürülmesi, bir kuşaktan öbür kuşağa geçişi, kısmen tesadüfe, kısmen de kişilerin özel çaba ve arzularına kalmıştı.

Medreselerin kuruluşlarındaki gecikme ile programlarının muhtevası arasındaki ilişkiyi Prof. Dr. Aydın Sayılı şöyle belirtmektedir:

Denebilir ki, merdese sisteminin gelişmesi ve resmen kurulması evail ilimleri bakımından geç bir tarihe rastlamıştır. Eğer medrese meselâ Memûn zamanında kurulmuş olsaydı evail ilimlerinin bu okullar programında önemli bir yer işgal etmiş olacağına muhakkak nazarıyla bakılabilirdi. *

İslâm biliminin canlılığını yitirmesine bir başka etken de din ile felsefenin bağdaştırılamamış olmasıdır. Bilimlerin gelişmesi için serbest felsefi düşünce ve tartışmanın yaratacağı rasyonel bir atmosfere ihtiyaç vardır. Oysa daha

(*) Sayılı, A., «Orta-Çağ İslâm Dünyasında İlmî Çalışma Temposundaki Ağırlaşmanın Bazı Temel Sebepleri», **Araştırma**, I, D.T.C.F., Ankara, 1963.

onuncu yüzyılda felsefeye ve her türlü rasyonel düşünceye karşı giderek artan bir kuşku ve tepkinin yer aldığı görülür. Bilimlerin «aklı» ve «nakli» diye sınıflanması, medrese programlarında ikinci grubun egemen olması bu kuşku ve tepkiyi daha da derinleştirmiştir. Akla dayanan bilimler için ne kuvvetli bir ilgi, ne de elle tutulur bir teşvik vardı. Gerçi İslâm dünyasında bilimlere karşı köklü ve yaygın bir olumsuz tutumdan bahsetmek güçtür. Ne var ki, bilimlerin muhtaç olduğu olumlu ve teşvik edici bir ortamın var olduğu da söylenemez. *

Öte yandan Arap toplumunun kültür ve eğitim gelenekleri de ne sürekli ve sistematik bilimsel araştırmaları, ne de kişilerde evreni salt arılama tecessüsünü besleyici nitelikte değildi. Avrupa'da karanlık çağlarda bile eğitim az çok düzenli bir programa bağlı kalmıştı. İslâm dünyasında ise medreseler kuruluncaya kadar düzenli hiç bir eğitim geleneği yoktu. Oysa Avrupa'da daha Şarlman zamanında (M.S. 800) manastırlar ve kilise okulları belli bir eğitim geleneği sürdürüyordu ve bu okullarda **trivium** (gramer, retorik ve diyalektik) ve **quadrivium** (aritmetik, geometri, astronomi ve müzik) denilen dersler okutuluyordu. Böylece medreselerin tersine, Avrupa üniversiteleri için eski ve güçlü bir geleneğe dayanma olanağı vardı.

(*) Sayılı, A., aynı kaynak, s. 32.

V. BÖLÜM

SKOLASTİK DÖNEMDE BİLİM

Soru 45 Batı'da üniversiteler nasıl doğdu?

İslâm dünyasında bilimsel çalışmalar yoğunluk kazanırken, başka yerlerde hiç bir kısırdama olmadığını sanmak yanlıştır. Nitekim Arap biliminin Avrupa'yı etkilemesi, Avrupa'nın buna bir ölçüde hazır olduğunu gösterir. Gerçekten, sekizinci yüzyıldan başlayarak Batı'da zaman zaman bazı girişimler göze çarpar; ne var ki, bu girişimler sürekli olmadığı gibi çok kere tepeden inmedir; halkın temel eğitim yönünden yetersizliği nedeniyle gereğince başarılı olamaz. Kişilerin ilgisi bilimden çok sözde bilim olan simya, astroloji ve büyü gibi uğraşılara yöneliktir. Bunda da şaşılacak bir nokta yok: bu konular insanların zayıf taraflarına hitap ederken, bilim her türlü pratik ilgilerin dışında kalıyordu.

Bununla beraber Batı'da yer alan girişimlerden birçoğuna değinmek yerinde olur.

Bunlardan biri 787'de Şarlman (Charlemagne)'ın başlattığı eğitim hareketidir. İmparator tüm kilise ve bağlı kuruluşların birer okul açmaları için kararname çıkarır. Lâik eğitime yönelik bu okullar ilerde kurulacak üniversitelerin çekirdekleri olmuştur. Doğuda üstü örtük de olsa canlılığını sürdüren eğitim ve öğretim geleneği böylece Batı'ya bir ölçüde aktarılma olanağı bulur. Bizansların dokuzuncu ve onuncu yüzyıllarda kültüre daha fazla önem vermeleri, an-

tik çağdan kalma eserleri toplamaları, Doğu'nun etkisini daha da arttırmıştır.

Hatta imparatorlar arasında bilimle yakından ilgilenenler de çıkmıştır. Örneğin, onuncu yüzyılda Leo VI ile Konstantine VII adlı iki Bizans imparatorunun astronomiye yakın ilgi gösterdikleri görülür. Ne var ki, bu tür ilgilerin sınırlı kaldığı, bilimsel gelişme yönünden fazla etkili olmadığı gözden kaçmamaktadır.

Bu tür girişimlerin en çarpıcı örneğini hiç şüphesiz kutsal Roma İmparatoru Frederik II vermiştir. «Evrenin harikası» diye ün kazanan Frederik (1194 - 1250) çok yönlü yetenekleri ve son derece renkli kişiliği ile tarihin seçkin kişilerindendir: devlet adamlığı yanında şair, asker, dilci yönleriyle de dikkati çeker. Frederik'in aynı zamanda gösteriş ve eğlenceye de büyük bir tutkusu vardı. İsa, Musa ve Muhammed'i, «sahte peygamberler» diye nitelemekten çekinmeyen Frederik, Papa ile sürekli didişme içine düşmüş, bu yüzden iki kere aforoz edilmiştir. Felsefe ve matematik yanında astroloji ve tıp da onun çok önem verdiği konulardı. Girişimleri arasında Napoli ve Padua üniversitelerini başlatmak da yer alır. Bu arada yahudi çeviricilerden yararlanarak Arapça'dan bir dizi bilimsel eserleri Latince'ye çevirtir. Tarihçiler, onun bu atılımları ile asıl amacının bilime yardım mı, yoksa Papa'yı rahatsız etmek mi olduğu konusunda tam anlaşmış değiller. Önemli olan sonucun bilim yönünden parlaklığı: Öklid, Arşimed, Apollonius, Batlamyus gibi antik dünyanın ünlü bilginlerine ait eserlerin üniversitelerde ve aydın çevrelerde okunma olanağı bulması II. Frederik'in kişisel gayretleriyle gerçekleşir.

Bilimlere duyduğu ilgi amatörce idi, fakat zaman zaman kuvvetli bir tutku niteliği kazanırdı. Bir keresinde Pisa'daki gezisini yarıda keserek, o dönemin ünlü matematikçisi Pisa'lı Leonardo'yu başka matematikçilerle birlikte sınava çeker. İmparatorun sorduğu sorular, hem kendisi-

nin yeteneği, hem de o zamanki matematik biliminin düzeyi hakkında fikir vermesi yönlerinden önemlidir. Bunlardan biri x gibi öyle bir sayı bulunmalı ki, x^2+5 , x^2 ve x^2-5 ifadeleri birer kare olsun. Doğru cevabı ($x=41/12$) Leonardo bulur. Bir diğer problem de, $x^2+2x^2+10x=20$ denklemini geometrik yöntemle çözmekti. Leonardo bunun olanaksızlığını gösterir, fakat cebirsel yoldan $x=1.3688081075$ çözümünü (ki ondalık dokuz basamağa kadar doğrudur) verir.

Frederik döneminde tıp ve hukuk öğrenimi de yeni canlılık kazanır. Salerno, daha önce de belirtildiği gibi, tıp biliminin en önemli merkezi olmuştur. Bologna üniversitesi hukuk öğretimi ile başlar, fakat çok geçmeden tıp ve felsefeye de yer verir. Bu gelişmeler arasında öğrencilerin kendi haklarını korumak ve öğretim üyesi tutmak için **Universitas** adı altında kurdukları lonca ilginçtir. Aynı dönemde Paris'de de benzer bir gelişme göze çarpar: öğretim üyeleri kendi yönetimlerinde bir diyalektik okul kurarlar. Bu model İngiltere'de de benimsenir. Oxford ve Cambridge üniversitelerinin ortaya çıkması, öğretim üyelerinin loncası (universitas)'nın inisiyatifiyle gerçekleşir.

Ne var ki, üniversitelerde yoğunlaşmasına rağmen öğrenim oldukça basit bir düzeydeydi. Hemen bütün programlarda dersler iki ana grupta toplanıyordu. **Trivium** denilen birinci grup gramer, retorik ve diyalektik gibi daha çok dilsel nitelikte konuları; **Quadrivium** denilen ikinci grup ileri düzeyde okutulan aritmetik, geometri, müzik ve astronomi gibi akademik dersleri içine alıyordu. Geometri adına okutulan Öklid'in teoremleri idi. Bunlar isbatlanmaksızın öğretilirdi. Aritmetik ve astronomi ise çok kere paskalyanın tarihini saptama ötesinde fazla bir ağırlık taşımazdı. Daha sonraları felsefeye de yer verilirse de, diyalektiğin bir uzanımı olmaktan ileri geçmez bu. Gerek Paris'de, gerek daha sonra Oxford ve Cambridge'de öğretimin asıl mihverini kut-

sal inancın öğretisi teoloji teşkil ediyordu. Ortaçağ felsefesi, aslında, bu teoloji ile Aristo mantığının bir karışımından başka bir şey değildi.

Soru 46 Bilimin gelişiminde manastır'ların rolü nedir?

Onüçüncü yüzyıl yalnız üniversitelerin kurulduğu dönem olmakla kalmamış, bilimin gelişiminde önemli etkileri olan iki manastır düzeninin (bunlara «tarikat» da denebilir) ortaya çıkmasına da yol açmıştır: 1209'da Fransisken (Gri Frerler) tarikatı, 1215'de Dominiken (Siyah Frerler) tarikatı kurulur. Başlangıçta her iki tarikat ta dinsel kuruluşlardı. Giderek birincisi bilime, ikincisi doktriner felsefeye yaptıkları katkı ile tanınır.

Fransisken tarikatını kuran Assisi'li St. Francis zengin bir tacirin çocuğuydu. Gençliğini şen ve şakrak geçiren St. Francis'in duygularında beklenmedik bir değişiklik meydana gelir: rahat ve eylenceli yaşamını bir yana iterek, kendini hastaların iyileşmesine, günahkârların bağışlanmasına verir. Etrafında toplananlarla birlikte manastır düzenine girer, dinsel öğretileri basit bir dille anlatarak halkı aydınlatmağa çalışır. Ancak sapkın (heretical) akımların yaygınlığı karşısında bu yöntemin yetersizliği anlaşılınca, Hıristiyanlığı daha inandırıcı bir şekilde savunmak için her şeyden önce kendilerinin iyi bir eğitim almış olması gereği ortaya çıkar.

Dominiken tarikatının niteliği oldukça farklıydı. Tarikatın kurucusu St. Dominic meslekten bir teologdu; son derece sıkı kurallara bağlı bir yaşamı vardı. Tek amacı sapkınlığın her türlüşünü kökünden kazımak ve tam bir yokluk içinde gerçek hıristiyanlığı yaymaktı. Dominikenler de bu amaca ulaşmanın ancak bilgi ve eğitimle mümkün olduğunu

anlamakta gecikmediler. Özellikle üniversitelere el atmak, öğretim kadrolarına yerleşmek gereğini duydular. Ne var ki, tarikatlarının ruhuna, giderek katılaştı ve sonunda Engizisyon'a dönüşen bir bağınazlık egemendi.

Rönesansa gelinceye kadar yetişen bilgin ve düşünürlerin büyük bir bölümü bu iki tarikatın ürünleridir. Fransisken'ler daha çok bilime, Dominiken'ler ise düşünce tarihine önem verirdiler.

Ortaçağın en büyük din düşünürü St. Thomas Aquinas (1225 - 1274) Dominiken düzenine bağlıydı. Hocası Abertus Magnus Aristo felsefesini o zamana kadar bilinen tüm bilgiler (astronomi, coğrafya, zooloji, botanik ve tıp)'le birleştirme yoluna gider. Thomas ise kutsal ve kutsal olmayan bilgilere akılcı bir temel arar.

Gerçekten skolastik düşünce, Hıristiyanlığa akılcı bir temel bulma çabasının ürünüdür. Başlangıçta bu temel Eflatun'un, daha sonra Aristo'nun felsefesinde aranmıştır. Aslında karanlık çağda egemen olan Yeni-Eflâtun'culuğa göre daha rasyonel ve bilimsel olan Aristo'nun görüşünü Hıristiyan düşüncesi ile birleştirme ve barıştırma son derece güç bir işti; hatta düpedüz dine aykırı bir girişimdi. 1209'da Paris'te bir kilisenin Aristo'yu yasakladığı görülür; ne var ki, «Anlamak için inanıyorum» diyen Anselm'e karşı «İnanmak için anlamak gerekir» diyen Abelard'da belirgin bir nitelik kazanan bağımsız düşünme eğiliminin gücü karşısında kilisenin mukavemeti uzun sürmez; 1225'de Paris üniversitesi Aristo'nun tüm eserlerinin incelenmesini kabul eder. Anlamaya verdiği önemle onüçüncü yüzyıl «aydınlık çağı»na giden yolu açan Abelard'ın **Sic et non (Evet ve Hayır)** adlı eserinde skolastik düşünme metodunu çok açık bir biçimde belirttiğini görüyoruz: bir yanda kilise babalarının öte yanda Eflatun ve özellikle Aristo'nun görüşlerini karşılaştırarak ortak ve farklı noktaları gösterir; sonunda iki

görüşün nasıl bağdaştığını, daha doğrusu felsefenin dine nasıl bir rasyonel temel sağladığını ortaya kor.

St. Thomas, **Summa Contra Gentiles** (Kâfirlere Karşı) adlı eserinde, bilgi edinmenin iki kaynağından söz eder: bunlardan biri inanç, diğeri doğal akıl yürütmedir. İnanç bilgisini kutsal kitaptan alır; doğal muhakeme ise aklın süzgecinden geçirilerek düzenlenen ve yorumlanan duyu verilerini kullanır. St. Thomas'a göre bu sonuncu tür bilginin en yüce örneklerini Eflatun ve Aristo'da bulmaktayız.

St. Thomas'ın en belirgin özelliği bu iki bilginin sentezini yapmaktır. Her iki bilgi türü de Tanrı'dan geldiğine göre, bağdaşır olmaları gerekir; zira Tanrı kendisiyle çelişmez. Bundan çıkan sonuç şu: Eflatun ve Aristo'nun Hıristiyan diniyle uyum içinde olması gereği. O başka bir eserinde, **Summa Theologica**'da, bunu isbatladığı iddiasındadır. «Skolastisizm» denilen düşünme biçimi böylece tutarlı ve sistematik bir doktrin karakteri kazanır.

Karanlık çağ teologları aklın kullanılmasını sakıncalı saymışlardı. Oysa Thomas dine bağlı olmakla beraber sistemini akılla ve aklın temeline oturarak ortaya kor. Hem Tanrı'yı hem de doğayı kavrama amacı güden bu sistemin temel dayanağı akıldır. Nitekim Thomas Aristo'nun bilim ve mantığını olduğu gibi benimser. Tasım biçimindeki çıkarımlarda Aristo'nun kullandığı öncüller Thomas için, katolik öğretileri dile getiren birer sezgisel axiom niteliğinde idi. Oysa Aristo mantığı doğanın deneysel incelemesine elverişli olmaktan çok uzaktı. Skolastik metodun bilime ters düşmesi en başta bu noktada kendini gösterir.

St. Thomas'ın oluşturduğu görüş Aristo bilimi ile Hıristiyan öğretisinin kaynaştığı, yaratılışın hedefi olarak insanın alındığı, evrenin insan duyarlığı ile tanımlandığı bir görüştür. Thomas için Arz'ı evrenin merkezi kabul eden Batlamyus sistemi sadece işe yarar bir hipotezdir. Ne var ki, kendisini izleyenlerin onun «hipotez» diye nitelediği sis-

teme mutlak bir doğruluk izafe ettiklerine tanık olacağız. Thomas'ın öğretisi giderek katı, değişmez ve söz götürmez bir doğru sayılır; o kadar ki, ondan sonra Aristo'ya yönelik en küçük bir eleştiriye yer verilmez artık. Aristo'ya dil uzatmak, Hıristiyanlığa dil uzatmak demek olur.

Skolastik düşünce onüçüncü yüzyılda büyük bir güçle ve hızla yükselir; fakat sonraki iki yüzyılda aynı hızla geriler ve düşer. Her şeyi mantık kalıplarına dökme çabası, soyut ve genel kavramlar ötesinde yaşantı ile ilginin ksilmesi, skolastizmin başlıca zaafı idi. Rönesans'la birlikte insan kafasını hazır ve katı kalıplar içinde tutmanın olanağı kalmayınca skolastisizmin düşmesi kaçınılmazdı. Onaltıncı yüzyıl, skolastik gelenek ile birlikte Aristo'nun da yıkılışına tanıklık edecektir.

Soru 47 Roger Bacon kimdir?

Bilimin gelişiminde, fikirlerinde daha az dogmatik olan Fransisken'lerin rolü büyük olmuştur. Yetiştirdikleri yüksek din adamları arasında seçkin bilim adamları da yer alır. Robert Grosseteste (Oxford Üniversitesi Rektörü) ve John Peckham bunların başında gelir. Her ikisi de El-Hazen'i izleyerek optik problemlere dair yazdılar. Özellikle Grossetest'in aynalar üzerindeki çalışmaları deneye yer vermesi bakımından önemlidir.

Fransiskenlerin yetiştirdiği bilim adamları arasında hiç şüphesiz en önemlisi Roger Bacon (1214 - 1294)'dır. Bacon tarikat içinde, hiç bir mevkii veya rütbesi olmayan basit bir rahipti. Öğrenimini önce Oxford, sonra Paris'de yapan Bacon'ın yaşamı hakkında fazla bir şey bilinmemektedir. Babadan kalma servetini kısa zamanda tükettikten sonra tarikata giren Bacon, çok geçmeden manastırda sürdürülen basit din hayatını da doyurucu bulmaz, kendini bilime ve-

rir. Ancak tarikat yetkilileri onun serbest bilim yaşamına dönmesini engellerler; Bacon 10 yıl süren bir baskı altında çalışmalarının sonuçlarını yazamaz. Baskı, Papa IV. Clement'in araya girmesiyle kalkar; Bacon Papa'nın isteği üzerine, o dönemin tüm bilgilerini özetleyen **Opus Majus** adlı eserini yazar. Ne yazık ki Papa çok geçmeden ölür, Bacon'ın başı yeniden derde girer; 1278'de Paris'de yargılanarak hapse atılır.

Rivayete göre, Bacon yalnız gerçek bilimle değil, büyü ile de uğraşmıştır. Bilimde özel ilgisi belki de İbn El Hait-ham'ın etkisiyle optik üzerindedir. Işığın yansıma ve kırılma kanunlarını biliyor, merceklerden nasıl gözlük ve teleskop elde edilebileceğini açıklıyordu. Hatta gökkuşağı üzerinde bilimsel bir teori geliştirdiği söylenir. Fakat onun ilgi alanı bu kadarla kalmıyordu. O zaman için salt hayal olan birtakım icatlar üzerinde duruyordu. Mekanik hareket eden araba, gemi, uçan makina vb. düşündüğü şeylerden bazıları. Bugün hep bildiğimiz, fakat o dönemde son derece garip olan barut, yakan cam, yer küresini gemi ile doluşma gibi şeylerden de bahsediyordu. Daha da önemlisi: gezegenlerin yörüngelerinin çembersel olduğu fikrine belki de ilk karşı çıkan odur. Ayrıca Batlamyus astronomisinin yanlış, hatta bilim dışı olduğunu ileri sürüyordu.

Bacon'ın bilimin genel ilkeleri üzerindeki düşünceleri daha da önemlidir. Ona göre iyi bir eğitim ancak matematik'e dayanmakla mümkündür. Çünkü yalnız matematik «zekâyı biler ve öğrenciyi bilgi edinmeğe hazırlar.» O, aynı zamanda, bilimin deneye dayanması gereği üzerinde ısrar eder. Kesin bilgiye bizi deney götürür; deney dışında her şey tahminden ibarettir, ona göre.

Öte yandan, Bacon skolastik düşünceyi eleştirir; filozof ve teologların antik dilleri bilmemekten dolayı büyük hatalara düştüklerini söyler. Bunların iddialarını çürütmenin tek yolu olarak gözlem ve deneyi gösterir. Yalnız kafa

eğitiminde değil, deneysel bilimde de matematiğin büyük önemini belirtir. Oysa o dönemde astronomi gibi matematiğe de Müslüman ve Yahudilerin uğraşısı olması nedeniyle iyi gözle bakılmıyordu.

Papa, ondan incelemelerinin sonuçlarını yazıp göndermesini istemeseydi, Bacon belki de ya büsbütün unutulur gider, ya da sadece bir büyücü olarak hatırlanmakla kalırdı.

Her türlü bilginin kaynağı olarak vahiy ve Aristo mantığının gösterildiği bir dönemde, deneye gitmenin, deneysel olgulara başvurmanın gereğini belirtmek sanıldığı kadar ne kolay, ne de az bir başarıdır. «Doğru»nun ölçütü olgularda değil, Aristo ile kutsal kitabın uyumunda aranıyordu. Böyle bir şartlanma karşısında Bacon deneye başvurmayı öğütlüyordu. Aslında Bacon da tam bir devrimci sayılamaz. Bilimle dinin önünde sonunda bağdaşması gereğine içtenlikle inanıyordu. Ama gene de çağının çok ilerisindeydi. Onun önemini belirttiği matematik ve deneyin elele vermesi onaltıncı yüzyılı, Galileo'nun sahneye çıkmasını, bekleyecektir.

Felsefede gerçek başkaldırma ondördüncü yüzyılın başlarını bekler. Din ve felsefeyi birleştiren skolastik sistemi kırma, felsefede özgür düşünceyi egemen kılma yolunda ilk ciddi mücadeleyi Duns Scotus ile Ockham'lı William verirler. Fransisken tarikatına bağlı bu iki düşünür dinle felsefenin apayrı şeyler olduğunu savundular. Şüphesiz bu bir isyandı ve kilise buna seyirci kalamazdı. Ne var ki, Scotus ile Ockham'lının eleştirileri yeterince önlenemedi; uzun sürede skolastik felsefe için öldürücü darbe oldu.

Soru 48 Bilimin doğuşunu hazırlayan ortamın özelliği neydi?

Onüçüncü yüzyıl yeni ve aydınlık bir dönemin ilk be-

lirtilerini vermişti: kişiöğlü artık gerçeği antik yazarların kitaplarında değil, doğrudan doğayı incelemede aramaya başlamıştı. Bu değişikliğin nedenleri bugün bile tam aydınlık kazanmış değildir. Klasik edebiyat ve sanattaki «rönesans»ın başlaması onbeşinci yüzyılı bekler. Kaldı ki, bu rönesans ile bilimsel gelişmenin yönleri ters düşmektedir. Rönesans antik düşünce ve sanatın kaynaklarına dönüşü temsil eder. Oysa bilimin gözü geriye değil, ileriye döneüktür. Gerçi bilimde de antik bilginlerin ulaştıkları sonuçlardan yararlanma yoluna gidilir; fakat düşünme yöntemi yönünden apayrı bir yol izlenir; deney yolundan olgulara başvurma ön plana geçer.

Bu değişiklikten ilk yararlanan bilim, daha Yunan döneminde bağımsız bir hüviyet kazanmış olan astronomi idi. Ondördüncü yüzyılın seçkin isim olarak karşımıza çıkardığı Piskopos Oresme astronomide olduğu kadar matematik ve ekonomi alanlarındaki çalışmaları ile de dikkati çeker. Bilimsel düşünceye en büyük katkısı, Arz'ın sabitliği ile ilgili Aristo öğretisine karşı çıkmasıdır. Oresme'den yüzyıl sonra gelen Cusa'lı Kardinal Nicolas daha da ileri giderek, antik astronominin tümünü reddeder, dünyanın da diğer gezegenler gibi kendi eksenini etrafında döndüğünü kanıtlayıcı bazı gözlemlere dikkati çeker. Matematik ve fizikte de bazı ileri adımlar atan Nicolas büyüyen bir bitkinin havadan bir «şey» aldığını ileri sürer. Ona göre, Tanrı akıl yoluyla değil, ancak mistik sezgi ile bilinebilir.

Dikkatten kaçmaması gereken nokta bilimdeki yeni hareketin öncülerinin hemen tümünün din adamları arasından çıkması. Bu dönemde kiliseye bir hoşgörü havası egemendir. Kilise hiyerarşisinde önemli mevkiiler işgal eden kimselerin, resmî öğretilerle çelişen, hatta Hıristiyanlığa aykırı düşen fikir ve çalışmalarında serbest kalmaları gerçekten ilginç bir noktadır. Örneğin, dünyanın hareket halinde bir küre olduğunu ileri sürmek düpedüz kutsal öğretiyi in-

kâr demektir. Oysa ileri sürmek bir yana, bu tür teorilerin öğretimi bile yapılabiliyordu. Öyle görünüyor ki, kilisenin bu gelişmelere gözyumması bilimin er geç kutsal inançları pekiştirici sonuçlar vereceği yolundaki kanısından ileri geliyordu.

Ondördüncü yüzyılın başlarından Rönesans'a kadar düşünce yönünden genel bir durgunluk göze çarpar. Etrafı yeni bir mistisizm kaplamıştır. Bu dönemde Cusa'lı Nicolas dışında önemli bir düşünüre rastlamamaktayız.

Bilimin yeniden doğuşuna yol açan bu gelişmelere bazı entellektüel ve teknik koşullar da eklenmiştir. Bir yandan serbest düşünme ve düşündüğünü ifade etme olanağı, öbür yandan antik dünyanın bilim ve düşün ürünlerine duyulan ilgi bu dönemin en belirgin iki özelliği olarak göze çarpmaktadır. Matbaanın icadıyla, hazırlık niteliği taşıyan bu dönem büsbütün hız kazanır. Daha önce okuma ancak büyük kütüphane merkezlerine seyahat etmekle mümkündü. El yazması kitaplar son derece pahalıydı; üstelik çok sayıda nüsha üretme olanağı yok gibiydi. Bugün on binlerce baskı için harcanan emek kadar emek gerektirirdi tek bir nüshanın hazırlanması. Çinli'lerin yüzlerce yıl önce icat ettikleri bir tür kâğıt ve baskı aracının Avrupa'da bulunması ondördüncü yüzyılı bekler. Ancak bundan sonradır ki ucuz kitap edinme ve okuma olanakları artar, evlerde bile küçük çapta kitaplıklar meydana gelir.

Başlangıçta dinsel ve klasik edebî eserlerin baskı ve dağıtımı öncelik alır. Pliny'nin **Doğal Tarih** adlı eseri 1469'da Venedik'te basılıncaya kadar bilimsel nitelikte hiç bir kitabın basıldığı görülmez. Batlamyus'un Latince'ye çevrilen **Coğrafya** adlı eseri 1475'de çıkar. Bir yıl sonra Aristonun gene Latince'ye çevrilmiş biyoloji ile ilgili üç çalışmasının baskısı yapılır. Öklid'in **Geometri'si** 1482'yi, Aristonun tüm eserleri 1495'i bekler. Batlamyus'un **Almagest**'inin

baskısı 1515'e, Arşimed'in **Psammites**'inin baskısı ise 1544'e kadar gecikir.

Ortam artık bilimin yeni bir hız ve güçle doğuşuna hazırdır; onaltıncı yüzyılda derecikler biçiminde akan bilimin, onyedinci yüzyılda kabaran ve taşan bir nehir olarak karşımıza çıktığını göreceğiz.

VI. BÖLÜM

RÖNESANS VE BİLİM

Soru 49 Modern bilimin doğuşunda Rönesans'ın rolü nedir?

Yaşam ve düşünün birçok alanlarında olduğu gibi modern bilimde de Rönesans'ı bir başlangıç noktası saymak çok yaygın bir alışkanlık olmuştur. Bu bir bakıma doğru, bir bakıma da yanlıştır.

Rönesans dinsel taassubun egemenliğini kırdığı ölçüde şüphesiz bilimin gelişimine yararlı olmuştur. Fakat bunun da ötesinde Rönesans'ın temsil ettiği ruh, bilimsel gelişmenin muhtaç olduğu koşulların başında gelir. Bu ruhun özelliği nedir? Fransız tarihçisi Michelet Rönesans'ı, «dünyayı ve insanı keşfetme» diye niteler. Ünlü tarihçi bununla şunu anlatmak istemiştir herhalde: Rönesans kafası cennet, cehennem gibi sorunlarla ilgilenmekten vazgeçmiş, gözlerini gerçek dünyaya çevirmiştir. Onun için insanın başka bir dünyadaki geleceği değil, yaşadığı dünyadaki sorunları ve temel değerleri ön plana geçmiştir. Teoloji ve onun hizmetindeki skolastik felsefe yerini gerçeklere dönük özgür araştırma ve öğrenme çabasına bırakmıştır.

Rönesans'ın temsil ettiği canlı atılımında ilk bakışta birbirleriyle bağdaşır görünmeyen iki hareket ayırıldılabilir: (1) dünyaya açılma, yeni ülke ve toplulukları keşfetme, (2) insanı ve ona kişilik veren değer ve özellikleri antik dönemin sanat ve düşünce ürünlerinde arama. Birinci hareketin

bilimsel önemini belirtmeğe gerek yoktur. İkinci harekete gelince, bu geriye dönüşün ileriye dönük bilimle ilgisi tartışma götürür bir konudur. Gerçekten salt bilim açısından Rönesansı bir yeniden uyanış saymak olanaksızdır. Sanat ve edebiyatta son derece canlı ve yaratıcı olan bu dönem, bilim için tam bir durgunluk dönemidir, denebilir. Gerçekten, bilimde asıl uyanışın iki dönemi vardır ve Rönesans bu iki dönem arasında yer alır. Birinci dönem onbirinci yüzyılın ikinci yarısında başlar ve onüçüncü yüzyılda doruk noktasına erişir. İkinci dönem onaltıncı yüzyıl sonlarında başlayan, bir yandan deneye öbür yandan matematiğe dayanan modern bilim dönemidir. Birinci dönem aslında Arap kaynaklarından yararlanarak antik bilim ve düşünce ile temas kurma biçiminde ortaya çıkmıştır. Bir ileri atılımdan çok, mevcut bilgiyi alma ve hazmetme çabası bu dönemin belirgin özelliğidir. Oysa onyedinci yüzyılda tüm parlaklığı ile ortaya çıkan ikinci dönem gerçek bir atılımı, doğaya yeni ve yaratıcı bir yaklaşımı temsil eder. Rönesans bu iki dönem arasında, «Orta Çağlar'ın çözülüşü» niteliğinde bir harekettir.

Rönesans'ı bir ölçüde bilime karşı bile görmek olanığı yok değildir. Leonardo da Vinci dışında o dönemin yetiştirdiği seçkin kafaların hiç biri bilime yönelik olmadığı gibi hümanistlerde bilime karşı yer yer kendini gösteren bazı eğilimlere bile rastlamak mümkündür. O dönemin ünlüleri sanat, tarih, politika alanlarında yetişmiştir. Bilime karşı kayıtsızlık başka türlü de kendisini göstermiştir: hem matbaanın ortaya çıkışı, hem de coğrafi keşifler ilgi toplamak şöyle dursun, bir çeşit şüphe ve yadırgama konusu olmuştur. Günümüzde sanat çevrelerinin sinema, gramafon gibi şeylere karşı gösterdikleri küçümseme, Rönesans hümanistleri arasında matbaaya karşı gösterilmişti. Aynı şekilde, göz kamaştırıcı büyük keşifler (örneğin Kolomb'un Amerika'yı keşfi) de hümanistler üzerinde etkisiz kalmıştır.

O halde Rönesans'ın bilime bir katkısı yok mudur? Şüphesiz vardır, fakat bu katkı seçkinlerden değil, zenaat-kârlardan gelmiştir. Modern bilimin doğuşunda atelye ve benzer iş yerlerinde çıraklık yoluyla kazanılan el becerileri ile teknik bilgilerin önemini ilerde göreceğiz.

Soru 50 Leonardo Da Vinci niçin önemlidir?

Rönesans'ın bir katkısı insan kafasını evrene açmak ise, bir başka katkısı da Leonardo da Vinci (1452-1519)'yi insanlığa armağan etmiş olmasıdır. Gerçekten Leonardo evrensel zekâsı, yaratıcı dehası ile insanlık tarihinin eşsiz simalarından biri, belki de başlıcasıdır. O büyük bir ressam, büyük bir heykeltıraş, büyük bir mimardır. Fakat aynı zamanda büyük bir bilgin, büyük bir mühendis ve büyük bir filozoftu. Yazmayı tasarladığı kitapları yazma fırsatı bulsaydı, bilimin sonraki dönemlerde uğradığı zorlukların çoğu ortaya çıkmaz, birçok hatalara düşülmezdi.

Leonardo, Floransa ile Pisa arasında Vinci'de zengin bir noter ile bir köylü kadının gayrimeşru çocuğu olarak dünyaya geldi. Doğumundan hemen sonra uzaklaştırılan annesini bir daha görmeden yetişti; yaşamı sırası ile Floransa, Milano, Roma saraylarında geçti; son üç yılını Fransa'da, Francis I'in hizmetinde geçirdi.

Leonardo sanat dışı çalışmalarında dağınık, süreksiz ve yavaş davranmıştır. Ama gene de üstün ve çok yanlı çalışmaları ile göz kamaştırıcıdır. Uygulamalı alanlardaki projeleri arasında uçan makina, helikopter, paraşüt ve çeşitli silâh modelleri yer alır. Anatomi üzerindeki incelemeleri başlı başına bir değer taşır: sayısı 750'yi bulan çizgi ve 10 insan cesedi üzerinde teşrih çalışması ona anatomi tarihinde büyük bir yer sağlamıştır.

Fizyoloji'deki katkısı kanın görev ve hareketi ile ilgili-

dir: kanın organizmanın çeşitli bölümlerine besini nasıl taşıdığını ve bu bölümlerden artıkları nasıl uzaklaştırdığını açıklamaya çalışır. Kanın vücuttaki hareketini suyun hareketine benzetir: yağmur olarak bulutlardan yere düşen su denizlerde toplanır, oradan buharlaşarak bulutları meydana getirir ve yeniden yağmura dönüşerek yere iner. Bu benzetişte, Harvey'in 100 yıl sonra keşfettiği kan dolaşımı fikri kendini göstermektedir.

Leonardo astronomide, arzın «diğer gezegenler gibi bir gezegen» olduğunu ileri sürerek Kopernik'i haber verir. Oysa Aristo'ya göre gök cisimleri tanrısal nitelikleriyle arzdan tamamıyla farklı nesnelere.

Fizik'de, özellikle mekanikte, ulaştığı sonuçları Galileo ve Newton'un buluşlarına çok yakındır. «Her cismin hareket ettiği yönde ağırlığı olduğu»nu; düşen bir cismin düşme mesafesi ile orantılı olarak hız kazandığını söyler. Hatta daha da ileri giderek, Aristo öğretisinin tam tersine, kuvvetin yalnızca hareketi değil ivmeyi meydana getirdiği görüşünü savunur. Bu görüşün daha sonra hareketin birinci kanunu olarak ifade edildiğini göreceğiz.

Leonardo bir kuvvet kaynağı olarak sürekli hareketin olanak dışı olduğunu görmekte gecikmemiş, bundan kaldıracağı kanununa ulaşmıştır. Arşimed'in hidrostatik ve hidrodinamik üzerindeki buluşlarını su yüzüne çıkarmış; suyun kanallardaki akışı, su yüzeyinde dalgaların dağılışı, havada dalgalanma ve sesin oluşumu gibi olgular arasında ilişkiler kurmuş, ışığın da dalga niteliğinde olduğunu ileri sürmüştür. İlginç bir açıklaması da hilâl halindeki ayın karanlık tarafının belirsiz de olsa görünmesi üzerinedir. Leonardo, «eski ay yeni ayın kucağında» diye tasvir ettiği bu olayın dünyanın yansıttığı ışıktan ileri geldiğini söyleyerek ilk doğru açıklamasını yapar.

Leonardo'ya jeolojinin kurucusu gözüyle de bakılabilir: ona göre dağlarda bulunan fosillerin bir kısmı deniz yara-

tıklarına aitti. Arz'ın kabuğunun değişikliklere uğradığı, yeni tepe ve vadilerin meydana geldiği muhakkaktı. Üstelik bu tür değişiklikler için olağanüstü olaylara (örneğin katastroflara) da ihtiyaç yoktu. Nitekim Po nehri denize taşıdığı toprakla Lombardi'nin büyük bir bölümünü meydana getirmiş değil miydi?

Bilim metodu üzerindeki görüşleri Leonardo'yu günümüz bilim felsefecileri arasına sokacak niteliktedir. O da Roger Bacon gibi bilimin gözlem veya deneye dayanması gereği üzerinde ısrar eder. Şu kadar ki, Bacon bir yanı ile teolojiye bağlı idi. Oysa Leonardo bir Rönesans adamıydı, kafası tam bir bağımsızlığa sahipti. Günündeki kiliseye egemen hoşgörüden de yararlanarak geçmişin hiç bir otoritesine kendini bağlı görmüyordu. Sadece Arşimed'e büyük bir değer veriyordu. Geçmişini inkâr etmiyordu şüphesiz. Fakat tüm doğruların Aristo gibi otoritelerde olduğuna karşı çıkıyordu.

Leonardo'nun ancak son zamanlarda ele geçen notlarından, kendisi gibi daha başkalarının da matematik ve deneysel bilimle ilgilendiklerini öğreniyoruz. Ona göre kesinlik bilimde değil, ancak matematik'de vardır. Matematik ideal ya da soyut zihinsel kavramlarla uğraşır; kesinliğinin kaynağı da budur. Oysa öteki bilimler gözlemlerle başlar, verilerini matematiksel yoldan işler, ulaştığı sonuçları deneye giderek tahkik eder. Leonardo teori ve uygulamanın el ele gitmesi gereği üzerinde durur; uygulamasız teori anlamsız, teorisiz uygulama ise kısır ve sonuçsuzdur. O bir çocuk gibi her soruyu yeniden ele alır. Doğaya kendi çıplak gözüyle bakar; doğa ile kendi arasında ne kitap ne de başka biri vardır. Gözlediği dünya bir bütündür. Onun için sanat, bilim, felsefe ayrı şeyler değildir. Kendini kısır tartışmalarda kaybetmez, kelime üzerine kurulu genellemelere bırakmaz, her sorunu kendi içinde anlamaya ve deneysel yoldan çözmeye çalışırdı. Onun için her şeyin başında ve so-

nunda deney vardır, matematik bu iki uç arasında yer alır. Francis Bacon'ın yüz yıl sonra savunduğu, Galileo'nun maharetle uyguladığı bilimsel metodu tümü ile Leonardo'da bulmak mümkün. Onun çalışmalarında oluşturduğu metod insanlık kültür hazinesine yaptığı katkıların belki de en büyüğü.

Leonardo'nun metod anlayışı belli bir dünya anlayışına, insanın evrendeki yeri ile ilgili yeni bir görüşe yol açar. Bu yeni görüşün daha belirgin ifadesini Kopernik devriminde bulacağız.

Soru 51 Kopernik kimdir?

Kopernik düşünce tarihinde bir dönüm noktasını simgeler: onun adıyla anılan sistem yalnız modern bilimin doğuşuna değil, insanın evren içindeki yerini saptamada yeni ve daha ölçülü bir görüşün ortaya çıkmasına da başlangıç sayılır. Gerçekten Kopernik'le birlikte insanoğlunun kendini evrenin merkezinde sayma iddiası yıkılmış, doğanın bir parçası olduğu düşüncesi doğmuştur, denebilir.

Bu devrimin kaynağı Kopernik'in ölüm yatağında (1543'te) ilk nüshasını gördüğü, **Göksel Kürelerin Dolanımı Üzerine** adlı ünlü eseridir. Gerçi eser tümüyle devrimci olmaktan uzaktır; hatta birçok yanları ile Aristo görüşünü yansıttığı söylenebilir. Ne var ki, Batlamyus'un «geosentrik» sistemi yerine «heliosentrik» sistemin önerilmesi, sonuçları yönünden bilimde olduğu kadar diğer düşünce alanlarında da sarsıcı ve önemli olmuştur.

Kopernik (1473-1543) Polonya'da bulunan Torun kentinde dünyaya gelir; babası kentin ileri gelen kişilerindendi. On yaşında babası ölünce, tanınmış bir din adamı olan amcası onu yanına alır, kilisenin yüksek mevkileri için yetiştirmeğe koyulur. Kopernik okulu bitirdikten sonra otuz

yaşına kadar öğrenimini çeşitli üniversitelerde sürdürür. Önce kendi ülkesinde Cracow üniversitesine, daha sonra İtalya'ya giderek sırası ile Bologna, Ferrara ve Padua üniversitelerine devam eder. O dönemde böyle uzun bir eğitim bir bakıma kaçınılmazdı. Bugünkü anlamda ihtisaslaşma yoktu henüz; iyi bir eğitim için kişi bilim ve düşün alanlarının tümünü kapsayan çok yanlı bir öğrenimden geçmek zorundaydı. Kopernik klasik kültür, matematik, astronomi, tıp, hukuk, ekonomi ve en başta teoloji alanlarında geniş bilgiler edinerek yetişir. Leonardo gibi o da çok yanlıdır: bir yandan hekim olarak hasta'ların tedavisine koşarken, diğer yandan ekonomik konularda yazı yazar, Polonya hükümetine parasal sorunlarda danışmanlık yapar, bilimsel incelemelerinde kullandığı araçları hazırlar, boş zamanlarında da şiir ve resimle uğraşır. Yönetici ve işletmeci olarak da başarılı çalışmalar yapar; hatta bir keresinde bir barış konferansına diplomat olarak katılır. Fakat onun asıl ilgi duyduğu konuların matematik ve astronomi olduğunu söylemek gerekir.

Kopernik'in üniversitelere devam ettiği sıralarda matematik ve astronomi programlarda önemli yer yutan derslerin başında geliyordu. Öklid geometrisi, küresel geometri coğrafya, astroloji ve Batlamyus sistemi onun özellikle izlediği dersleri teşkil ediyordu.

Batlamyus astronomisi kilise ve üniversitelerin resmen doğru kabul ettikleri sistemdi. Fakat bazı ileri düşünürler sistemin yanlış olduğu üzerindeki kuşkularını saklamıyordu artık. Kaldı ki, bu tür kuşkular yeni de değildi: daha önce de belirttiğimiz gibi Oresme, Cusa'lı Nicolas, Leonardo da Vinci astronomide resmî görüşle çelişen bazı fikirler ortaya atmışlardı. Kopernik'in Bologna'daki astronomi ve matematik hocası Dominico Novaro Batlamyus sistemini açıktan eleştiriyordu. Novaro bir Yeni-Eflatuncu olarak Batlamyus sistemini çok karmaşık buluyordu. Bu konuda özellikle

Pitagor'cu literatürün etkisi büyük olmuştur. Pitagor'cular evren ile ilgili tüm gerçeklerin her şeyden önce basit, zarif ve uyumlu ilişkiler içinde olması gereği üzerinde duruyorlardı. Oysa Batlamyus sisteminin bu özellikleri taşımadığını Novaro yakından biliyordu. Kopernik'in yeni sistemi oluşturma çabasında hocasının etkisinde kalmadığı söylenebilir. Üstelik o geniş çapta okuyan bir kişiydi: antik döneme ait kaynaklardan Yunan filozof veya bilginlerinin dünyanın dönüp dönmediği konusunda çeşitli görüşler ortaya atmış olduklarını öğrenmemiş olması düşünülemez. Nitekim ünlü kitabını Papa III. Paul'a ithaf ederken, «Çiçero'ya göre, Hicetas'ın dünyanın hareket halinde olduğunu savunduğunu, Plutarch'a göre aynı görüşün başkaları tarafından da ileri sürüldüğü» noktalarını belirtmeği ihmal etmediğini görmekteyiz. Bu noktaların onu uzun süre meşgul ettiği; en sonunda kitabında ileri sürdüğü sistemi oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bunda onu teşvik eden bazı aktüel gelişmeler de olmuştur. Örneğin Kristof Kolomb'un seyahatı ve takvim üzerindeki reform gereksinimleri bu gelişmeler arasında başlıca yeri tutmaktadır.

Soru 52 Kopernik sisteminin önemi nedir?

Kopernik sistemi birçok yönlerden Aristo görüşünden ayrılmaz. Kitabının ilk bölümlerinin başlıkları bu gerçeği göstermeğe yeter:

«Evrenin küresel olduğu»

«Arzın küresel olduğu»

«Göksel cisimlerin hareketlerinin üniform (tekdüzen), çembersel ve sürekli olduğu» gibi.

Onun sistemine devrimci niteliği veren şey arz'ı evrenin merkezi olmaktan çıkarıp, güneş etrafında dolanan sıradan bir gezegen saymasıdır. Arz'ın yerine güneşi koyması dı-

şında, bu sistem Batlamyus sisteminden temelde ayrılmaz. Evren gene sınırlıdır: gezegenlerin hareketi gene iç içe yuvalanmış (concentrical) kürelerin dönüşü olarak görülmektedir. Üstelik Batlamyus sisteminin karmaşıklığından büsbütün kurtulunmuş değildir: skiller ve episkiller olduğu gibi korunmakta, sadece kürelerin sayısını 80'den 36'ya indirmekle yetinilmektedir. Aslında bilim tarihinde yeni bir dönem açan Kopernik devrimini Kopernik'in kendi eserinde bulmak çok güçtür. Bu devrim, Kopernik'in başlangıç teşkil ettiği fakat ondan sonra oluşan radikal bir gelişmeyi, dünya görüşünde köklü bir değişikliği ifade etmekle önemlidir.

Şüphesiz, Kopernik'i yeni bir sistem aramaya iten başlıca neden Batlamyus sisteminde gözden kaçmayan bazı yetersizlikler olmuştur. Örneğin, görülüyordu ki, arz evrenin sabit merkezi olarak düşün!ldüğünde gezegenlerin pozisyonlarını gerçeğe uygun hesaplama olanaksızdır. Bu gözlemden hareket eden Kopernik tartışmaya şu sözlerle girer:

«Gözlenen her yer değişimi, ya gözlenen nesnenin hareketinden, ya gözlemcinin kendi hareketinden, ya da her ikisinin hareketinden meydana gelir. Şayet arzın bir hareketi varsa, bu hareket arzın dışında bulunan her şeyde ters yönde bir hareket olarak fark edilebilmelidir: sanki o şeyler hareket halinde, arz ise sabit imiş gibi. Aeneas'ın Virgil'de dile getirdiği ilişkiye benzer bir ilişki: 'gemimiz limanı terkederken, köy ve kentler hızla geriye çekilir'.» «O halde», diyor Kopernik, «sabit yıldızlar küresinin hareketi görünüşten ibarettir; günde bir dönüş yapan şey yıldızlar küresi değil, bize sabit görünen arzın kendisidir».

Bu tür izahın kendisinden önce Siraküzlü Hicetas, hatta ondan da önce bazı Pitagorcular tarafından ileri sürülmüş olduğunu belirten Kopernik şöyle devam eder:

«Biri çıkar, arzın günlük dönüşünden başka bir hareketinden daha söz ederse hiç şaşmamalı. Rivayete göre, iyi bir matematikçi olan Pitagor'cu Philolaus arzın kendi eksenini etrafında dönüşünden başka çeşitli hareketlerle uzayda ilerlediğini, daha doğrusu gezegenlerden biri olduğunu söylediği için Eflatun kendini tutamamış, onunla görüşmek üzere derhal İtalya'ya hareket etmiş.»

Kopernik'in, kökeni Aristarkus ve Pitagor'culara uzanan heliosentrik sistemi önerirken, bunun yol açacağı tepkileri daha baştan sezindiği görülmektedir. Bu yüzden kitabının yayınlanmasını uzun süre bekletmiş, ancak dostlarının ısrarı üzerine yayınlamayı kabul etmiştir. Yazılış biçimi yönünden de kitabın asıl etkisinin ancak astronomide iyi eğitim görmüş kişiler üzerinde olabileceği hesaplanmıştır. Kopernik'in hastalığı sırasında kitabın basım işiyle uğraşan dostu Osiander bir teolog olarak doğacak tepkileri gözönüne alarak yazdığı önsözde, önerilen sistemin bir hesaplama aracı olmaktan ileri geçmediği konusunda okuyucuyu uyarır. Ona göre, sistem sadece matematiksel olarak doğru sayılabilir; felsefi doğruluğu söz konusu değildir. (*)

Aslında endişeye fazla yer yoktur: kilise bu dönemde oldukça geniş bir hoşgörü içindedir. Kitap da kolayca anlaşılır türden değildir. Nitekim onaltıncı yüzyıl boyunca önemli bir tepki görülmez. Sadece bazı entellektüellerin küçümsemesine ve bu arada Martin Lüther'in şu kınamasına hedef olur Kopernik:

(*) Kilisenin tepkisini önlemeğe yönelik bu ayırım ilginçtir. Kilise ve kilisenin öğretisine bağlı pek çok kimseler için Kopernik sistemi yanlış fakat açıklama yönünden elverişli bir hipotezden başka bir şey değildi. Katolik kilisesi bu tutumunu 1822'ye kadar sürdürmüştür.

«Bu budala, tüm astronomi bilimini ters-yüz etme hevesindedir. Oysa kutsal kitap bize Joshua'nın arzi değil, güneşi durdurduğunu söyler.»

Calvin de kutsal kitabın bir ayetine yollama yaparak şöyle sorar:

«Kopernik'i kim kutsal ruhun üstünde tutabilir?»

1610'a kadar katolik kilisesi bu tür kınamalar dışında kalır. Fakat giderek şüpheler belirir; Kopernik'in ateist olduğu düşüncesi yayılır; sistemin Hıristiyanlığın özüne ters düştüğü görüşü kuvvet kazanır.

Yukarda da belirtildiği üzere büyük bir düşünce devrimine yol açan heliosentrik sistemde Kopernik'in payı büyük değildir. Kopernik eski bir görüşü canlandırmakla şüphesiz büyük bir iş yapmıştır. Fakat asıl önemlisi onu büyük bir gözlemci olan Tycho Brahe ile eşsiz bir astronom olan Johannes Kepler'in izlemiş olmasıdır.

Soru 53 Tycho Brahe kimdir?

Danimarkalı bir astronom olan Tycho Brahe birçok yönlerden Kopernik'e zıt düşer.

Kopernik büyük bir matematikçi ve cesur bir teorisyendi; fakat gözlemci olarak zayıftı. Tycho Brahe (1546-1601) ise tam tersine bir matematikçi ve teorisyen olarak zayıf; fakat bir gözlemci olarak eşsizdir. İki astronomun birbirlerini andıran yönleri de var: değişik yönlerden olmakla beraber ikisi de aslında devrimci olmaktan çok tutucudur. Kopernik elinden geldiğince Aristo sistemini korumaya çalıştı. Ne var ki, Yeni-Eflatuncu eğilimleri ister istemez onu heliosentrik görüşe itti. Arzi gezegen saymakla çembersel sistemi basitleştirebileceğini umuyordu belki de. Tycho'ya ge-

lince o da Aristo Kozmoz'unu zedelemekten koruma çabasında idi. O kadar ki, Kopernik'in açıklamasına rağmen, arzın hareketini bir türlü kabul etmedi. Fakat korumaya çalıştıkları sistemin yıkılmasında ikisinin de payı büyüktür: Kopernik arzla güneşin yerlerini değiştirerek, Tycho kendi zamanında ortaya çıkan bir super-nova ile kuyruklu yıldızlar üzerindeki gözlemleriyle.

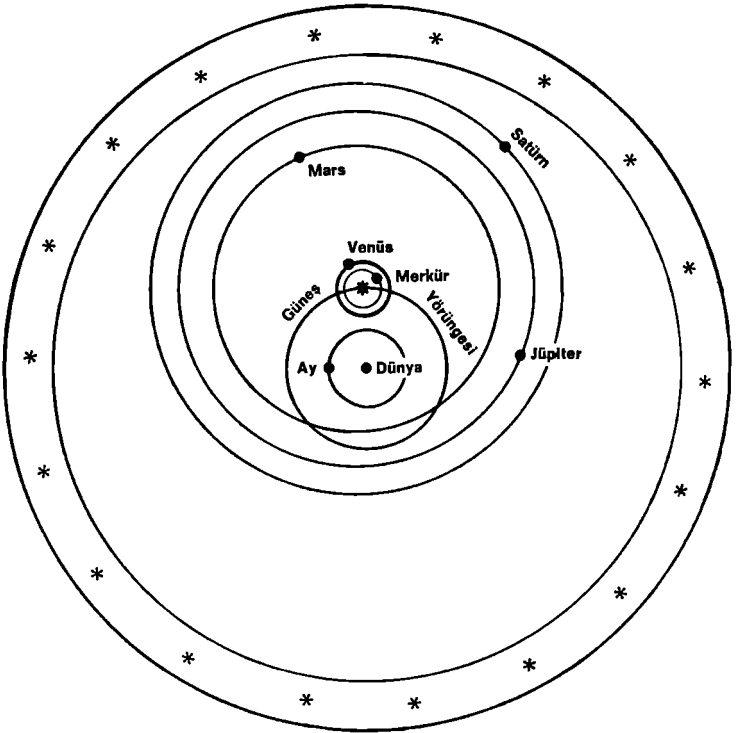
Tycho öğrencilik yıllarında meydana gelen bir güneş tutulmasıyla astronomiye merak sardırır; Batlamyus sistemini incelemeye koyulur; kendi yaptığı basit ve kaba araçlarla astronomik gözlemler yapar. Kopenhag üniversitesinden sonra Leipzig, Wittenberg, Rostock ve Basle üniversitelerini dolaşır; buralarda matematik ve astronomi öğrenimini sürdürür. Ülkesine döndükten sonra, kralın sağladığı olanakla Kopenhag'a yakın bir ada üzerinde ünlü gözlemevini kurar. Gözlemevini mevcutlara göre daha büyük, daha duyarlı ve daha ince kalibre edilmiş araçlarla donatır.

Tycho Kopernik sistemini reddeder, çünkü arz gibi ağır ve masif bir kütlemin uzayda hareket etmesini hem fizik yönünden hem de kutsal kitaba aykırılığı bakımından yanlış bulur. Arzın sabitliği ile ilgili eskiden beri ileri sürülen «argüman»lar onun için geçerlidir. Özellikle üzerinde durduğu «argüman» yıldızların göresel yerlerini korumaları ile ilgili olanıdır. Gerçekten arz hareket etmiş olsaydı yıldızların sabit görünmemesi gerekirdi. Kopernik görünüşteki bu tutarsızlığı yıldızların tahminlerimizin çok üstünde arza uzak olmalarıyla açıklamıştı. Yıldızlar sanıldığı gibi yakın olsaydı arzın güneş etrafındaki dolanımı sırasında yer değiştirir gibi görünmeleri gerekmez miydi? Oysa herhangi bir yer değiştirme göze çarpmıyordu ve Tycho mevcut araçları ile bunu saptayacak durumda değildi. (Son derece küçük olan bu yer değiştirmeler ancak ondokuzuncu yüzyılda gözlenebilmiştir.)

Başka bir zorluk daha vardı: yıldızları ortalama güneş

büyükliğünde kabul edersek, Kopernik'in istediği uzaklıkta, bize göründükleri kadar büyük görünmemeleri gerekirdi. Ancak, Tycho ışığın gözbebeğinde uğradığı kırılmanın bu sonuçtan sorumlu olduğunu bilmiyordu, şüphesiz.

Öte yandan Tycho için Batlmyus sistemi de yeterli değildir. Her iki sistemi kapsamında uzlaştıran, aynı zamanda yıldızların yer değiştirmesini de gerekli kılmayan yeni bir sistem kurar. Buna göre, ay ve güneş merkezde sabit du-



ŞEKİL 4

Tycho Brahe'nin Dünya Sistemi (Kaynak: Middleton, *The Scientific Revolution*, s. 52.)

ran arzın etrafında, gezegenler de güneşin etrafında dolanmaktadır. (Bkz. Şekil 4)

Bu sistem bir yandan Kopernik sisteminin matematiksel basitliğini, öte yandan kilisenin resmî görüşü olan Aristo kozmolojisini koruma amacındadır. Ne var ki başlangıçta astronomlara çok çekici gelen bu sistem kısa sürede çekiciliğini yitirerek bir kenara itilir. Kepler'den itibaren seçkin astronomların hemen tümü için Kopernik sistemi geçerlidir.

Tycho'nun asıl önemi gözlemci olarak yaptığı çalışmada kendini gösterir. O astronomiye daha önce erişilemeyen bir kesinlik getirir. Hem kullandığı araçları daha güçlü ve duyarlıdır, hem de gözlem metodu daha güvenilir ve tutarlıdır. Tycho bu sonucu birçok gözlemlerin ortalama değerini alarak sağlıyordu. Bu metodla o astronominin çok önemli bazı sabit değerlerini bulur. Özellikle gezegenlerin pozisyonları üzerindeki gözlemleri astronomi tarihinde önemli yer tutar.

Tycho'nun gezegen ve yıldızların pozisyonlarını tayin eden gözlemleri dışında, Aristo kozmolojisi hakkında ciddi şüphelere yol açan iki gözlemi var ki, bunlara kısaca değinmek gerekir. Hatırlanacağı üzere Aristo'ya göre gök cisimleri, kusursuz ve değişmez nesnelere dir. 1572'de Cassiopeia yıldız kümesinde yeni bir yıldız ortaya çıkar. Super-nova türünden olan bu yıldız belirsiz ve uzak bir yıldızda yer alan çekirdek patlamalarıyla meydana gelmiştir. Kısa bir süre en parlak yıldızlar gibi parlar, sonra giderek söner, belirsiz hale gelir. Bu tür novaların ortalama 300 yılda bir meydana geldiği gözönüne alınırsa, Tycho'nun zamanına rastlamasını bir talih saymak gerekir. Yıldızın pozisyonunu tayine çalışan Tycho diğer yıldızlar arasında yer değiştirmedini ve paralaks (parallax) (*) göstermediğini saptar. Bu yeni cis-

(*) «Paralaks,» bir gözlemcinin konumundaki değişiklikten dolayı bir gök cisminin (örneğin bir yıldızın) yönünde veya görünürdeki konumunda meydana gelen değişikliğe denir.

min, değişmez ve mükemmel sayılan yıldızlar küresinde olduğu demektir.

Aristo kozmolojisine ters düşen ikinci gözlem kuyruklu yıldızlarla ilgiliydi. Aristo kometleri atmosfere ait olgular saymıştı. Oysa Tycho'nun 1577'de yaptığı gözlemler kometlerin ay'ın çok ötesinde olduğunu göstermekle kalmadı, gezegenleri kapsayan ve geçilemez sanılan kristal küreleri bile aşır geçtiğini ortaya koydu.

Bu gözlemler Aristo sisteminin temellerine yerleştirilmiş birer dinamitti âdeta. Fitolin ateşlenmesi Kepler'i bekler.

VII. BÖLÜM

BİLİMSEL DEVRİM

Soru 54 Kepler kimdir? Kanunları nelerdir?

Johannes Kepler (1571-1630)'e «astronominin prensi» demek yeridir. Hatta daha ileri giderek onu bilim tarihinin en seçkin kişilerinden biri sayabiliriz. Kepler kendine özgü bilimsel tutku ve dehası ile astronomiye modern karakterini kazandıran kişidir. Bilimsel gelişmeye katkısı kendini iki yönden gösterir: önce güneş sistemi ile ilgili bulguları ile daha kapsamlı Newton teorisinin ortaya çıkmasına zemin ve malzeme hazırlar. Sonra hipotez veya teorilerin gözlemsel olgulara uygun düşmesi üzerindeki ısrarı ile bilimsel metod anlayışını yeni bir düzeye çıkarır.

Kepler Tübingen üniversitesinde öğrenci iken Kopernik sistemini benimser ve matematiksel olarak isbatına koyulur. Gezegenlerin yörüngelerini ve hareket biçimlerini anlamak başlıca tutkusu idi. Onun Kopernik sistemini benimsemesi izaha muhtaç bir olaydır. Sistemin olgusal dayanakları henüz yeterince sağlanmamıştı. Olgusal kanıtlamaya büyük önem veren Kepler'in çeşitli zorlukları olan Kopernik sistemini benimsemesini onun mistik ve estetik eğilimlerine bağlamak mümkündür. Kopernik güneşe hayranlığını ifade etmişti. Kepler güneşe taparcasına bağlıdır. Daha öğrenci iken şunları yazmıştı:

... evrendeki tüm cisimler içinde en yücesi, en büyüğü özü salt ışık olan güneştir. Güneş tek başına her şeyi

yaratan, koruyan ve ısıtan kaynaktır. Evrenin zengin, tükenmez ve saf ışık çeşmesi olan güneş... hareketi ile gezegenlerin padişahı, gücüyle dünyanın kalbi, güzelliği ile gözü, en yüce tanrı katında meleklerle konaklamaya lâyık bir varlıktır.

Bu şüphesiz dinsel nitelikte bir tapmadır, güneşi evrenin merkezine alan Kopernik sistemini benimseme nedeni de bu duygusal bağlılıkta aranabilir.

Kepler'in 1597'de yayınlanan ilk kitabı (**Cosmographical Mystery**) onun mistik eğilimlerini açıkça yansıtmaktadır. Pitagor'cular gibi Tanrı'nın evreni yaratırken basit bir sayı sistemine uyduğuna inanır; Eflatun gibi gezegen yörüngelerinin yarı çapları arasında basit sayısal ilişkiler bulmaya çalışır. Geometrik cisimlerin özelliklerinden hareketle gezegenlerin (dünya dahil) neden altı olması gerektiğini ve yörüngelerinin neden bilinen boyutlarda olması gerektiğini isbat ettiğini sanır. O bu «buluş»ları ile «Tanrı»nın yüceliğini gizleyen peçeyi kaldırdığı ve onun sonsuz şanına bakma olanağı getirdiği iddiasındadır.

Bu yayının bir olumlu sonucu onun Tycho Brahe ile tanışması olur. Prag gözlemevinde asistanı olarak işe başlayan Kepler, Tycho'nun kısa bir süre sonra ölmesi üzerine Kraliyet Matematikçisi olarak büyük gözlemcinin yerine geçer, ustasının sabır, dikkat ve itina ile topladığı gözlemsel verilere sahip olur. Tycho'nun Kopernik sistemini çürütmek üzere topladığı bu verileri Kepler sistemi temellendirmek için kullanır.

Kepler'in, Tycho'dan kalan gözlemsel verileri lâyıkı ile değerlendirdiği 1609'da yayınlanan **Yeni Astronomi** adlı kitabında görülmektedir. Bilim tarihindeki başarısının mihrakını teşkil eden gezegenlerle ilgili üç kanundan ilk ikisi bu kitapta yer almıştır. Birinci kanun gezegenlerin yörünge biçimleri ile ilgili olup şöyle ifade edilir:

- (1) Bir gezegen, odaklarından birinde güneş olan bir elips çizer.

İkinci kanun gezegenlerin yörüngelerindeki hareket hızlarıyla ilgilidir.

- (2) Bir gezegeni güneşe birleştiren doğru parçası eşit sürelerde eşit alanlar kateder.

Buna göre gezegenin güneşe yakın geçtiği yerlerde hızının arttığı, uzak geçtiği yerlerde düştüğü anlaşılmaktadır.

Kepler, üçüncü kanunu aradan dokuz yıl geçtikten sonra, 1618'de bulur:

- (3) Bir gezegenin yörüngesini tamamlamak için geçirdiği sürenin karesi, onun güneşe olan ortalama uzaklığının küpü ile orantılıdır.

Başka bir deyişle, bir gezegenin periodik süresini T ile, yörüngesinin ortalama yarı çapını r ile gösterirsek, r^3/T^2 oranı bütün gezegenler için aynıdır.

«Harmonik Kanun» denilen bu kanun gezegenler arasında yörüngelerini tamamlamada geçirdikleri süre yönünden mukayeseye olanak vermektedir. Örneğin, Satürn gezegeninin yörüngesinin yarı çapı dünyamızınkinin 9,54 katıdır. İki gezegene ait yarı çapların küplerinin birbirine oranı (ki 868,3'dür), iki gezegenin periodik sürelerinin (yani yıllarının) karelerinin birbirine olan oranına eşittir. Buna göre 868,3'ün kare kökü (ki 29,5'dir) bize Satürn gezegeninin periodik süresini (bizim yılımız birim alınarak) vermektedir.

Kepler'in bu üç kanunu sayısız gözlem ve ölçmelerle kanıtlanmıştır. Gerçi bugün bu kanunların tam kesin olmadığını biliyoruz; fakat aradan geçen üç yüz yılı aşkın süreye rağmen kanunları sarsıcı tek bir olgu veya gözleme rastlandığı söylenemez.

Soru 55 Kepler kanunları niçin önemlidir?

Gezegenler astronomisine temel teşkil eden Kepler kanunlarının ilk ikisi Eflatun ve Aristo'dan kaynaklanan geleneksel düşüncenin özü ile ters düşmeleri, üçüncü kanun ise göksel nesnelere arasındaki ilişkilerin matematiksel olarak ifade edilebileceğini göstermesi bakımından önemlidir. Kepler bu kanunlara büyük çaba ve uzun süren hesaplamalar sonucunda ulaşmıştır. Fakat evreni harmonik görmek isteyen estetik eğilimli Kepler için birinci kanunu keşfetmek hepsinden daha güç olmuştur. Bu güçlüğü Russel şöyle dile getirmektedir:

«Gezegenlerin elips yörünge çizdikleri sonucuna varma biz modernlerin tasavvur edebileceğinden daha büyük bir çabayı, gelenekten kopma çabasını, gerektirmiştir. Kepler'e gelinceye dek istisnasız tüm astronomların üzerinde anlaştıkları bir şey vardysa o da göksel hareketlerin çembersel olduğu idi... Elipsin çember yerine konması, Pitagor'dan beri astronomiye hâkim olan estetik kaygının terkedilmesi demek olmuştur. Çember mükemmel bir şekildir; göksel yörüngelerin de mükemmel olması gerekir... Mükemmel cisimlerin hareketinin mükemmel biçimde olabileceği son derece açıktır. Üstelik gök cisimleri, itilip çekilme olmaksızın serbestçe hareket ettiklerinden, hareketleri «doğal»dır. Böyle olunca, elipsin değil çemberin «doğal» nitelikte olduğunu düşünmek şüphesiz daha kolaydı. Görülüyor ki, Kepler'in birinci kanununu doğru kabul etmeden önce pek çok saplantı ve önyargılardan kurtulmak gerekiyordu. Antik bilginlerden hiç biri, hatta Sisam'lı Aristarkus bile, böyle bir hipotezi akıllarından geçirmemişlerdi.» (*)

(*) B. Russel, *History of Western Philosophy*, s. 552.

Birinci kanun göksel hareketlerin çembersel olma gereğini yıktığı gibi ikinci kanun da üniform olma gereğine son vermiştir. Kepler bu iki kanunu, Tycho'nun gözlemlerine dayanarak Mars gezegeninin yörüngesini tayin etme çabasında keşfetmiş, daha sonra diğer gezegenlere genellemiştir.

Yukarda da değindiğimiz gibi Kepler'in kendisi estetik kaygılara uzak değildi. Fakat onun nesnel olgulara olan saygısı, sonunda kişisel ve duygusal beğeni ve eğilimlerine baskın çıkar. Elips hipotezini benimsemeden önce, gezegenlerin çembersel yörünge çizdiklerini göstermek için uzun ve yorucu hesaplamalarını en az onsekiz kere yenilemekten kaçınmamıştır.

Kepler'in gerçek bilim adamı olarak büyüklüğünü en başta şu iki özelliği kanıtlamaktadır:

- (1) Kaynağını antik otoritelerden alan bazı düşünce veya inançların yanlış olabileceğini görmek ve bunları ortaya koyabilecek kadar dürüst ve cesur olmak.
- (2) Son tahlilde beğeni ve eğilimlerimize uyan birtakım düşünce veya teorilere değil, fakat nesnel ve olgusal verilere bağlı kalmak, teorilerimizi olgulara tam uyacak şekilde değiştirmekten, ne pahasına olursa olsun, kaçınmamak.

Birinci özellik onun eleştirisel yargılama gücünü, ikincisi nesnel olgulara saygısını göstermektedir. İkisi birlikte üstün bir bilim kafasını niteleyen özelliklerdir.

Astronomi biliminin gelişmesini Galileo ve Newton'da izlemeye geçmeden önce, bilimin öteki kollarındaki gelişmeleri kısaca gözden geçirmeye ihtiyacı vardır.

Soru 56 Kimya ve Tıp'da durum neydi?

Rönesans, sanat, edebiyat ve felsefede yeniden doğuşun yer aldığı bir dönemdir; bilimde aynı canlılık göze çarpmaz. Gözlerin eski Yunan kaynaklarına çevrildiği bu dönemde, Hipokrat ve Galen gibi yazarların gözden büsbütün uzak tutulduğu da söylenemez şüphesiz. Arap geleneğine bağlı yorum yerini giderek orijinal kaynakları doğrudan incelemeye bıraktığından, özellikle tıp alanındaki bilgilerde de göze çarpar bir ilerleme meydana gelir. Şu kadar ki, bu ilerleme kısa sürede kendini tüketme tehlikesine uğrar; zira, orijinal inceleme ve deney yerine eski otoritelere bağlanma eğilimi yeniden kafalara hâkim olmaya başlar. Tıp'ın bu çıkmazdan kurtulması, kimya ile birlikte, gözlem ve deney metoduna dönmesiyle ancak olanak kazanır.

Arap'lar da Pitagor'cular gibi asıl elementleri maddelerde değil ilkelerde veya özelliklerde arama gereği üzerinde durmuşlardı. Onlara göre, «kükürt» denilen ve bir maddeyi yanıcı kılan ve yandığında kaybolan kısmın, «civa» denilen ve sıvı olarak damıtılabilen maddenin, «tuz» denilen herhangi katı bir tortunun özellikleri temel ilkeleri teşkil eder. Bu görüş Arap'ların diğer bilgileriyle birlikte olduğu gibi Avrupa'ya geçmiştir.

Eski gelenek ve otoritelere ilk yüz çeviren İsviçre'li hekim Theophrast von Hohenheim (1490-1541) olur. Hekimliğe başlamadan Avrupa'yı dolaşmış çeşitli memleketlerdeki mineral, araç, hastalık ve tedavi usullerini inceleyen Hohenheim sonunda Basle'de yerleşir; orada sağladığı şöhreti, halk ona eski Roma'nın büyük hekimi Celsus'a izafeten Paracelsus adını vererek simgeler.

Paracelsus günün bilim adamlarını geleneğin katı fikir ve usullerine bağlılıkları yüzünden küçümser; kendisi tıp alanında Falen ve İbn Sina'nın öğretilerini bir yana iterek gözlem ve deney yolundan doğrudan incelemelere girişir.

Bir kimyacı olarak da bazı başarılı çalışmalar yapar. Örneğin, eter ve diğer bazı kimyasal maddeleri hazırlar, tavuklar üzerinde yürüttüğü deneylerle eterin anestetik özelliklerini keşfeder, ilerde insanlığa sağlayacağı büyük yararı bilmek-sizin.

1577'de Brüksel'de doğan Van Helmont hem mistik hem de deneyci idi. Değişik maddelerin hava halinde olduğunu keşfeden Helmont bunlara ortak bir isim olmak üzere ilk de-fa «gaz» kelimesini kullanır.

Van Helmont suyun biricik element olduğuna inanıyor-du. Bunu isbatlamak için, belli ağırlıkta bir miktar kuru top-rağa bir söğüt diker ve yalnız su verir. Beş yıl geçtikten sonra söğüt 62 kg. ağırlık kazandığı halde topraktaki eksil-me sadece 60 gram kadar olur. Van Helmont bundan ağacın maddesinin sudan meydana geldiği sonucunu çıkarır. Aslın-da bu sonuç o zaman için mantık dışı da sayılmaz: yeşil bit-kilerin havadaki karbon dioksit'ten karbon aldıkları çok son-raki bir keşiftir.

İnsan vücudunun sıcaklığını ölçen termometre de bu dönemde bulunmuştur. Gene, Dubois adında bir bilim adamı tıp'a kimyayı uygulayarak sağlığın birbiriyle birleşip daha mülâyim bir madde meydana getiren değişik türde vücut sı-vılarına dayandığını söyler. Alev olgusuna dayanmayan bu ilk kimya teorisi daha sonra asitlerin, alkalilerin ve tuzla-rın genel bir incelemesine yol açar, ve bundan da kimyasal ilgi (affinity) kavramı ortaya çıkar.

Soru 57 Hayat bilimlerinde ne gibi gelişme oldu?

Modern anlamda anatomi Andreas Vesalius (1515-1564) tarafından kurulur. Galen'in öğretisinin etkisini sürdürdüğü ondan önceki dönemlerde fazla bir gelişme göze çarpmaz. Onüçüncü yüzyıla gelinceye kadar insan vücudunun teşrihi

günah sayıldığı için anatominin bilim olarak gelişmesine olanak yoktu. Vesalius, **Fabrica Humani Corporis** adlı eserinde, kendisinden önce bilinenleri tekrarlamak yerine, kendi gözlemlerini ve bu gözlemlerden çıkardığı sonuçları ortaya kor. Bunlar arasında kemikler, damarlar, iç organlar ve beyin üzerindeki incelemeleri özellikle dikkat çekicidir. Ayrıca, insanların sınıflanmasında kafatası biçiminin önemini de ilk defa onun belirttiğini görmekteyiz. Böylece, Vesalius sayesinde, onaltıncı yüzyıl sona ermeden anatomi gözleme dayalı bir bilim kimliğini kazanır.

Vesalius'un fizyolojideki çalışmasına gelince, o zaman yaygın olan bazı metafiziksel nitelikteki düşüncelerden fazla ileri gitmez. O da diğerleri gibi vücuda alınan besine karaciğerde «doğal ruh» kazandırıldığı, bunu kalbin «hayatî ruha», beynin de «hayvansal ruha» dönüştürdüğü görüşündeydi. Ona göre bu sonuncusu, «gerçek bir nesne olmaktan çok bir özelliktir», asıl ruhun işleyişi ile vücut hareketlerini, sınırlar yoluyla sağlamaya yarar. Vesalius'un beyin ile ilgili şu gözlemi bugün bile önemini yitirmiş sayılmaz: «Beynin yapısına gelince, bugüne kadar incelediğim maymun, köpek, at, kedi ve diğer bazı dört ayaklı hayvanların hemen her ayrıntıda insana tam bir benzerlik gösterdiğini saptadım.»

Kanın görevleri konusunda da Galen'in öğretileri uzun süre olumlu çalışmaları engellemiştir. Galen'e göre atar ve toplar damarlardaki kan, gel-git hareketi ile «hayatî» ve «doğal» ruhları dokulara taşıyan iki ayrı akıntıdır. Bir hekim ve din adamı olan Servetus akciğerler yoluyla olan kan dolaşımını keşfeder (Servetus resmî görüşe ters düşen fikirlerinden dolayı Calvin tarafından Cenevre'de yakılarak öldürülür). Fakat gerek akciğerlerde, gerek tüm vücutta kanın dolaşımını düzenleyen kalbin çalışma biçiminin aydınlığa kavuşması William Harvey'yi (1578-1657) beklemiştir.

Cambridge üniversitesinde öğrenim yapan Harvey, bir-

kaç yıl dış ülkelerde dolaştıktan sonra İngiltere'ye döner ve bir hekim olarak çalışmaya koyulur.

1628'de Lâtince olarak yayınladığı küçük fakat önemli bir kitapta Harvey buluşunu ortaya kor. Harvey, kalbden yarım saatlik sürede geçen kanın tüm vücuttaki kan miktarına denk olduğunu, bu nedenle kanın arterlerden damarlara geçmesi ve tekrar kalbe dönmesi gereğini belirtir. «Kendi kendime acaba «çembersel» bir dolaşımdan bahsedilemez mi, diye düşündüm. Daha sonraki çalışmalarım bu fikrin doğru olduğunu gösterdi.» Harvey'in «daha sonraki çalışmaları» canlı hayvan kalpleri üzerinde yaptığı gözlemsel incelemeleridir. Harvey kan dolaşımı problemini mekanik bir problem olarak ele almış ve öyle çözmüştür. Ne var ki, kan dolaşımı hipotezinin, «isbatlanması» mikroskobun icadını beklemiştir. 1661'de Bologna'lı Malpighi mikroskop kullanarak kurbağa akciğerinde arterlerle damarların birtakım kılcal damarlar aracılığı ile bağlı olduklarını saptar. Harvey'in 1651'de yayınlanan ikinci bir kitabı embriyoloji alanında Aristo'dan beri en büyük ilerlemeyi ortaya koyuyordu.

Rönesans ve onu hemen izleyen dönemde yaşamın kavuştuğu huzur ve güven, sanat ve edebiyatla birlikte başka bazı alanlarda da artistik duyguların canlandığını görürüz. Yer yer, bu arada Padua, Pisa ve Leyden gibi merkezlerde, kurulan botanik ve zooloji bahçeleri insanların doğaya olan ilgilerini sanat yönünden olduğu kadar bilimsel yönden de beslemeğe yaramıştır.

Soru 58 Fizikte bir gelişme oldu mu?

Onyedinci yüzyıldan önce, William Gilbert'in mıknatıs üzerindeki çalışması dışında fizikte önemli bir gelişme göze çarpmaz. Fizik'in gelişmesi her şeyden önce deney ile matematiksel düşünmenin el ele vermesine bağlı kalmıştır.

Oysa onaltıncı yüzyıla gelinceye kadar teknik beceri ile teorik bilgi ayrı ve birbirine yabancı tutulduğundan, el becerisi gerektiren deneyin bilime girmesi pek az olanak bulmuştur.

Onaltıncı yüzyılda zenaat ile kitaba bağlı öğrenim arasındaki uçurum kapanmaya yüztutar. Bir yandan loncalar giderek zayıfladığından teknik beceri ve başarıları sır olarak saklama alışkanlığı ve zorunluluğu ortadan kalkar; öte yandan bazı bilim adamlarının teknik beceri ve bilgilere artan ilgiyle el attıkları görülür. Örneğin, bir İtalyan metal ustası yazdığı bir kitapta metallerin eritilerek tasfiyesi, top ve çan dökümü, madeni para basma, barut yapımı gibi konulardaki bilgi ve tecrübelerini dile getirir. Daha sonra yazılan bazı kitaplarda da belli konularda teknik bilgilerle bilimsel buluşların birlikte yer aldığı görülür. Bunun bir örneğini, emekli bir denizci ve pusula yapıcısı olan Robert Norman adlı bir İngiliz'in 1581'de yayınlanan **The Newe Attractive** adlı kitapçığında bulmaktayız. (*) Norman'ın kaydettiği ilginç gözlemlerinden biri şu: ortasında asılı mıknatıslı bir iğnenin kuzeyi göstermekle kalmadığı, fakat aynı zamanda «dalma açısı» denilen arza dikey bir meyil yaptığı. Norman bir deneyinde demir tozlarını mıknatıslamadan önce ve mıknatısladıktan sonra tartarak mıknatısın tartılabilir olup olmadığını saptamak ister. Başka bir deneyinde mantar üzerine yerleştirdiği bir mıknatıs suda yüzdürür. Mıknatısın sadece kuzey-güney yönüne döndüğünü, fakat bu yönlerden ne birine ne ötekine hareket etmediğini görür ve bundan şu sonucu çıkarır: mıknatıs bir devindirici kuvvet değil sadece bir yönlendirme kuvvetidir.

Norman bu sonuçlara bilimin temelleri saydığı «tecrübe, akıl yürütme ve isbat»la ulaştığını söylemekle yetinir;

(*) Pusula bilindiği gibi onbirinci yüzyılda Çinliler tarafından bulunmuştur. Avrupa'ya yüz yıl sonra Arap denizcileri tarafından getirilir.

mıknatıs teorisi ile ilgili konularda kendisini çok aşan mantıkçılarla tartışmaya giremeyeceğini kaydeder.

Norman'ın kaçındığı teoriyi, teknik bilgilere ilgi duyan bilim adamı William Gilbert (1540-1603) sağlar. Gilbert **De Magnet (Mıknatıs Üzerine)** adlı ünlü eserinde mıknatıs ile ilgili kendi gözlemleriyle o zamana kadar birikmiş tüm bilgileri toplar. Mıknatıslar arasındaki kuvvetleri inceleyen Gilbert, Arzın da dev bir mıknatıs olduğunu, kutuplarının bilinen coğrafi kutuplara yaklaşık düştüğünü, ayrıca türdeş (mütecanis) bir mıknatıs taşında, mıknatıs kuvvetinin taşın kütlesiyle (ağırlığı ile değil) orantılı olduğunu ileri sürer.

Gilbert sürtünme ile kehribar (amber) taşının çekme kuvveti kazandığını göstererek, asılı bir iğne ile bu kuvveti ölçer. Bu tür gözlem sonuçlarını bir kelime altında toplamak için «amber» kelimesinin Yunanca karşılığından yararlanarak ilk defa «elektrik» kelimesini kullanır. Ona göre, mıknatıslı veya elektrikli bir madde, civarındaki maddeleri âdeta kucaklayan ve kendine çeken maddesel olmayan, âdeta ruhsal türden bir tesir neşreder. Güneşin ve gezegenlerin hareketini açıklamada da, onun bu tür yarı mistik kavramlar kullandığını görmekteyiz.

Gilbert ünlü eserini, «bilgiyi kitaplarda değil, fakat olguların incelenmesinde arayan» yeni kuşağa ve bu kuşağın oluşturduğu yeni geleneğe ithaf etmekle, skolastik geleneğe ve o geleneğe bağlı kimselere tepkisini belirtmekten de geri kalmamıştır.

Soru 59 Matematikte ne gibi gelişmeler vardı?

Rönesans sonrası dönemde matematikte yer alan gelişmeler fizikteki gelişmelerden daha önemli görünmektedir. Gerçi bu dönemin matematikçilerini «büyük» sıfatından çok «faydalı» sıfatı daha iyi niteler. Nitekim, bunların

özellikle matematiksel yöntemlerin gelişiminde elde ettikleri sonuçlar son derece değerli olmuştur.

Bunlar arasında Tartaglia (Kekeme) takma adıyla ün kazanan Niccolo Fontana (1506-1559) seçkin bir yer tutar. Çocukken bulunduğu kasaba Fransız istilâsına uğrar; olup bitenler sırasında kafatası çatlar, çene ve damağı parçalanır. Bu yüzden sakat ve kekeme kalan Tartaglia Venedik'te matematik profesörü olduktan sonra **Nova Scientia** adlı bir kitap yayınladı. Kitapta «yer çekimi» altında cisimlerin hareketi, mermi atış mesafesi gibi konuların ele alındığını görmekteyiz. Tartaglia sayılar üzerinde yazdığı başka bir eserinde $((1 + x)^n)$ ifadesinden $(1 + x)^{n+1}$ ifadesinin nasıl elde edilebileceğini göstererek binomial teoreme doğru ilk adımı atmış olur.

Tartaglia, x , x^2 ve x^3 gibi terimleri içeren üçüncü dereceden denklemler üzerinde de çalışır. Bu konuda kendisine meydan okuyan başka bir matematikçi ile yarışmaya hazırlanırken tüm küpsel denklemler için genel çözüm yolunu bulur ve yarışmayı kolayca kazanır. Ancak çok geçmeden karşısına başka bir matematikçinin, Girolamo Cardan (1501-1576)'ın çıktığı görülür. Aslında bir hekim olan Cardan ününü astroloji ve cebir alanlarındaki çalışmalarına borçludur. Cardan kör ve sağır olan okuyup yazması için ne gibi yöntemlerden yararlanılabileceği konusunda da bir kitap yazmaktan geri kalmaz.

Tartaglia'nın yarışmayı kazanması üzerine, Cardan ondan küpsel denklemleri nasıl çözdüğünü kendisine göstermesini ister. Asla kimseye açıklamayacağını vaad ederek sırrını öğrenir. Ne var ki, aradan on beş yıl geçtikten sonra, Tartaglia'dan söz etmeksizin, öğrendiği metodu cebir ile ilgili yazdığı kitabına kor. Buna son derece üzülen Tartaglia sözünü tutmayan Cardan'ı matematiksel yarışma biçiminde düelloya çağırır; fakat Cardan yarışma günü ortadan kaybolarak Tartaglia ile karşılaşmaktan kaçır.

Cardan'ın cebir üzerine yazdığı kitapta çok daha önemli bir konu göze çarpmaktadır: $\sqrt{-1}$ 'i içeren sanal sayılar. İlk bakışta gerçek dışı ve işe yaramaz gibi görünen bu tür kantitelerin yalnız matematikte değil, dalga-hareketi ve özellikle elektrik akımı konusunda gördüğü uygulama ile fizikte de büyük önem taşıdığı bilinmektedir. Giderek önemi artan sanal sayıların daha ne gibi gelişmelere yol açacağını kestirmek güçtür. Cardan bu parlak katkısı dışında şunu da gösterir: bir denklemin (*) kökü ya gerçel ya da sanal olabilir; sanal ise daima çift olarak ortaya çıkar.

Cardan'dan sonra sanal sayıları daha ayrıntılı bir biçimde gene bir İtalyan matematikçisi olan Bombelli ele alır; fakat onu izleyen iki yüz yıl boyunca Euler ve Gauss'a gelinceye kadar kimse bu konuyla ilgilenmez. Bombelli cebirsel notasyonun geliştirilmesinde de önemli katkılarda bulunursa da bu konuda asıl kalıcı çalışmayı bir Fransız hukukçusu olan Vieta (1540-1603) yapar.

Bu dönemin çok daha değerli bir başarısı John Napier (1550-1617)'e aittir: logaritmenin icadı. Zengin bir İskoç olan Napier'in asıl hayat meşgalesi din ve politika idi. Matematik sadece boş zamanlarında ilgilendiği bir «meşgale» olmaktan ileri geçmiyordu.

Arşimed'den beri bilinen

$$A^m \times A^n = A^{m+n}$$

formülü, Vieta'nın üs konusunu ele alması ile yeniden dikati üzerine çekmişti. Bu formülden logaritmenin temel kavramına geçmek bir adımlık sıçrayıştan ileri bir şey gerektirmiyordu. Ancak Napier bu sıçramayı yaparak değil, uzun ve çetin çalışmalarla sonuca ulaşabildi. Amacı trigonometrik hesaplamaları kısaltıcı bir yol bulmaktı; bildiğimiz aritme-

(*) Cardan'ın sözünü ettiği denklem şüphesiz katsayıları gerçel olan bir denklemdir.

tik işlemler onu ilgilendirmiyordu. Bu sonuncu gelişme Napier'in dostu astronomi profesörü Henry Briggs'in çalışması ile tamamlanır.

Soru 60 Bilimde metod bilinci nasıl başladı?

Onaltıncı yüzyılın sonlarına doğru bilimsel gelişmedeki hızlanma göze çarpar bir tempo kazanır. Öyle olmasına rağmen uzun süre bilimsel düşünme ve araştırma metodu üzerindeki fikirler dağınık olmaktan ileri geçmemiştir. Daha önce de belirtildiği üzere, bu dönem uygulama teknikleri ile teorik bilgilerin kaynaştığı ya da kaynaşmaya yüztüttüğü dönemdir. Bilimsel metod âdeta kendiliğinden bu kaynaşmadan doğar; bir süre bilimin belli türde bir bilgiyi olduğu kadar, doğaya belli bir yaklaşımı da içerdiği pek fark edilmez. Bilimi belli bir yaklaşım olarak anlama ve anlatma girişimine ilk kez Francis Bacon (1561-1626)'ın girdiğini görüyoruz.

Bacon bilimin önemini ve insanlığın refahı yönünden vaadettiği olanakları da ilk kavrayan düşünürdür. Yetenekli ve bir ölçüde başarılı bir hukukçu ve politikacı olmasına rağmen onun asıl ilgisi bilimi anlamak, bilgi edinmenin doğru ve etkili yolunu kesin bir biçimde belirlemektir. İnsan-oğluna, doğayı tanıma, doğa kuvvetlerini kontrol altına alma güç ve olanağını verecek genel bir metod bulmak onun çabasının başlıca amacı olmuştur. Ona göre, her türlü gözlem ve deney sonuçlarını toplama, kaydetme ve sınıflama doğanın sırlarını çözmek ve kanunlarını keşfetmek için yeter. Başka bir deyişle Bacon bilimsel metodu gözlem ve deney yolundan veri toplama ve toplanan verileri sınıflama işlemi olarak görmektedir. Fakat bu anlayış dar ve yetersizdir. Doğada olup biten olgular o kadar çok ve o kadar değişik ki, bunların tümünü gözlemeye ne olanak ne de gerek

vardır. Kaldı ki, toplanan olguların sadece sınıflanması onların açıklaması için çok kere bir ilk adım olmaktan ileri geçmez. Gözlem veya deney kadar teorik kavram teşkiline ve hipotez kurmaya da ihtiyaç vardır. Bu ise sezgi, yaratıcı muhayyile ve olgusal ilişkiler üzerinde akıl yürütme gerektirir: Bacon'ın sandığı gibi olguları sınıflama biçiminde mihanikî bir işlem bunun için yeterli değildir. Bilimsel metod gözlem ve deneye olduğu kadar, hatta belki daha fazla, spekülâtif düşünmeye yer verir. Bununla beraber Bacon'ın, ampirik bilimlerin metod ve anlamı üzerinde duran ilk düşünür olarak, önemli bir hizmet gördüğü inkâr edilemez.

Soru 61 Bacon'ın karşı çıktığı şey neydi?

Bacon'ın en başta karşı çıktığı şey bilgisizlikti. O kendi gününe kadar sürüp gelen bilgisizliği ve doğa karşısındaki acz ve zavallılığı insanoğlunun bir alın yazısı olarak kabul etmez. Bu sonuç ona göre ne insan aklının yetersizliğinden ne de doğanın anlaşılamayacak kadar karmaşıklığından ileri gelmektedir; sadece yanlış bir metoda bağlılıktan doğmaktadır. O doğru metodu bildiği iddiasındadır ve bu endüksiyondan, yani, tüm yargı ve genellemelerimizi gözlem veya deneyle elde edilen olgusal bilgilere dayamadan, başka bir şey değildir.

Bacon'ın yanlış saydığı, karşısına çıktığı yaklaşımlar nelerdir? En başta aklın birtakım peşin konmuş ilkelerden doğa bilgisine ulaşabileceği görüşü gelir. Bu yüzden teori, gözlem ve uygulama arasında tam bir kopukluk meydana gelmişti. Ona göre fizik ve astronomi gibi teorik bilimlerin spekülâtif ve yararsız kalmasının nedenini bu kopuklukta aramak gerekir. Bilimi etkin kılmamanın başlıca yolu teori ile uygulamayı, akıl ile olgusal dünyayı birleştirmektir.

Bacon'ın karşısına dikildiği ikinci bir yaklaşım, her tür-

lü bilimsel çözümün Aristo'da aranması, Aristo otoritesine duyulan mutlak saygı idi. Daha önce ayrıntılı olarak belirttiğimiz gibi (bkz. Soru 46) onüçüncü yüzyılda Avrupa'da bilimsel ilgilerin uyanması ve St. Thomas Aquinas'ın ortaya çıkması ile Aristo büyük bir ağırlıkla ön plana geçer. Onun özellikle fizik ve mantık öğretileri, hiç bir eleştiri veya şüpheye yer verilmeksizin olduğu gibi nesiller boyunca kabul edilir. Bilim adamları ilgilendikleri problemleri olgusal gözlem ve deneye giderek değil, Aristo'ya başvurarak çözmeye çalışırlardı. İmdi, bu tutum Aristo fiziği doğru olsaydı bile bilim için öldürücü olmaktan ileri geçemezdi. Kaldı ki, bu fizik hemen her yönü ile yanlıştı.

Gerçi Aristo çok sınırlı da olsa dedüktif mantığı kurmuştu. Onun özellikle biyoloji alanındaki gözlemsel çalışmalarını da inkâr edemeyiz. Ne var ki, o bir matematikçi olmaktan uzaktı; olgusal ilişkileri ifadede matematiksel yöntemlerin ne gücünü ne de gereğini biliyordu. Üstelik fizik ve astronomi alanlarındaki teorileri ya metafiziksel nitelikte idi, ya da düpedüz **a priori** yargılara dayanıyordu. Bu tür teori veya yargılardan, gene Aristo'nun tasımsal (syllogistic) mantığını kullanarak doğa üzerinde bilgi edinme çabalarını Bacon boş ve gülünç buluyordu. (*) Parlametoda veya yargı katlarında tartışırken karşınızdakini matetmek veya güç duruma düşürmek için tasımsal mantık belki işe yarayabilirdi; fakat bilimsel inceleme veya düşünmenin hiç bir aşaması için bu mantık yeterli olamazdı. Bu nedenledir ki, Bacon Aristo mantığı demek olan **Organum** (= araç)'a karşı kendi önerdiği endüktif mantığı konu alan **Novum Organum** (= yeni araç)'ı çıkarır. Ona göre

(*) «Tasımsal mantık» ikisi öncül, biri sonuç olmak üzere üç önermeden kurulan çıkarım (argüman)'larla uğraşır. Klasik örnek: Bütün insanlar ölümlüdür; Sokrates insandır; o halde Sokrates de ölümlüdür.

gerçeğe ulaşmanın iki ve yalnız iki yolu vardır. Bunlardan biri, olguları bir yana itip aradığımız doğruları dedüktif yoldan doğruluğu apaçık **a priori** ilkelerden elde etme metodudur. İkincisi, tam tersine, olguların tek tek gözleminden başlayıp önce genellemelere gitme, sonra da bu genellemelerden daha da genel ve kapsamlı olan aksiyomlara ulaşma yoludur. Bacon skolastik düşünmenin temel özelliği saydığı birinci yolu kısır ve yararsız sayarak reddeder; buna karşı doğru ve etkin saydığı ikinci yolu biricik bilimsel metod olarak önerir.

Unutmamak gerekir ki, Bacon bir bilim adamı olmaktan çok bir düşünür, bir filozoftu. Onun bilime hizmetini skolastik geleneği eleştirmesinde, daha geçerli ve doğru saydığı deneysel metodu önermesinde aramak gerekir. Bilim felsefecisi olarak iki yönden yetersiz kaldığı söylenebilir: (1) hipotez veya teorinin bilimde yer ve fonksiyonunu iyi anlayamamış olması; (2) matematiksel yöntemlerin bilime sağladığı büyük olanakları görememesi. Bu iki nokta dışında, Bacon'ın bilim anlayışı ve bilimin ileriki gelişmeleri üzerindeki sağlam sezgisi bugün bile hayranlığımızı çekecek güç ve değerdedir.

Soru 62 Dekart'ın metod anlayışı neye dayanıyordu?

Bacon'da eksikliğine değindiğimiz teori ve matematik anlayışını fazlası ile René Descartes (Dekart 1596-1650)'da bulmaktayız. Düşüncesi, doğa bilimlerinin metodu üzerinde ince tahlillere dayanan Dekart aynı zamanda büyük bir matematikçidir. Analitik geometrinin kurucusu olarak kazandığı şöhretin, modern felsefenin babası sayılması ölçüsünde büyük ve haklı olduğu söylenebilir.

Bilim, felsefe ve matematikte önemli çalışmalar ya-

pan Dekart, tüm bu alanlarda amatör olarak kalmış, herhangi bir üniversite veya öğretim kurumu ile bağlantısı olmamıştır. Doğa felsefesindeki çalışması başlıca şu iki hedefe yönelmişti: (1) mekanik biliminde gelişen ve uygulama alanı bulan matematiksel metodu açıklamak ve diğer alanlara genellemek; (2) bu metodu kullanarak doğanın işleyişinin genel bir mekanik izahını yapmak. Galileo'nun İtalya'da engizisyon mahkemesi önüne çıkarılması ile Fransa'da da serbest düşünmeye olanak kalmadığı endişesine kapılan Dekart, Hollanda'ya geçmek zorunda kalır; ünlü **Metod Üzerine Konuşma** kitabını orada yayınlar. Aslında matematik ve optik üzerine yazmayı tasarladığı bir esere önsöz olarak hazırladığı bu kitap, iki bölümden meydana gelmiştir. İlk bölüm matematik-dedüktif metodun bir tahlilini; ikinci bölüm fiziksel dünya görüşünün genişçe bir özetini vermektedir. Daha sonra **Felsefenin İlkeleri** adı altında genişletilen bu ikinci bölüm onyedinci yüzyılda bir hayli etkili olmuştur.

Skolastik düşünceye ve geleneksel önyargılara karşı çıkan Bacon'ı Dekart olumlu bulur. Ne var ki, metod üzerindeki görüşünü beğenmez. Ona göre ampirik olguları öne almakla Bacon meseleyi ters taraftan ele almıştır; oysa doğru olan dedüktif çıkarımlarımıza temel olacak genel ilkeleri saptamaktır. Bu ilkelerin doğrulukları sezgisel olarak açık, seçik ve hiç bir şüpheye yer vermeyecek biçimde kesin olmalıdır. Öyle ki, matematik veya geometride olduğu gibi, doğruluğu apaçık bu ilkelere çıkarılacak sonuçlar hem kesinlik kazansın, hem de evrenin önemli özelliklerini dile getirmiş olsun. Böylece akıl yürütmeye büyük yer ayıran Dekart doğa bilimlerini matematik modele göre kurmak ister. Onun aradığı kesinliktir; matematikte ulaşılan kesinliğe aynı yoldan gidilerek bilimlerde de ulaşılabileceğini düşünür.

Dedüksiyona büyük önem veren Dekart gibi rasyona-

list düşünürlerin gözden kaçırdıkları hususları şu üç noktada toplayabiliriz:

- (1) Bir çıkarım veya ispat biçimi olan dedüksiyonun bir bilgi üretme yolu olarak görülmesi.
- (2) Aksiyom veya postula denilen ilk önermelerin inkârı imkânsız birer mutlak doğru sanılması.
- (3) Akıl veya sezgi yoluyla ulaşılan, doğruluğu zorunlu ilkelerden olgusal dünyaya değgin sonuçların çıkarılabileceğine inanılması.

Öte yandan, Dekart'ın dedüktif yaklaşımı bilimde hipotezin önem ve yerini anlama yönünden modern anlayışa çok yakındır. Optik üzerindeki araştırmalarında bizim şimdi «hipotetik-dedüktif» dediğimiz metodu kullandığını belirtmekten geri kalmaz. **Metod Üzerine Konuşma**'da da bazı sonuçlara hipotez kurarak ulaştığını söyler. Ona göre bir hipotezin doğrulanması verdiği sonuçlara bağlıdır. Bilimsel açıklama konusunda derin bir anlayışı gösteren şu sözleri üzerinde dikkatle durulmaya değer:

Hipotezlerden çıkarılan sonuçlar deneysel verilerle kesinlik kazandığından, hipotezler onları isbat etmemekte ancak açıklamaktadır. Oysa hipotezlerin isbatı bu sonuçlara bağlıdır.

Bu anlayışın, hipotezlere sırf olguları «kurtarma» için yer verildiğinden eğlenerek şikâyetçi görünen Bacon'ın tek yanlı ve çok kere yüzeysel kalan anlayışından çok ilerde olduğu açıktır.

Soru 63 Dekart'ın metod anlayışının kapsamı ne idi?

Dekart'ın metod üzerinde söyledikleri burada bitmemektedir. Analiz, sentez ve analogi gibi noktalarda ortaya

koyduğu düşünceler de ilginçtir. Dekart hipotetik dedük-tif metodun her zaman geçerli veya hiç değilse etkili ol-madığı kanısını saklamamıştır. Örnek olarak «paralel ışın-ları bir noktada toplayacak merceğin biçimini bulma» proble-mini gösterir. Ona göre bu konuda ne gözlem ve deney, ne de matematiksel çıkarım işe yarar; yapılması gereken şey her şeyden önce problemi en basit parçalarına ayır-maktır. Bunun için inceleme, farklı ortamlarda değişik ışın-ların ilişkilerinden başlayarak genellikle ışığın davranış bil-gisine kadar sürdürülür. Analitik nitelikteki bu süreci, ol-gusal olarak test edebileceğimiz sonuca ulaşmak amacı ile ters yönde giden bir sentez süreci ile tamamlamak gere-kir.

Dekart'ın önerdiği bu analiz-sentez metodu ile Bacon'ın, yüzeysel özelliklerin var ve yokluğuna bakarak olguları gruplamasını bir tutmak son derece yanlış olur. Dekart «analiz» derken olguların yüzeyinde kalmayıp kökenine in-meyi, gerçeği görünmeyen ilişkilerde yakalamayı kastedi-yordu. Üstelik bu işlem yanılma-denemenin ötesinde planlı ve sistemli bir araştırma içeriyordu. Kant'ın daha sonraki deyişi ile «soruları ile doğayı cevap vermeğe zorlayan» bir araştırma yöntemiydi bu. Metod konusunda son derece ih-tiyatlı konuşan Newton bile **Optik** adlı kitabının sonunda «analiz-sentez» yönteminden sitayişle bahseder. Ona göre bilimsel araştırmanın güvenle kullanabileceği metodun ö-zünü Dekart, «analiz-sentez» yöntemiyle ortaya koymuş-tur.

Dekart'ın metod öğretisinin aynı derecede etkili, fakat belki de daha rasyonel başka bir yanı da analoji ile ilgilidir. Analiz karmaşık bir problemi basit öğelerine indirgeyerek anlamayı kolaylaştırma aracıdır. Ne var ki, bize apaçık gö-rünen bu basit elemanlar hakkındaki bilgilerimiz her zaman güçlüklerden sıyrılmış değildir. Dekart bu güçlüğü görmüş-tür: örneğin ışığın davranış niteliklerini düpedüz analiz yo-

luyla saptayamıyorsa bize, benzer doğa kuvvetlerine başvurarak problemi analogi yoluyla anlayabileceğimizi öğütler. Bu öğütte bilimlerin gelişmesiyle giderek önem kazanan «model» kullanma uygulamasının ilk örneğini bulmaya olanak var mıdır?

Tüm bu görüşlerdeki isabete rağmen, Dekart'da asıl olan matematiksel düşünmenin sağladığı kesinlik endişesidir. Onun analiz yöntemi bile matematiksel analizin bir uzantısı veya türü olmaktan ileri geçmez. Bir durum veya problem en basit öğelerine indirgendiğinde, bu öğelerin arasındaki ilişkilerin zorunluluğunun açık, seçik ve kesinlikle görülebileceğine inanıyordu. Onun aradığı hipotezlerini sadece sonuçlarına giderek doğrulamak değil, fakat onları birtakım daha temel ve «ilkel doğrulara» giderek isbatlamaktı.

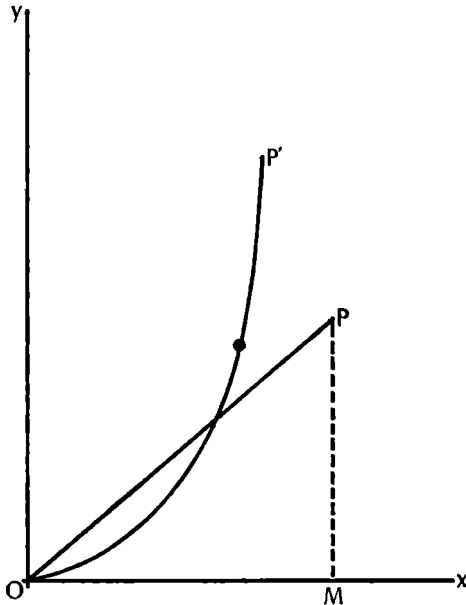
Dekart bu aradığını dinamikte bulduğuna kani idi. Newton'dan 40 yıl önce formüle ettiği hareketin birinci kanununu buna bir örnek olarak gösteriyordu. Dekart bu kanunu doğruluğunu apaçık kabul ettiği şu ilkedен çıkarmıştı: hareket de herhangi bir özellik gibi ait olduğu cismin bir hali olduğuna göre, bu halin değişikliğe uğraması için bir dış etken veya kuvvetin tesirine ihtiyaç vardır; aksi halde, cisim uniform hareket halini sürdürür.

Şüphesiz Dekart aldanıyordu. Doğruluğu apaçık bir ilkedен çıkardığını sandığı kanunun öncülleri arasına farkında olmaksızın olgusal içerikli varsayımlar soktuğunu, bu arada evrensel nedensellik ilkesini üstü örtük kabul ettiğini bilmiyordu. Bununla beraber onun haklı olduğu noktayı da gözden kaçırmamak gerekir: bir hipotez veya kanun olguları açıklayıcı bir ilke olduğu kadar, ait olduğu bilimin en temel kavram ve ilkeleriyle de çok sıkı bir ilişki içindedir. Açıkladığı olgular onu doğrulamakta, ilişki içinde olduğu temel kavram ve ilkeler ise ona geçerlik kazandırmaktadır.

Soru 64 Dekart'ın bilime katkısı ne olmuştur

Dekart'ın matematik ve bir ölçüde de optik dışında bilime katkısı parlak değildir. Fizik ve kozmolojiye ilişkin fikirlerinin çoğu, yaşadığı yüzyılda bir hayli etkili olmakla beraber, yanlıştır.

Daha gençliğinde üstün matematik yeteneklerini ortaya koyan Dekart, mistik nitelikte bir tecrübe geçirir: karşısında beliren bir ruh veya melek ona doğanın tüm sırlarının anahtarının matematikte olduğunu söyler. Bunun üzerine çalışmaya koyulan Dekart çok geçmeden cebirsel yöntemleri geometriye uygulayarak analitik veya koordinat geometriyi kurar. Şöyle ki, (bkz. şekil: 5) O noktasında OX ve OY doğruları birbiriyle dik açı yapacak şekilde çizilir.



ŞEKİL 5

(Kaynak: Dampier, *A Shorter History of Science*, s. 59.)

P gibi bir noktanın pozisyonu, X'in üzerinde OM mesafesi, Y üzerinde PM mesafesi gösterilerek tayin edilir. Şayet X'in artması ile Y de düzgünce artarsa bu ilişki OP doğru-su olarak belirir. Şayet Y, bir sabitle çarpılmış X^2 'ye eşitse, ortaya çıkan OP' eğrisi bir paraboladır. Bu tür denklemler cebirsel olarak işlem görebilir ve elde edilen sonuçlar, birçok fizik problemlerin çözümü için geometrik yünden yorumlanabilir.

Dekart'ın geometriye getirdiği bu yeniliğin, Öklid'den beri bu alanda meydana gelen en büyük gelişme olduğu söylenebilir.

Uzay ilişkilerinin analitik olarak, sayısal ilişkilerin de geometrik olarak temsil edilebileceğini gösteren bu çalışma Dekart'a tüm fiziğin uzay ilişkilerine indirgenebileceği fikrini verir. Nitekim o da bunu gerçekleştirmeye çalışır; hatta daha ileri giderek yıldızları, gezegenleri, canlı ve cansız varlıkları ile tüm evreni matematiksel olarak açıklamayı tasarlar. Buna paralel olarak bütün bilimlerin birleştiğini ve her şeyin tek bir metotla, matematikle, incelenmesi gerektiğini savunur. Bu cephesiyle Dekart'ın geniş ölçüde Aristo'yu andırdığı söylenebilir. Gerçekten, Aristo sisteminin yıkılışı ile ortaya çıkan boşluğu Dekart daha bilimsel görünen yeni bir sistemle doldurur gibidir. Onun Kıta Avrupa'sında bir süre moda haline gelmesi belki de bu boşluğu doldurma çabasından ileri gelmiştir.

Bu sistem şüphesiz ortaçağların teolojik sistemleri gibi rahat ve kolay anlaşılır türden değildi. Duygusal olmaktan çok rasyoneldi. Evrendeki varlıklar ruh ve madde olarak ikiye ayrılmıştı. İnsan ruhu düşünen bir nesneydi; onun dışındaki her şey madde ve hareketten ibaretti. Bunların üstünde yer alan Tanrı da tüm olup bitenlerin matematiksel kurallara uygunluğunu sağlayan yüce güçtü.

Dekart'a göre maddî nesnelere temel niteliği uzam veya yer kaplama diyebileceğimiz özelliktir. Bunun dışın-

daki özellikler gözlemcilerin nesnelere yüklediği niteliklerdir. Böylece Aristo gibi o da boşluğa olanak tanımaz. Uzayda maddeyle dolu olmayan yerlerin «esir» denilen daha ince bir madde ile doldurulmuş olması gerekir. Katılık, ağırlık, renk ve duyular üzerindeki diğer tesirler, maddenin çeşitli biçim, büyüklük ve hareket parçacıklarına ayrılmış olmasıyla izah edilmiştir. Her türlü değişiklik sadece yersel hareketten ibarettir. Hareket gerçek olup, geçişi sadece bir cisimden bir başka cisme olabilir. Bu düşünce Dekart'ı meşhur girdap teorisine ulaştırır. Buna göre, dünyada temas halinde olan tüm cisimler biri ötekinin yerini alarak ve girdap yaratarak hareket eder. Gök cisimlerinin dolaşımını da bu girdaplar aracılığı ile olur. Dekart doğrudan tesir olmaksızın hiç bir harekete olanak görmez. Uzaktan tesir fikrini kabul ettiği ve fiziksel nedenleri görmezlikten geldiği için Galileo'yu eleştirir. Yer çekiminin de girdaplarla açıklanabileceğini savunur. Dekart bu girdapların zorunlu özelliklerini de belirtmeyi ihmal etmez. Ne var ki, aradan 40 yıl geçmeden bu özelliklerin gözlemlere uymadığını Newton matematiksel olarak gösterir. Girdap teorisi geçerliğini sürdürmez, fakat onun yerini alan Newton'ın yer çekimi teorisinin de tam bir açıklamaya dayandığı söylenemez.

Soru 65 Galileo kimdir?

Modern bilimin başlamasında ve son üç yüz yıllık sürekli ve atılgımlı gelişmesinde pek çok bilim adamının katkısı vardır. Fakat bunlar içinde Galileo'nun katkısı özel bir yer tutar. Galileo yalnız astronomiye yeni bir güç ve olanak getirmekle kalmadı, Aristo fiziğinden modern fizik bilimine geçişi sağlamakla Newton'da tamamlanan onyedinci yüzyıl bilimsel devrimini başlattı. O aynı zamanda Bacon ve Dekart'ın temsil ettikleri endüktif ve dedüktif görüşleri bir-

leřtirerek modern anlamda hipotetik-dedüktif metodun oluřumunu gerçekleřtirir. Bacon ve Dekart'da olduėu gibi Galileo'da da metod ilgisi «kesin ve evrensel sonuçlara ulařma» endiřesinden doėmuřtur. Skolastik dűřünceye karřı çıkma ve bilime daha saėlam bir temel bulma uünün paylařtıkları bir özelliktir. Bacon kesinliėi duyuřal verilerde, Dekart aklın iřıėında aramıřtı; Galileo'nun deney ve matematiksel dűřünmeyi birleřtirerek metod anlayıřında modern senteze ulařtıėını gűrűyoruz.

Galileo Galilei (1564 1642) Pisa'da doėdu. Fakir bir asilzade olan babasının tek uėrařı műzik ve matematikti. Vallombrosa manastırında ۆrenim yapan Galileo'nun skolastik veya Aristocu gelenek içinde yetiřtiėi sűylenebilir. Aldıėı dersler arasında Yunanca, Latince ve Mantık ۆnemli yer tutuyordu. Bilimle ilgili derslerden ise hořlanmadıėı anlařılıyor. ۆretmenlerinin onu tarikata girmeye teřvik etmesi űzerine babası bunu ۆnlemek için Galileo'yu Pisa űniversitesinde tıp ۆrenimine bařlatır. Bir rastlantı olarak geometri űzerine dinlediėi bir konferans, matematiėin tıp'dan çok daha ilginç olduėuna onu inandırmaya yetti. Tıp derslerini bir yana itip matematik derslerini kapı aralıklarından izlemeye bařladı. Bunu gűren yetkililer tıp'dan matematiėe geçmesine izin verirler. Ne var ki, Galileo parasızlık nedeniyle bir sűre sonra ۆrenimini bırakmak zorunda kalır. Hayatını Floransa'da ders vererek kazanmaya bařlayan Galileo çok geçmeden bilimsel űn kazanır, daha 25 yařında iken eski űniversitesi Pisa'ya matematik okutmanı olarak çaėrılır.

Galileo dűřüncelerinde baėımsız, sűzűnű esirgemenen, műstehzi bir insandı; bu yűzden çok geçmeden çevresinde sevilmeyen, istenmeyen biri olur. İki yıl sonra Pisa'yı bırakıp Padua űniversitesine matematik profesűrű olarak geçer.

Tüm yaşamı boyunca bilime kendini adayan ve doğru bildiğini açıklamaktan çekinmeyen Galileo'nun kilise ile ergeç başının derde gireceği kaçınılmazdı. Kopernik teorisini teleskopla isbatladığı iddiası yetkililerin sabrını taşırmişti. 1616'da engizisyon mahkemesi kapalı bir oturumunda onu mahkûm etmişti. Fakat o başeğmek şöyle dursun, isyan-kâr davranışında daha da ileri gidiyordu. 1633'de tekrar fakat bu kez açıktan mahkeme önüne çıkarıldı. Yetmiş yaşında dayanma gücünü kendinde göremeyen Galileo, dünyanın döndüğü iddiasını bir daha ağızına almayacağını bildirerek tövbe eder. Rivayete göre Galileo kendisinden istenen bu vaadi yaparken, bir yandan da «Ama gene de dünya dönüyor» diye mırıldanmaktan geri kalmaz. Galileo geriye kalan yıllarını kilisenin göz hapsinde yalnızlık içinde ve kör olarak evinde geçirir.

Soru 66 Galileo'nun fiziğe katkıları ne olmuştur?

Kepler gezegenlerin güneş etrafında çembersel değil, elips biçiminde yörüngeler çizdiklerini, uniform değil değişen hızlarla hareket ettiklerini kanıtlamakla Aristo'cu geleneğin iki önemli ön yargısını yıkmıştı. Bu geleneğin sağduyuya da uygun gelen bir ilkesi de cisimlerin hareketi ile ilgiliydi. Aristo pek haklı olarak hareket halindeki bir cisim itilmezse (veya çekilmezse) ergeç durur demişti. Bu hepimizin günlük gözlemleriyle de doğruladığı bir gerçek. Ne var ki, görünüşte kalan bu gerçek bilimin gelişmesini uzun süre engellemekten geri kalmamıştır. Birçok hallerde sağduyu ile bilimin çatışması da buradan gelmektedir. Sağduyu görünüşle yetinirken, bilimin görünüşün ötesinde birtakım nesne veya ilişkilere gittiğini görüyoruz. Heraklit'in çok önceleri söylediği gibi, evrenin işleyişine esas olan ölçüler gizlidir; bilimsel araştırmanın amacı bunları gün

ışığına çıkarmaktır. Kaldı ki, bilim tarihindeki pek çok örneklerden gördüğümüz gibi görünüşteki olup bitenlerin izahı için de bu geride yatan ilişkilerin ortaya çıkarılmasına ihtiyaç vardır.

Aristo'nun cisimlerin hareketi ile ilgili görüşü, görünüş çerçevesinde doğru, fakat temelde sakattı Hareket halinde bir cismin durması itilmemesinden değil, hareketten alıkoyucu birtakım nedenlerin varlığından ileri geliyordu. Bu engeller ortadan kaldırıldığında cismin hareketini sürdürmesi beklenir. Ne var ki gerçek dünyada bir hareketin tam serbest kalması olanaksızdır. Sadece engelleyici kuvvetler azaltılabilir veya hafifletilebilir. Nitekim pürüzsüz yüzeylerde hareketin daha uzun sürdüğünü hepimiz biliyoruz. Tüm engellerin giderildiği ideal bir durumda hareket halindeki cisimler hareketlerini sonsuza kadar sürdürürler. Fiziğin bu evrensel ilkesini ilk formüle eden Galileo yalnız Aristo dinamiğini yıkmakla kalmaz, fakat aynı zamanda bilimin görünüşle bağlı kalamıyacağını da gösterir. Yeni ilke geleneksel öğretilerden şu iki yönde ayrılıyordu: (1) hareketsizlik gibi hareketin de cisimlerin doğal bir özelliği olduğu; (2) çembersel hareketin değil, fakat kelimenin özel anlamında «doğrusal» hareketin doğal sayılması gerektiği. Buna göre, hareket halindeki bir cisim için doğal olan hareketini düz bir çizgi üzerinde aynı hızla sürdürmektir.

Galileo, cisimlerin düşme olayını da aynı yaklaşımla ele alır. Hemen herkes bilir ki, atmosferde serbest bırakılan aynı büyüklükte iki cisimden daha yoğun olanı yere daha erken ulaşır. Burada da gördüğümüz, gözlenen sonucun, düşmenin yer aldığı ortamın etkisinden dolayı görünüşte kalan bir olgu olmasıdır. İdeal bir durumda, (yani düşmeyi engelleyen hiç bir atmosferik etkenin olmadığı tam bir boşlukta,) yoğunlukları ne olursa olsun tüm cisimler aynı düşme mesafesini aynı sürede tamamlarlar. Gözlemler düşme-

nin sabit bir hızla değil, saniyede 32 kadem (takriben 10 metre) artan bir hızla meydana geldiğini göstermiştir. Burada hareketin üniform değil, ivmeli olması boşlukta dahi bir etkinin araya girdiği ve doğal hareketi değiştirdiği düşüncesine yol açmıştır. Bu ise, yer çekimi kuvvetinden başka bir şey değildir.

Galileo böylece fiziğin iki önemli kanununu keşfetmiş olur. Bunlardan ilki «eylemsizlik ilkesi» diye bilinir ve şöyle ifade edilir: Her cisim bir dış kuvvetin etkisi olmadıkça hareket halindeyse hareketini aynı hızla düz bir çizgi üzerinde, duruyorsa hareketsizliğini sürdürür.

Daha sonra da göreceğimiz gibi bu kanun Newton mekaniğinde hareketin birinci kanunu olarak tanımlanır.

Galileo'nun keşfettiği ikinci kanun «Cisimlerin Serbest Düşme Kanunu» diye bilinir ve şöyle ifade edilir:

Serbest düşen bir cismin düştüğü mesafe, düşme süresinin karesiyle doğru orantılı olarak değişir. (*)

Matematiksel olarak:

$$s = 1/2 gt^2$$

(Denklemden s düşme mesafesini, t düşme süresini, g sabit bir değer olup yerçekimi ivmesini simgelemektedir.)

Galileo, kendisinden sonra gelen tüm bilim adamları gibi, maddenin «esas» dediği özellikleri (kütle, biçim ve hareket) ile ilgileniyordu. «Tali» dediği renk, tad, koku ve

(*) Rivayete göre Galileo eğik Pisa Kulesinden farklı ağırlıkta cisimler atarak civardan geçen Aristo'cu profesörlere düşme hızının ağırlığa bağlı olmadığını deneysel olarak «isbatlamak» istemiş. Ancak bunun tarihi gerçekliği üzerinde ciddi şüpheler vardır. Galileo böyle bir deneye başvurduğuna hiçbir eserinde değinmemiştir.

ses gibi özellikler ölçülemediğinden onu ilgilendirmiyordu.

Soru 67 Galileo'nun astronomiye katkıları ne olmuştur?

Galileo'nun fizikteki buluşları teorik bilgi yönünden olduğu kadar, uygulama yönünden de etkisini göstermekte gecikmez. Galileo'nun koruyucusu Tuscany Dükü savaş tekniğinde ilerleme istemektedir. Galileo, atılan bir merminin izleyeceği yolu saptamaya çalışırken, bulduğu iki kanundan yararlanma yoluna gitmekle teorik bilginin uygulama değerine çok canlı bir örnek verir.

Atılan bir merminin izlediği yolu incelediğimizde bunun aslında iki ayrı hareketin bir bileşimi olduğunu görürüz. Bu hareketlerden biri doğrusal ve üniform niteliktedir, diğeri dikey bir düşmeden ibarettir. Birincisi eylemsizlik ilkesine, ikincisi cisimlerin serbest düşme kanununa bağlıdır. İkisinin birleşimi olan hareket ise parabol biçiminde bir yol izler. Burada toplamın paralelkenar kanununa uyan yönlendirilmiş büyüklüklerin kompozisyonuna bir örnek görmekteyiz. Hız, ivme ve kuvvet gibi kantiteler için de aynı kanun geçerlidir.

Galileo'nun astronomi alanındaki katkılarına gelince, bunlar ilk bakışta çok daha somut ve çarpıcıdır. Bacon, Tycho ve Kepler'in tersine, Galileo daha baştan Kopernik'in heliosentrik teorisini benimser ve teoriyi doğrulamak için yoğun bir araştırma içine girer.

1609'da bir Hollandalı gözlükçünün uzak objeleri büyüten bir mercek icat ettiğini öğrenince, hemen çalışmaya koyulur; ışığın yansıma ve kırılma olguları üzerindeki bilgilerinden yararlanarak ilk teleskop'u yapar. Aristo astronomisini temelinden çökerten buluşlar birbirini kovalamaya

başlar. Ayın yüzeyinin, öteden beri sanıldığı gibi kusursuz ve pürüzsüz değil, kayalıklı dağ ve vadilerle kaplı olduğu görülür. Samanyolunun sayısız yıldız kümelerinden başka bir şey olmadığı ortaya çıkar.

Geleneksel öğretinin, gök cisimlerinin yediden fazla olamayacağı iddiası, Jüpiter gezegeninin etrafında Kepler kanunlarına göre dolanan dört uydusunun saptanması ile bir anda geçerliğini yitirir. Galileo'nun teleskopu, Kopernik'in Venüs gezegeninin ay gibi değişik görünüşler göstereceği ile ilgili iddiasını da doğrular.

Bütün bu buluşlar, yüzyılların pekiştirdiği birtakım ön yargılara düpedüz ters düşüyordu. Padua Üniversitesindeki Aristocu profesörler teleskopu şeytanî bir alet sayarak onunla göklere bakmayı reddediyorlardı. Galileo'nun Pisa'daki eski meslekdaşları da onun gözlemlerinin neden doğru olamayacağını mantıksal yollardan giderek göstermeğe çalışıyorlardı. Öyle görünüyordu ki, skolastik düşünceye sıkı sıkıya bağlı kafaları dogmatik uykularından uyandırmak kolay olmayacaktı. Üstelik Galileo'nun iki kere engizisyon mahkemesi önüne çıkarılması da gösterir ki, bu kafaları fazla rahatsız etmeğe de gelmez.

Kopernik ve Kepler gezegenlere ait hareketlerin matematiksel olarak ifade edilebileceğini göstermişlerdi. Galileo daha ileri gider, arz üzerindeki cisimlerin yersel hareketlerinde de matematiksel ilişkilerin saptanabileceğini gösterir. Pisa'daki katedralde tavandan asılı bronz lambaların hareketini seyrederken, ister büyük ister küçük olsun tüm salınmaların aynı zamanı aldığını görür. Bu gözlemi onu matematiksel bir ilişkiye dayanan (sarkaç pandül) kanununu formüle etmeğe götürür. Cisimlerin serbest düşme olgusunda da onun hız, mesafe, ağırlık ve zaman gibi değişkenler arasında matematiksel ilişkiler kurmaya çalıştığını görüyoruz. Önce, hızın düşme mesafesiyle orantılı olduğu hipotezi üzerinde durur. Fakat bu doğrulanmayınca, hı-

zın düşme süresi ile orantılı olduğu hipotezini ele alır; eğik düzlemler üzerinde bilye kaydırma deneyleriyle hipotezini doğrulama yoluna giderek kanunu formüle eder.

Galileo'nun eğik düzlemler üzerindeki deneyleri onu sonunda «eylemsizlik kanunu» denilen ilkeyi düşünmeğe de götürür: Eğik bir düzlem üzerinde düşen bir bilyenin, aynı derecede eğik karşıt bir düzlem üzerinde düşme mesafesi kadar bir yüksekliğe çıktığını gören Galileo, hareketi durduran şeyin sürtünme olduğunu sezer.

Galileo da Kepler gibi tüm evrenin matematiksel ilişkiler üzerinde kurulduğu inancındaydı. Ancak onun inancı mistik değil, rasyonel bir temele dayanıyordu. O, «doğa matematik dille konuşur,» derken ne Aristo geleneğinde olduğu gibi doğayı insan imajı ile düşündüğünü, ne de Pita-gorcu gelenekte olduğu gibi sayılara mistik veya tanrısal özellik verdiğini ifade ediyordu. Düpedüz insanın dışında ve onun istek ve eğilimlerinden bağımsız olgusal dünyanın matematiksel yöntemlerle ancak anlaşılabileceğini anlatmak istiyordu.

Soru 68 Bilim adamı olarak Newton'ın özelliği neydi?

Galileo'nun öldüğü yıl dünyaya gelen Isaac Newton (1642 1727), genellikle tarihin en büyük bilim adamı sayılır. Onun fizik, astronomi ve matematikteki keşiflerinin her biri tek başına göz kamaştırıcı parlaklıktadır. Başarılarının tümü gözönüne alındığında ortaya erişilmez bir yücelik çıkmaktadır. Onaltıncı yüzyılda başlayan modern bilim Newton'la mükemmeliyete erişir. Ondan önce elde edilen sonuçlar önemli olmakla beraber çok kere dağınık ve birbirinden kopuk kalmıştı. İlk kez Newton'da bütün bu sonuç-

ları kapsayan teorik düzeyde bir sistemin ortaya çıktığını görüyoruz.

Küçük bir çiftlik evinde «prematür» doğan Newton küçüklüğünde parlak bir öğrenci değildi. 1661'de Cambridge üniversitesine girer, öğrenimini üç yıl içinde tamamlar. Isaac Barrow adında seçkin bir matematik profesöründen ders alması onun için gerçek bir talih olmuştur. Öğrencisinin büyük yeteneklerini tanımakta gecikmeyen Barrow, daha sonra kürsüsünü ona bırakmak için 1668'de istifa yoluna gider. Newton'un yaratıcı dönemi bu atamadan önceye rastlar. Veba salgınından dolayı üniversite 1665 ve 1667 yılları arasında iki yıl kapalı kalır. Newton doğduğu çiftlik evine döner ve burada geçirdiği iki yıl içinde matematik, optik ve gök mekaniği alanlarındaki büyük keşiflerinin temellerini atar. O bu kısa dönemde şimdi «differansiyel hesap» denen «fluxions» metodunu bulur; beyaz ışığın bileşik niteliğini ortaya çıkarır; en önemlisi evrensel yer çekimi hipotezine ulaşır. Voltaire'in, Newton'un yeğeninden duyduğunu söylediği meşhur düşen elma hikâyesi da çiftlikte geçen bu döneme aittir.

Ne yazık ki, bu eşsiz keşifler gün ışığına ancak yirmi yıl sonra çıkma olanağı bulacaktır. Newton içine kapalı, gösteriştten hoşlanmayan, polemikten kaçan bir kişiydi. Pek çok bilim adamlarının tersine onda keşiflerini yayınlama arzusu yoktu. Yakın arkadaşı Halley olmasaydı, **Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri** adlı ünlü eseri belki de hiç bir zaman yazılmayacaktı. O derece ki, bazı buluşlarından, bu arada optikteki çalışmalarından hocası Barrow bile uzun süre habersiz kalmıştı.

Newton ilk kez 1671'de kendi icat ettiği bir yansıtıcı teleskobu Kraliyet Akademisi (The Royal Society)'ne sunmakla kamu önüne çıkar. Teleskobun büyük ilgi toplaması üzerine Newton Kraliyet Akademisine üye seçilir. Akademiye ilk sunduğu bilimsel tebliği, onun «şimdiye kadar

doğanın işleyişi ile ilgili yapılmış en garip felsefi keşif» diye nitelediği ve altı yıl önceki bir çalışmasının sonucu olduğu halde o zamana kadar açıklamadığı bir buluşu ile ilgiliydi. Pekiyi Newton'un âdeta ihmal ettiği bu buluş ne idi? Bu buluş, bildiğimiz gün ışığının bize beyaz görünmesine rağmen aslında pek çok rengin bir karışım veya bileşiminden meydana geldiğinin isbatıydı ki, pek çok bilim adamı için erişilmesi güç bir şöhret için yeterliydi. Sonuç beklenenin üstünde deneysel kesinlik ve açıklıkta olmasına rağmen Newton hiç hoşlanmadığı eleştirilerden kurtulamadı. Geleneksel öğretiye göre beyaz ışık homojen olup renkler cisimlerin bu ışık üzerindeki etkisinden doğuyordu. Kimsenin henüz duymadığı bir gencin çıkıp geleneğin ağırlığını taşıyan öğretiyi tersine çevirmesi nasıl düşünülebilirdi? Eleştirilerin bir kısmı zayıf nedenlere dayanıyordu; bunlara cevap vermek kolaydı. Ne var ki, Newton'un buluşu ile ışık üzerindeki teorileri sarsılan iki bilim adamı (Hollandalı fizik bilgini Christian Huygens ile İngiliz bilgini Robert Hooke)'nın eleştirileri Newton'ın canını sıkacak kadar ciddî idi. Bunlar Newton'ın ortaya koyduğu söz götürmez deney sonuçlarını görmezlikten gelerek kendi görüşlerinde direniyor, özellikle Newton'ın ışık üzerinde bir teori geliştirmemiş olmasını bağışlanmaz bir kusur olarak gösteriyorlardı. Newton istemiyerek de olsa bu eleştirinin etkisiyle ışığın değişik büyüklüklerdeki parçacıklardan oluşan bir akıntı olduğu teorisini ileri sürer.

Bu tür tartışmalardan hoşlanmayan Newton küskünlük havası içinde büsbütün içine kapanır. Ne buluşlarını yayınlama hatta ne de gençliğinde tutku ile bağılandığı bilimsel çalışmaları sürdürme isteği kalmaz içinde. Örneğin **Opticks** adlı son derece önemli eserini, ancak kendisine karşı çıkan Hook'ın ölümü üzerine, 1704'de, yayınlama yoluna gider.

Soru 69 Newton gök mekaniğini nasıl kurdu?

Newton optik üzerindeki çalışmaları ile onyedinci yüzyıl biliminin gelişimini doğrudan etkileyen önemli katkılar getirmekle kalmaz, bilimin ne tür araştırma ile ilerleyebileceği konusunda da mükemmel örnekler verir. Onun elinde bilim ne sadece bir olgu toplama ve sınıflama süreci olarak, ne de sadece **a priori** konmuş ilkelerden mantıksal sonuçlar çıkarma işlemi olarak görünür. Onda bilim, kantitatif olarak ifade edilen gözlem ve deney sonuçlarını, bir ana kavrama bağlayan ve o yoldan açıklayan hipotetik-dedüktif bir girişimdir. Galileo'da olduğu gibi, Newton'da da, asıl amaç doğanın deneye konu işleyişini matematiksel bir teori ile betimleme ve açıklamaktır. Galileo bazı münferit olgu türlerinin anlaşılmasında bu metodu başarıyla uygular; fakat kapsamlı bir teoriye ulaşamaz. İlk kez Newton görünüşte aralarında hiç bir ilişki olmayan pek çok olgu türlerini (örneğin, elmanın yere düşmesi ile ayın dünya etrafında dönmesi gibi) bir kavram çerçevesinde toplam ve açıklama olanağı sağlayan geniş kapsamlı teori düzeyine çıkabilmiştir.

Newton'ın optik ile ilgili çalışmaları teoriden çok deneyin ağırlık taşıdığı örneklerdir. Şimdi kısaca değineceğimiz gök mekaniği ile ilgili çalışmaları ise teorinin büyük ağırlık kazandığı örnekler vermiştir.

Kepler üç kanunu ile güneş sisteminin işleyişini özetlemişti: gezegenlerin güneş etrafında elips biçimindeki yörüngelerde dolaştığı, gezegeni güneşe bağlayan doğru parçasının eşit sürelerde eşit alanlar katederek ilerlediği; ve tüm gezegenlerde dolaşma periyod'un karesinin, güneşe olan ortalama uzaklığın küpüyle orantılı olduğu. Bu genellemeler güvenilir gözlem ve ölçme sonuçlarına dayanıyordu. Ancak onları izah eden, başka bir deyişle «niçin başka türlü değildir de böyledir?» sorusuna cevap veren teori-

yi Kepler'de bulamamaktayız. Böyle açıklayıcı, gözlem sonuçlarını ve o sonuçlara dayalı genellemeleri **beklenir** kılıcı bir teori için Newton'ı beklememiz gerekmiştir.

Gerçi Newton'a gelinceye kadar birtakım fikirlerin ortaya atılmış olduğunu görüyoruz. Örneğin, daha 1645'te bir Fransız astronomu olan Ismael Boullian, iki cisim arasında onları birleştiren çizgi boyunca bir çekme kuvvetinin varlığından söz etmiş, hatta bu kuvvetin 'aradaki mesafenin karesiyle ters orantılı olduğunu belirtmiştir. 1666'da başka bir bilim adamı, Giovanni Borelli, bir uydunun merkez-kaç kuvvetini (ki o bunu araba tekerleğinin saçtığı çamurları örnek göstererek aydınlatmaya çalışır) uyduyu gezegene doğru çektiği sanılan kuvvetle eşit tutar. Fakat bu tür fikirler dağınık kalmaktan kurtulamamış, soruna matematiksel çözümü getirmekten çok uzak kalmıştır.

Newton'ın soruna eğilmesi, daha önce de belirttiğimiz üzere, veba salgını dolayısı ile çiftlikte geçirdiği 1665 - 1666 yıllarına rastlar. Newton, yere düşen cisimlerle gökte dolaşan gezegen ve uyduların hareketlerinin aynı ilkeye bağlı olduğu hipotezine burada ulaşır. Düşen cisimlerin kanununu bulan Galileo bile bu tür bir ilişkiyi sezmekten uzak kalmıştı. Newton bu kadarla da kalmaz: mesafenin karesiyle ters orantılı olarak değişen bir çekim kuvvetinin, Kepler'in üçüncü kanununu açıklayıp açıklayamayacağını görmek için uzun ve karmaşık hesaplara girer. Sonunda böyle bir çekim kuvvetinin yalnız üçüncü kanunu değil, onunla birlikte başka sonuçları de açıkladığını görür.

Ne var ki, o genç yaşında ulaştığı bu büyük sonucu ya bazı noktalardaki tereddütlerinden, ya kendisini o sıra daha fazla ilgilendiren optik çalışmalarından başını alamadığı için, ya düpedüz muhtemel eleştirilerden çekindiği için ya yınlama veya başka biçimde açıklama yoluna gitmez.

Soru 70 «Principia» nasıl yazıldı?

1673'de Hollanda bilim adamı Christian Huygens, sarıcaçlı saatlar üzerindeki ünlü kitabından Newton'a bir nüsha gönderir. Huygens bu kitabında merkez-kaç kanununu da geliştirmişti. Newton'ın bu kanunun kendisinin altı yıl önce ulaştığı sonuçtan matematiksel olarak çıkarılabilir olduğunu hemen gördüğü o sırada yazdığı bir muhtıradan anlaşıl-maktadır. Fakat aradan bir altı yıl daha geçtiği halde Newton herhangi bir açıklamada bulunmaz. Nihayet 1679'da, gene Robert Hook'la tutuştuğu bir tartışma üzerine, yendi- den çalışmaya koyulur; çok geçmeden, Kepler'in ilk iki kanununun da yer çekimi hipotezinden çıkarılabilir olduğunu isbatlar. Fakat hâlâ yazmaktan kaçınır. Bir süre daha bu konuyu bir yana iterek kendisine daha önemli görünen teolojik sorunlara daldığı görülür.

Bu arada büyük astronom Halley de «mesafenin karesi ile ters orantılı» hipotezinin Kepler'in üçüncü kanununu izah ettiğini anlar, fakat tüm çabasına rağmen isbatlayamaz bunu. Halley dostu Robert Hook'un da problemin hakkından gelebileceğini görünce Cambridge'e giderek Newton'a başvurur. Newton çok önceleri yaptığı matematiksel isbatı hatırlar, fakat isbatı taşıyan notlarını bulamaz. Halley'in ısrar ve teşvikiyle isbat çalışmasına girişen Newton çok geçmeden sorunu çözer ve çözümü kapsayan notlarını 1684 - 1685 döneminde ders notu olarak kullanır. Halley'in sürekli destek ve ısrarı sayesinde bu notlar nihayet bilim tarihinin en ünlü kitabı sayılan «**Doğa Felsefesinin Matematiksel İlkeleri**» adlı eseri oluşturur. (*)

Yoğun bir çalışma ile kitabını 18 ayda tamamlayan Newton 1685'de yer çekimi ile ilgili hipotezinin kesin isbatına ulaşır. Buna göre:

(*) Latince yazılan kitap genellikle Newton'ın **Principia'sı** diye bilinir.

Evrende var olan herhangi iki cisim birbirlerini kütlelerinin çarpımı ile doğru, aralarındaki mesafenin karesi ile ters orantılı olarak çekerler.

Matematiksel olarak

$$F = \frac{G m_1 m_2}{d^2}$$

İşte bu ilkenin sağladığı ışık altındadır ki, Newton elmanın yere düşmesi ile dünyanın güneş etrafında dolaşması gibi birbirinden pek uzak ve farklı görünen olguları bir kategoride düşünme ve açıklama olanağını elde etmiştir. Newton'ın uzun süre açıklamaktan çekindiği hipotez, kapsamı o derece geniş, izah ettiği olgular o derece çeşitli ki, nihayet «Evrensel Yerçekimi Kanunu» gibi yüce bir kimlik kazanır.

Edmond Halley'in teşviki ile yazılan **Principia**, gene onun yardımı ile 1687'de yayınlanır. Basım masraflarının tümünü Halley öder. Son derece güç olan kitabın İngilizce'ye çevirisi 1729'a kadar gecikir. Newton klasik geometri biçimini izlemiştir kitabında. Kitabı isteyerek zorlaştırdığını söyleyen Newton, böylece matematik kafası basit kimşelerin sataşmalarından kendini koruyabileceğini ummuştu.

Soru 71 Principia niçin önemliydi?

Newton ünlü kitabının konusunu önsözünde şöyle belirtir:

«Bu çalışmayı felsefe (bilim demek istiyor)'nin matematiksel ilkeleri olarak sunuyorum; zira felsefenin asıl görevi şundan ibarettir: hareket olgularından doğa kuvvetlerini araştırmak, ve sonra bu kuvvetlerden doğanın diğer

olgularını ortaya çıkarmak. İşte kitabın birinci ve ikinci bölümündeki önermeler bu amaca yöneliktir. Üçüncü bölümde, evren sisteminin açıklanmasında bunun bir örneğini vermekteyim. Önceki iki bölümde matematiksel yoldan isbatlanan önermeler aracı ile üçüncü bölümde, gökte olup bitenlerden cisimleri güneşe ve gezegenlere doğru hareket geçiren çekim kuvvetlerini istihraç ediyorum. Nihayet bu kuvvetlerden, gene matematiksel olan diğer önermelere dayanarak, gezegenlerin, kuyruklu yıldızların, ayın ve denizin hareketlerini istidlâl ediyorum.»

Newton bu sözleriyle ulaştığı sonuçlardan çok, izlediği metodu dile getirmektedir. İlk uygulama örneklerini Galileo'da bulduğumuz modern bilimsel metod Newton'da tam kristalize olmuş görünmektedir. Newton, «hareket olgularından doğa kuvvetlerini araştırmak, ve sonra bu kuvvetlerden doğanın diğer kuvvetlerini ortaya çıkarmak» derken bu metodun özünü açıklıyor: gözlem —teori— açıklama ve öndeyi. Dekart ve Bacon'ın sentezinden doğan yeni bir anlayış. Bu anlayışta Newton'ın, çok iyi kullandığı fakat sözünü etmediği başka bir öge daha var: yaratıcı muhayyile. Muhayyile kontrollü gözlem ve deneyle birleştiğinde sonucun ne denli verimli ve göz kamaştırıcı olabileceğinin en iyi örneklerini Newton vermiştir. Galileo'nun, Kepler'in ve daha başkalarının buluşlarını Newton gibi başkaları da bilmekteydi. Fakat bu buluşları birbirine ilişkin görüp bir teorinin kapsamında birleştirmek için bilgi yetmiyordu; Newton'ın yaratıcı muhayyilesine ihtiyaç vardı.

Newton'ın **Principia**'da ulaştığı sonuçlara gelince, bunları kısaca şöyle belirtebiliriz:

1. Hareketin üç kanuna indirgenmesi ve bu kanunlara dayanılarak dinamiğin dedüktif bir sistem olarak kurulması. Hareketin birinci kanunu Galileo ilkesinin tümel biçiminde ifadesinden ibarettir: Bütün cisimler engellenmedikçe aynı hızla aynı doğrultuda hareketlerini sürdürür. İkinci ka-

nun kuvveti hız veya yön değiştirmenin nedeni olarak tanımlamakta ve kütle ile ivmenin çarpımı olarak ifade etmektedir: $F = a \times m$. Üçüncü kanun, «her etkiye karşı eşit bir tepki vardır», ilkesini dile getirmektedir.

2. Kanunların dayandığı kavramların tanımlanması. Newton kanunları ortaya koymadan önce bazı önemli terimlerin anlamları üzerinde durur. Örneğin, «kütle» yi bir cismin yoğunluğu ile hacminin çarpımı, «momentum»u kütlenin hareket hızı ile çarpımı olarak tanımlar. Fakat yoğunluğu, bir cismin kütlesinin hacmine bölümü olarak tanımlama zorunda olduğumuzdan, birinci tanım işe yaramaktan uzaktır. İkinci tanımda da güçlük kendini gösteriyor: hareket hızını nasıl tanımlayacağız?

Newton'ın kanunları geçerliğini sürdürdüğü halde, ilerde de göreceğimiz gibi, tanımları çeşitli yönlerden yetersiz kalmıştır. Onun mutlak zaman ve mekân kavramı gibi kütle kavramı da çağdaş fizikte terkedilmiştir.

3. Astronomide Kopernik ve Kepler'in ilk adımlarını attıkları sistemin bilimsel bir teori olarak kurulması. Evrensel yerçekimi kanununun sağladığı geniş çerçeve içinde tüm gezegenlerin, uyduların, kuyruklu yıldızların hareketleri en küçük ayrıntılara kadar açıklanma olanağı bulur. Daha önce pek anlaşılmayan veya bir tür gözlem hatası sayılan yörünge sapmaları bile bu ilkenin ışığında beklenir olgulara dönüşür. Hatta ilerde değineceğimiz gibi teorinin yüksek açıklama ve öndeme gücü sayesinde henüz bilinmeyen gezegenlerin gözlemi bile yapılır. Bu ölçüde güçlü ve kapsamlı bir teorinin tarihte bir başka örneği yoktu. Newton, Öklid'in geometride yaptığını fizik bilimlerinde gerçekleştirmişti: Birkaç genel ilkeden, daha önce gözlemsel yoldan bulunan birtakım ilişkilere dedüksiyonla ulaşılabileceğini gösteriyordu. Üstelik teori birbiriyle bağıntısız görünen bir sürü kanun ve gözlemsel ilişkilerin (örneğin Kepler'in üç kanunu ile Galileo'nun serbest düşme kanu-

nunu) aynı ilkelerin mantıksal sonuçları olabileceğini göstermekle hem doğanın bütünlüğünü, hem de bilimin daha genel ve kapsamlı ilkelere ulaşabileceğini bir çeşit kanıtlamış olmuyor muydu? Evrenin yapısı ve işleyişi gerçekten matematiksel nitelikte idiyse, Newton teorisinde onun etkin ve geçerli anahtarı bulunmuş demektir. Fizik'te ilk kez Arşimed'in denediği aksiyometik sistem, Newton'ın elinde tam başarı ile gerçekleşmiş olur.

Newton'ın kanunları evrenin yapı ve işleyişinin mekanik nitelikte olduğu varsayımını içeriyordu. Bu varsayım ortaçağ dünya görüşüne tam ters düşmekteydi. Mekanik anlayış içinde her olgunun nedeni başka bir olguda aranmak gerekirdi. Gerçi Newton Tanrı kavramına başvurmaksızın evrenin açıklanamayacağı inancındadır. Ne var ki, kendisini izleyenler bu gereği kabul etmemiş, evrenin sırf mekanik kavramlarla açıklanabileceği tezini savunmuşlardır. Ondokuzuncu yüzyılda ısı, ışık, elektrik ve kimya problemlerinin mekanik metodlarla çözümlenebileceği görülünce, mekanik dünya görüşü biricik bilimsel görüş olarak kabul edilir.

Newton hakkındaki son sözü onun çapında bir bilim adamı olan Einstein'e bırakıyoruz:

Doğa, harflerini zahmetsizce okuduğu açık bir kipte onun için. Gözlem verilerini düzenleme ve açıklama için kullandığı kavramlar, yaşantıdan, planlayıp gerçekleştirdiği mükemmel deneylerden, kendiliğinden oluşuyor gibiydi. O bir tek kişide deneyciyi, teorisyeni, teknisyeni, ve daha da önemlisi, yaratıcı sanatkarı birleştirmişti. Önümüzde güçlü, emin ve tekbaşına dimdik duruyor daima. (*)

(*) bkz. Sir James Jeans, **The Growth of Physical Science**, s. 165.

Soru 72 Işığın niteliği ne idi?

Newton'ın ışığın niteliği üzerinde düşündüğü bir sırada Hollanda'lı bilim adamı Christian Huygens (1629-1695) başka bir teori geliştiriyordu. Bir şair ve diplomat oğlu olan Huygens ışığın parçacıklardan değil dalgalardan meydana geldiği düşüncesindeydi. Teorisini ilk kez 1678'de Paris Bilimler Akademisinde açıkladı; sonra daha tam ve ayrıntılı biçimde 1690'da yayınladığı **Traité de la Lumière** adlı kitabında ortaya koydu. Dekart, Newton ve başkaları gibi o da tüm uzayı baştan aşağı dolduran bir «ortam»ın varlığından bahsediyordu. «Son derece ince ve elastik» nitelikte olan bu ortam ışığın yayılma hareketi için gerekiyordu. Ona göre, ışık saçan bir obje bu ortamda düzgün aralıklarla bir sarsıntı meydana getirir. Bu sarsıntıların yol açtığı düzenli küresel dalgalar her yana ve yöne yayılır. Huygens bu dalgalar üzerindeki her noktada yeni küresel dalgalara yol açan bir sarsıntının yer aldığını, böylece dalgaların kendi kendilerini harekete geçirerek yayıldığını ileri sürüyordu.

Bu teori, ışığın gözlem ve deneyle bilinen birçok özelliklerini açıklama gücünü taşıyordu. Işığın yansıması kanunu kolayca açıklanma olanağı kazandı. Üstelik, teori geçince ışığın yoğun ortamda daha yavaş ilerlemesi söz konusuydu. Bu da Snell'in kırılma kanununa tam bir açıklama getiriyordu. Huygens ayrıca ışığın doğru çizgiler üzerinde ilerlediğini isbatlamaya çalışmıştı. Fakat sonucun tam başarılı olduğu söylenemez. Bunun gibi teorinin açıklamada yetersiz kaldığı başka olgular da yok değildi.

Bu olgulardan biri ışığın düz ilerlemesi, köşeleri dönmemesiydi. Oysa dalga biçiminde yayılan sesin köşeleri rahatça döndüğünü biliyoruz. Bu olgulardan bir başkası da, ışığın kutuplaşmasıyla ilgilidir: Bir cam levhasını kitap sayfası üstüne koyduğumuzda altındaki harfler ışık kırılması nedeniyle bir parça yer değiştirmekle beraber açıkça gö-

rünmeğe devam eder. Oysa bir kristal levhası (calcite) altında her harf bize çift görünür. Nedeni ise, kristalin içinden geçen herhangi bir ışını, değişik yönlerde ilerleyen iki ayrı ışına ayırma gibi önemli bir özelliğinin olması (Danimarka'lı fizikçi Erasmus Bartholinus, «çift kırılma özelliği» denen bu olguyu 1670'de keşfetmişti.). Huygens'in teorisi kristal levhanın bazı özelliklerini açıklamada başarı gösterdiği halde, diğer bazı özellikleri karşısında tam bir başarısızlığa uğramıştır. Newton'ın parçacık teorisi de tam yeterli olmamakla beraber, dalga teorisinden biraz daha başarılıydı. Şimdi ışığın «kutuplaşması» dediğimiz kavram Newton'da kendini gösterir; nitekim ışınların iki «yanlı» olduğundan bahseder; ne var ki, bu kavramın son derece basit bir yoruma elverişli olduğu hususu onun da gözünden kaçmıştır.

Huygens'in, dalga fikrine, su ve ses dalgalarından esinlenerek ulaştığı söylenebilir. Bilindiği gibi bir ses dalgasında hava parçacıkları «uzunlamasına» bir hareketle, öteye beriye giderek, dalgaların ilerlediği yönde ilerler. Su üstündeki dalgalarda durum farklıdır: dalgalar su yüzeyi boyunca ilerlerken su parçacıkları yüzeye dik açıda aşağı yukarı hareket ederler. Parçacıkların hareketi dalgaların ilerlediği yöne eğri düşer.

Huygens'in tasavvur ettiği dalgaların hareketi uzunlamasına idi; fakat İngiliz bilgini Robert Hooke ışığın eğri dalgalarından ibaret olabileceği fikrini ortaya atar; öyle ki, dalgaların taşındığı «esir» denen ortamın parçacıkları, ışığın ilerlediği yöne dik açı yaparak hareket ederler. Bu da Newton'ın anladığı gibi ışının «yanları» olduğu demektir: iki yan parçacıkların hareket ettiği yönde, iki yan da buna ve dalgaların ilerlediği doğrultuya dik açı yapan yönde olmak üzere.

Biri çıkıp Newton'ın, Hooke'ın ve Huygens'in fikirlerini birleştirebilseydi, o dönemde ışıkla ilgili bilinen tüm olgu-

ları kapsayacak güçte bir teori kolayca ortaya çıkmış olacaktı. Ne var ki, Newton'ın ağır basan otoritesi karşısında dalga teorisinin başarısı için fazla bir şans yoktu. O derece ki, ondokuzuncu yüzyılın başlarına kadar parçacık teorisinin egemenliğini sürdürmekte güçlük çekmediğini görüyoruz.

Soru 73 Onyedinci yüzyılda maddenin yapısı hakkında ne düşünülüyordu?

«Deha Yüzyılı» denen onyedinci yüzyıl astronominin modern niteliğini kazandığı, fizik biliminin çeşitli yanları ile kurulduğu dönemdir. Optik, gök mekaniği, hareket gibi alanlar dışında maddenin yapısı, ateş ve ısı konularına da el atıldığını görüyoruz. Bu dönemde maddenin temel yapı taşı olarak atom kavramının yeniden sahneye çıktığına, bazı kimyasal elementlerin bulunduğuna tanık olmaktadır.

Hatırlanacağı üzere maddenin atomsal yapısı fikrini Demokrit ve daha sonra Epikür gibi eski Yunan düşünürleri ileri sürmüşlerdir. Ortaçağlar boyunca dine karşı sayılan bu düşünce (belki de Eflatun, Aristo ve Galen tarafından benimsenmediği için) etkinliğini yitirir, âdeta unutulur. Onyedinci yüzyıl başlarında atom düşüncesinin Fransız filozofu Pierre Gassendi (1592-1655) ile İngiliz bilgini Robert Boyle'de yeniden canlandığı görülmektedir.

Gassendi maddenin atomsal yapısı düşüncesiyle fizik bilimine etkili bir katkıda bulunmuştur. Ona göre her türlü madde mutlak derecede katı ve asla yok edilemez atomlardan meydana gelmiştir. Atomlar nitelik yönünden benzer, fakat biçim ve büyüklük yönlerinden farklı nesnelere olup, boş uzayda her yönde serbestçe hareket halindedirler. Atomların böyle tasarlanması ile maddenin gözleme konu birçok görüntü ve özelliklerinin açıklanabileceğini ileri süren Gassendi bu görüşünde aldanmamıştır. Günümüz fiziği bunu geniş ölçüde doğrulamıştır.

Gassendi ayrıca maddenin katı, sıvı ve gaz halleri ve bir halden öbürüne geçiş üzerindeki oldukça geçerli açıklamasıyla da dikkati çeker. Fakat ısı olgusunu özel nitelikte bir «ısı atomu»nun varlığı ile izaha kalkışması onu hataya düşürür.

Robert Boyle'e gelince, onun bu sorunla ilgilenmesi o zamana kadar daha çok ölçüsüz tahminlere dayanan kimyayı daha sağlam, oldukça bilimsel bir zemine oturtmaya yarayacak kadar önemlidir.

Ortaçağ skolastikleri, tüm maddeleri dört eleman (toprak, su, hava ve ateş)'in karışım veya bileşimi sayan ilkel Yunan düşüncesini olduğu gibi sürdürmekte idiler. Öte yandan bazıları da Arap biliminde geçerlik kazanan üç temel «ilke» (tuz, kükürt ve cıva)'yi esas kabul ediyordu. Genellikle herkes ateş aracılığı ile her maddenin bu temel eleman veya ilkelere indirgenebileceği inancında idi. Boyle, bu ve benzer iddiaları basit bazı olgulara giderek çürütür. Örneğin altın ve gümüş gibi maddelerin ateşten etkinlenmediğini gösterir. Ateşe tutulan altın hiç bir zaman ne toprak, su, hava veya ateş olmakta, ne de tuz, kükürt veya cıvaya dönüşmektedir. Gerçi bir hidroklorik ve nitrik asid karışımı olan **aqua regia** ile altını değiştirmek mümkün; ancak bu değişim geriye dönülmez değildir. Aynı şeyi altının diğer metallere alaşımında da görüyoruz; alaşım çözüldüğünde ilk konan miktarda altın tekrar elde edilebilmektedir. Boyle, bu gözlemlerden altının sürekli ve değişmez bir niteliği olduğu sonucunu çıkararak, klasik dört eleman veya üç ilke düşüncesinin geçersizliğini kanıtlıyordu. 1661'de yazdığı **Şüpheli Kimyager** adlı eserinde bu tür metafizik nitelikteki nosyonlar yerine modern anlamda kimyasal element kavramının getirildiğini görmekteyiz.

Boyle, daha sonra, modern kimyanın «atom» kavramını ileri sürer. Ona göre tüm maddeler, her biri kendi belirli biçimiyle var olan katı parçacıklardan meydana gelmiştir.

Bu parçacıklar kendi aralarında gruplaşarak şimdi «molekül» dediğimiz daha büyük parçacıkların oluşumuna yol açarlar. Boyle'un bu fikirlerinin kimyada etkinlik kazanması Fransız bilim adamı Lavoisier'nin gelişini bekleyecektir.

Boyle bir kimyacı olduğu kadar bir fizikçidir de. Asistan olarak yanına aldığı Robert Hooke'la birlikte gazların fiziksel özellikleri üzerinde birçok deneyler yapar. Otto von Guericke'nin icad ettiği hava pompasını daha geliştirerek havanın ağırlık, sıkışabilirlik ve elastikiyeti gibi özelliklerini incelerler. Bu incelemelerin ilk önemli sonuçlarından biri «hava yayı» diye niteledikleri bir ilişkinin ortaya çıkması oldu: havanın sıkıştırıldığında eski hacmine dönüşü için basıncının artışı. Dikkatli ölçmeler basınç ve hacim arasında Boyle Kanunu ile ifade edilen değişmez bir ilişkinin varlığını ortaya koyar. Buna göre, belli kütlede bir gazın hacmi basıncı ile ters orantılı olarak değişir. Bu kanun, gazlarla ilgili modern fizik teorisinin gelişiminde ilk adımı teşkil etmiştir.

Bazı kimselerin Boyle'den önce bu ilişkiyi keşfettikleri sanılmaktadır. Bizzat Boyle fikri başkasından aldığını açıklamaktan kaçınmaz. Daha sonra Mariotte adlı bir Fransız fizikçisinin de Boyle'ın deneylerini tekrarlayarak aynı sonuca ulaştığını görüyoruz. Bu yüzden Boyle Kanununa özellikle kıta Avrupasında Mariotte Kanunu da denmektedir.

Boyle ile Hooke'ın gazlar üzerindeki deneyleri, birçok yanıcı maddelerin havasız kaldığında yanmadığını da gösterir. Böylece yanma olayında havanın gereği ortaya çıkarsa da nedeni anlaşılmaz; oksijenin ayırılması ancak yüz yıl sonra Priestley ve Lavoisier'in çalışmaları ile mümkün olur.

Soru 74 Bilim akademileri nasıl kuruldu?

Bilimin onyedinci yüzyılda devrim niteliği kazanan gelişmesinde bazı kuruluşların rolüne de değinmek gerekir.

Rönesans ve onu izleyen dönemde bilimsel çalışmaların, Aristo geleneğinin egemen olduğu üniversitelerden çok üniversite dışı bazı kuruluşlarda yoğunlaştığı görülür. Örneğin 1560'da Napoli'de bir bilim akademisi kurulur; buna benzer bir kuruluş 1603-1630 sıralarında Roma'da kendini gösterir; nihayet 1651'de Floransa'da **Accademia del Cimento** Medici tarafından kurulur. Almanya'da da önemli olmamakla beraber bazı girişimler göze çarpar.

İngiltere'de **The Royal Society** diye bilinen ünlü kuruluş 1645'de bazı kişilerin tartışma amacı ile periyodik olarak bir araya gelmelerinden doğar. «Görünmeyen Kolej» (The Invisible College) adı altında toplananlar arasında bilim adamları, yüksek din görevlileri, hekim, mimar ve iş adamları vardı. 1662'de bir kraliyet kararnamesiyle, hiç bir dayanağı olmayan cemiyet «The Royal Society» adı altında özerk kimlik kazanır. Fransa'da, **Académie des Sciences** adı altında benzeri bir kuruluş 1666'da XIV. Louis tarafından kurulur.

The Royal Society'nin kuruluş ve işleyişinde Francis Bacon'ın etkisini görmemeğe imkân yoktur. Bacon, bilimi insanoğlunun doğa kuvvetleri üzerinde egemenliğini kurmasının en etkili aracı sayıyordu. Teorik bilgiden çok uygulamalı araştırmalara önem veriyor, işbirliğine dayalı toplu çalışmaları öngörüyordu. Bacon ayrıca çeşitli iş kollarındaki teknik bilgi ve becerilerle teorik bilimin el ele vermesi, kaynaşması gereği üzerinde duruyordu.

Bu fikirlerin cemiyetin ilk üyelerinin görüş ve tutumlarını geniş ölçüde biçimlediği görülmektedir. Örneğin üyelerden William Petty gemicilik teknolojisi, kumaş imalâtı ve boya sanayii üzerinde ayrıntılı bilgiler toplamakla meşguldü. Robert Boyle, çeşitli iş ve zenaat kollarında kimyasal işlemlerde kullanılan yöntemleri inceliyordu. Cemiyetin amaç ve işleyişini mütevelli üyesi Robert Hooke şu sözlerle dile getirmiştir:

Cemiyetin kuruluş ve çalışma amacı: (İlâhiyat, Metafizik, Ahlâk, Politika, Gramer, Hitabet ve Mantık gibi şeylere burnunu sokmaksızın) doğada olup bitenler ve bu arada Sanat, İmalât, Mekanik uygulamalar, Makina ve Deneysel icatlar üzerindeki bilgilerimizi geliştirmek; halen kaybolmamış bu tür çalışmaları canlandırmak; her türlü sistem, teori, ilke, hipotez, element, tarih, doğal, matematiksel ve mekanik deneyleri incelemek, antik ve modern yazarların bu konularda toplayıp kaydettikleri tecrübeleri gözden geçirmek. Nihayet: doğa ve sanatın mahsulü tüm olguları açıklamak ve olup bitenlerin nedenlerini rasyonel yoldan anlamak için tam ve sağlam bir felsefe («bilim» demek istiyor) sistemini kurmak ve geliştirmek.

Soru 75 Onyedinci yüzyıl bilimsel devrimini nasıl açıklayabiliriz?

Bilim tarihçileri onyedinci yüzyıldaki göz kamaştırıcı bilimsel gelişmeleri açıklamada tam birleşmiş değillerdir. Bir kısmı bu gelişmeleri uzun ve sürekli bir birikimin ani bir patlayışı olarak yorumlamaktadır. Kopernik'in Batlamyus teorisinden, Galileo'nun Aristo ve Arşimed'den, Kepler'in Pithagor geleneğinden ne derece etkilenmiş olduğu Vesalius ve Harvey'in Galen'e ne denli borçlu bulunduğu gözönüne alındığında bu görüşü akla yakın bulmamaya imkân yoktur.

Bilim tarihçilerinden bir kısmına göre ise, modern bilimin gelişimi ancak ekonomik koşullardaki değişikliklerle açıklanabilir. Avrupa'da onikinci yüzyıldan sonra başgösteren bilimsel hareketle ticaret ve sanayideki gelişmeler ele yürümüştür. Bu gelişmeler, bilimsel çalışmaların yoğunluk kazandığı onaltıncı ve onyedinci yüzyıllarda daha hızlı bir tempo ile yürümüştür. Bilimsel faaliyetin canlı olduğu

Rönesans sonrası İtalya zengin bir ülkeydi. Ticaret ve sanayi Atlantik kıyılarına kayınca, bilimin de İngiltere, Hollanda ve Fransa'da boy verdiği görülür. Bilimsel Akademilerin kurulduğu dönemde milletlerarası ticaret son derece hareketli bir düzeyde bulunuyordu. Tacirler bilimsel faaliyetleri destekliyordu, çünkü böylece üretimi artırıcı ve maliyeti düşürücü birtakım icatları elde edebileceklerini umuyorlardı.

Bilimsel gelişmeyi ekonomik koşullara bağlayan görüşü destekleyen bir husus da bilimle endüstrinin karşılıklı etkileşimidir. Bunun birçok örnekleri arasında birkaçına değinmek yeter. Galileo'nun pandül ile ilgili keşfinin kökeninde ortaçağ saatını bulmamaya imkân yoktur. Denizcilik ve takvim sorunlarının astronomi bilimine ilgiyi nasıl artırdığı, Kopernik, Tycho Brahe ve Kepler'in çalışmalarının temelinde evreni açıklama ilgisi kadar bu pratik ilgilerin de yattığı bilinen bir gerçektir. Teleskop ile mikroskobun ortaya çıkışı, özellikle Hollanda'da gelişmiş olan gözlük imalatı sayesinde olmuştur. Gene bu dönemde, Almanya, Macaristan ve Hollanda'da maden endüstrisinin ortaya koyduğu ihtiyaçların hava pompasının icadı, barometre ve termometre gibi bilimsel araçların ortaya çıkışı ile sonuçlanan birçok deneylere yol açmıştır. Pompa firkri Harvey'in kan dolaşımı ile ilgili araştırmalarını etkilemekle kalmamış, 1712'de Newcomen buhar makinesini icadına da yol açmıştır. Endüstri ve bilimde kesin ve doğru ölçme ihtiyacı, termometre ve barometre dışında, sarkaçlı saat, mikrometre ve sürgülü cetvel (slide rule) gibi daha dakik araçların icadına zorlamıştır.

Bilimsel gelişmeyi ekonomik değişikliklerle açıklamanın bazı noktalarda yetersiz kaldığı da unutulmamalıdır. Onyedinci yüzyılın büyük bilim adamlarından hiç birinde ekonomik motif göze çarpmaz.

Onyedinci yüzyıl toplumu bilimin gelişimini kolaylaştırıcı koşulları taşıyordu; fakat bu koşullar tek başına bilimsel devrimi yaratmaya yeterli değildi. Galileo'nun, Newton'un dehalarına da ihtiyaç vardı.

VIII. BÖLÜM

AYDINLIK ÇAĞI VE BİLİM

Soru 76 «Aydınlık Çağı»nın özelliği ne idi?

Onsekizinci yüzyılın ilk yarısı bilimsel gelişme yönünden sönük bir dönemdir. Daha önceki dönemin parlak ve devrimci atılımları göze çarpmaz. Bu döneme onyedinci yüzyılda yutulan büyük lokmaların sindirildiği devre olarak bakılabilir.

Gerçekten astronomi, matematik ve mekanik alanlarda alınan mesafeler o derece büyüktü ki, bunları daha büyük mesafelerle aşmak olanaksızdı. Bir duraklama, enerji toplama ve kazanılanı benimseme dönemine ihtiyaç vardı.

Ancak bilimde sönük olan bu dönem felsefede oldukça parlak görünmektedir. Bir yanda Francis Bacon geleneğini sürdüren İngiliz ampirist filozofları (Locke, Berkeley ve Hume), öte yanda Dekart'ın rasyonalist geleneğine bağlı Fransız filozofları (Voltaire, D'Alembert, Diderot, Condorcet, vb.). Bu iki geleneği bağdaştırma girişimini ise büyük Alman filozofu Immanuel Kant (1724-1804)'da bulmaktayız.

Onsekizinci yüzyıl özellikle Fransa'da «Aydınlık Çağı»dır. Fransız aydınları akıl ve bilimin özgür koşullar altında, dine gerek bırakmayacak yeni bir dünya görüşü için yeterli olduğu inancındadırlar. Onlar düşünme ve düşünceyi yayma özgürlüğüne, akıl, bilim ve ilerlemeye inanmaktadırlar. Dayandıkları kaynakların tümü sağlam ve verimli: Dekart'tan «sistemli şüpheciliği»; Bacon'dan bilimin doğaya egemen

olmanın, dolayısıyla ilerlemenin, biricik aracı olduğunu; Newton'dan bilimsel metodu ve evreni mekanik terimlerle açıklama yolunu öğrenmişlerdi. Onlar psikoloji, siyasal bilim, ekonomi, tarih ve din alanlarında Newton'ın fizik kanunlarına benzer kanunlar bulabileceklerinin aşırı iyimserliği içindeydiler. «Var olan hiç bir şey doğaya karşı veya onun dışında olamaz.» diyordu Diderot. Montesquieu köleliğin doğaya aykırı olduğunu, Rousseau ise doğal her şeyin yüceliğini savunuyordu. Condorcet, insanlığı dünya cennetine götürecektir akıl ve bilimin yolunu çiziyordu.

Aydınlık filozoflarının bilimsel kültüre en büyük katkıları 1751-1765 arasında yayınladıkları 21 ciltlik Ansiklopedi olmuştur: Bu nedenle bu gruba «Ansiklopedistler» de denmektedir. Grubun ortak özellikleri arasında ilerlemeye inançları ve Hıristiyan dinine karşı antipatileri başta gelir. Çoğu Tanrının varlığını bile kabul etmiyordu. Bunlardan Voltaire Tanrının varlığını inkâr etmemekle beraber (zira ona göre, İlk Neden ve Newton evreninin mimarı olarak Tanrıyı kabul etmek gerekir,) kurulu dine, özellikle batıl inançlara büyük bir öfke ve düşmanlığı vardı. Onun gözünde, ister dinde, ister günlük yaşamda olsun, batıl inançlardan daha iğrenç bir kötülük yoktu.

Voltaire gibi Fransız aydınları Newton teorisini yerleşmiş dinsel görüşe karşı bir silâh olarak kullanırken, İngiltere'de aynı teorinin bilim çerçevesinde inceleme konusu olmaktan ileri geçmediği görülür. Bilim adına dine hücum İngiltere'de ondokuzuncu yüzyılı beklemiştir.

Ansiklopedistlerin bilime ve ilerlemeye inançları onsekizinci yüzyılın belki de en belirgin özelliğidir. Gerçi Goethe ve Schelling gibi aydınların doğaya yaklaşımları değişiktir. Onlar için doğa bir makinayı değil, verimli, canlı ve güzel bir tanrıçayı andırır. Onu anlamak için akıldan çok, bir şairin sezgisine ihtiyaç vardır. Ne var ki bu değişik fikirler yüz-

yılın sonlarında ortaya çıkar; aydınlık çağının karakterini etkileme olanağı bulmaz.

Soru 77 Onsekizinci yüzyılda astronomi ve matematik'teki gelişmenin niteliği ne idi?

Onsekizinci yüzyıl bir devrim ve atılım dönemi olmaktan çok bir pekiştirme ve geliştirme dönemidir. Ne matematik ne de fizik bilimlerde bir Newton yoktur; fakat Galileo ve Newton'ın açtığı yolda sağlam adımlarla ilerleyen üstün yetenekli bilim adamları eksik değildir. Bunlar alternatif teoriler geliştirmek yerine mevcut teorilerdeki boşlukları doldurma, sonuçları genelleştirme, pürüzleri giderme yönünde çalıştılar. Bunlar arasında Leonard Euler (1707-1783), J.L. Lagrange (1736-1813), P.S. Laplace (1749-1827) gibi yüzyılın en seçkin matematikçisi ve bilim adamları başta gelir.

Büyük bir matematikçi olan Euler, Newton'ın bir parçasının hareketi ile ilgili kanunlarından, katı bir cismin hareketine ait genel kanunlar çıkarır. Bu genel kanunlar, denge çarklarının (gyroscopes) hareketlerini, topaçların dönmesini, havada dönerek ilerleyen bir golf topunun uçuşunu, arz ekseninde meydana gelen eğilme ve kayma hareketlerini ve benzer başka hareketleri kapsamına alıyordu.

Lagrange'ın çalışmaları daha da önemli gelişmeler sağlamıştır. Euler Newton kanunlarının katı cisimlerin hareketlerine uygulanması için nasıl genelleştirilmesi gerektiğini göstermişti. Lagrange çok daha ileri giderek bu kanunları tasavvur edilebilecek en genel sistemleri kapsayacak biçimde geliştirir. Bu arada varyasyonlar hesabı (calculus of variations)'nı bulur ve diferansiyel denklemler konusunu sistemli bir temele oturtur. Laplace tarafından yerçekimi problemlerine uygulanan Lagrange yöntemleri, genellikle birçok fizik ve astronomi problemlerinin çözümünde etkin

rol oynamıştır. **Mécanique Analytique** adlı eserinde tüm mekaniği enerji korumunu ve «virtüel» hız ilkelerine (enerjide kazanılan hızda yitirilir) indirgeyerek ele alır. Lagrange, «en küçük etki ilkesi» (the principle of least action)'nin Newton'ın hareket kanunlarının bir dönüşümü olduğunu göstermekle önemli bir katkıda bulunmuştur. O bu sonuca, cisimler Newton mekaniği gereğince hareket ettiğinde işin en az olacağını kanıtlamakla ulaşır.

En küçük etki ilkesi, fiziğin ilkeleri arasında belki de en genel ve güçlü olanıdır. Bu ilkenin ışığında dinamiğin her problemi bir «analiz» problemi niteliği kazanmaktadır. Tıpkı analitik geometrinin her geometri problemini bir cebir problemine dönüştürmesi gibi.

Lagrange ilkeyi kanıtladığı kitabı (Mechanique Analytique)'na yazdığı önsözde şunları söyler:

Mekanik üzerinde yazılmış birçok kitaplar var elimizde; fakat benim kitabımın planı tamamen yenidir. Ben bu bilimi (mekaniği) ve onun problemlerini çözme sanatını, her türlü problemin çözümü için gerekli tüm denklemleri sağlayan genel formüllere indirgeme niyetindeyim... Burada açıkladığım yöntemler ne geometrik ne de mekanik düşünme biçimleri gerektirmektedir. Sadece cebirsel işlemlere dayanmaktadır.

Soru 78 Fransız Newton'ı sayılan Laplace kimdir?

Pierre Simon Laplace (1749-1827) Newton teorisini geliştirme, güneş sisteminin oluşumunu açıklama, matematiksel olasılık (probabilité) teorisini kurma gibi çalışmaları ile onsekizinci yüzyıl bilim adamları arasında önemli bir yer tutar.

Yoksul bir ailenin çocuğu olarak doğan Laplace, bazı

komşuların yardımını ile ilerde hademe olduğu okula devam eder. Sonra Paris'e gider; mekaniğin ilkeleri üzerindeki düşüncelerini bir mektupla D'Alembert'e bildirir. D'Alembert o derece etkilenir ki, 20 yaşındaki Laplace'ın Askerî Akademiye öğretmen olarak atanmasını sağlar. On altı yıl sonra (1785'de), okula girişinde Napoleon Bonaperte'in matematik sınavını Laplace yapar.

Laplace öğretmenliğe başladıktan hemen sonra yoğun bir çalışmaya girer; çok geçmeden matematik, astronomi ve fizik alanlarında sayısız bilimsel makaleler yayınlar. Fakat o bilim çevrelerinde tanınmakla yetinmez; sosyal ve politika hayatına da girmek ister. Fransız devrimi ona istediğini elde etme fırsatını verir. Laplace önce ayaklanan kitleye, sonra Napoleon'a yanaşır. Napoleon eski hocasını içişleri bakanı yapar, fakat yönetimdeki yetersizliğini çabucak farkederek kabineden uzaklaştırır onu. Bununla beraber, bilim çevreleriyle muhtemel bir bozuşmayı önlemek için ona senatörlük verir. Laplace ise Napoleon'un düşeceği bir sırada ona karşı düşmanlarıyla birleşerek vefasızlığını göstermekten kaçınmaz.

Laplace daha 22 yaşında iken Newton teorisinin birçok noktalarda derinleştirilme gereğini duyar. Newton gezegenleri mükemmel birer küre, hatta birer nokta olarak düşünmüş, yörünge biçimlerini ve hareketlerini yalnız güneşin çekimine bağlı saymıştı. Böylece Newton'ın ulaştığı sonuçlar konuyu geniş ölçüde basitleştirici varsayımlara dayanıyordu. Laplace konunun tüm ayrıntı ve karmaşıklığına cevap veren daha köklü ve kapsamlı bir sistem kurmaya koyulur. Birçok çetin problemi çözdükten sonra Laplace ulaştığı sonuçları bir kitapta toplayarak «güneş sisteminin ortaya koyduğu tüm mekanik problemlerin çözümünü veren, teori ile gözlemler arasında tam bir uygunluğun sağlandığını gösteren, öyle ki astronomi tablolarında artık ampirik denklemlere yer bırakmayan», teorisini açıklamak ister. **Exposition du**

Systeme du Monde adını taşıyan kitap bir değil, altı ciltte tamamlanır.

Laplace bununla yetinmez. Tahlillerini daha derinleştirerek ulaştığı sonuçları daha tam ve ayrıntılı olarak **Mecanique Céleste** başlığı altında beş ciltlik yeni bir kitapta toplar.

Laplace'ın ele aldığı konular çok ve çeşitliydi. Bunlar arasında okyanuslardaki gel-git olayları, arzın ve diğer gezegenlerin yassılanmış biçimleri, gezegenlerin birbiri üzerindeki çekimlerinden doğan bir sürü başka problemler göze çarpmaktadır. Bir örnek Laplace'ın ne yaptığı hakkında bir fikir vermeğe yeter:

Laplace'e göre gezegenlerin güneş etrafında, uyduların da gezegenler etrafında hep aynı yönde hareket etmeleri açıklanmaya muhtaç bir olaydır. (*) Daha önce Newton, dikkatini çeken bu yeknesaklığın tesadüfe bağlanamayacağını, Yaradan'ın koyduğu düzenin bir gereği olduğunu ileri sürerek açıklaması yoluna gitmişti. Laplace de bu mükemmel düzenin tesadüfle izah edilemeyeceği görüşündedir. Ne var ki o, düzenin kökenini tanrısal güçte aramaz. Gerçekten, gezegenleri meydana getiren doğal nedenler onların hareketlerindeki düzeni meydana getirmez mi? Newton'ın «Yaradan» hipotezi gereksizdir ona göre.

Laplace gezegenlerin oluşumunu izah için ünlü «Nebülöz Hipotezi»ni geliştirir. Buna göre, güneş başlangıçta uzayda dönen kocaman bir sıcak gaz kitlesinden ibarettir. Giderek soğuyan bu kitle, büzölmeye başlar. Newton mekanı gereğince büzölme ile birlikte dönme hızı artacağından, gaz kitlesi giderek yassılaşmaya yüztutar, sonunda bir tep-

(*) Bu iddia doğru değildir; Laplace'den sonra yapılan gözlemler, Jupiter, Saturn, Uranus ve Neptün gibi gezegenlerin ters yönde hareket eden uydularının olduğunu göstermiştir.

si biçimi alan kitle daha fazla yassılaşıma olanağı kalmadığından birbirini izleyen halkalar halinde parçalanır. Kopan halkaların her biri, Laplace'e göre, daha sonra yoğunlaşarak bir gezegen meydana getirir. (Uyduların oluşumu da aynı yolu izlemiştir.)

Nebülöz hipotezi ışığında, gezegen ve uyduların tümünün neden aynı yönde hareket ettikleri kolayca anlaşılacaktır: çünkü başlangıçtaki sıcak gaz kitlesinin dönüşündeki hareket yönü ayrılan parçalara aynen intikal etmiştir. Buna benzer bir teori Alman filozofu Kant tarafından da ileri sürülmüştür.

Laplace teorisi uzun süre bilim çevrelerinde akla çok yakın görülerek kabul edilir. Fakat zamanla bazı noktalar da yetersiz kaldığı görülerek eleştiriye uğrar. Teorinin yetersizliğini gösteren noktalardan biri şu: gezegenler giderek büzülen gaz kitlesinden meydana gelmiş olsaydı bugün de bu sürecin devam etmesi beklenirdi. Şimdiki güneş çok daha büzülmüş olduğuna göre müthiş bir hızla dönmesi gerekirdi. Oysa güneşin kendi eksenini etrafındaki dönüşü son derece yavaştır.

İkinci nokta da şu: bir gaz kitlesi serbest kaldığında, kendi iç basıncı nedeniyle yayılma eğilimi gösterir, sonunda dağılarak uzayda kaybolur. Fakat eğer bu gaz büyük bir kitle ise, parçaların karşılıklı çekimi nedeniyle, ayrılma şöyle dursun, birleşme söz konusu olabilir. Kaldı ki, öyle büyük bir kitlenin soğuması ve büzülmesi o derece yavaş gider ki, ondan kopmalar ancak damlacıklar halinde olabilir. Yapılan hesaplar bu türlü küçük kopmaların hiç bir zaman gezegen meydana getirecek biçimde yoğunlaşmasına olanak tanımamaktadır.

Bu ve benzer nedenlerle Laplace'ın «Nebülöz Hipotezi» eski değerini bugün yitirmiştir.

Soru 79 Phlogiston teorisi nedir?

Onsekizinci yüzyılın bilime katkısı özellikle iki alanda kendini gösterir: (1) Black, Priestley, Cavendish ve Lavoisier'in araştırmaları sonunda modern kimyanın kurulması; (2) Galvani ve Volta'nın çalışmaları ile elektriğin keşfi.

Boyle ve başkalarının deneysel çalışmalarına rağmen kimyanın gerçek anlamda bilimsel nitelik kazanması onsekizinci yüzyılın sonlarına doğru Lavoisier'in **Traité Élémentaire de Chimie** (Kimya Bilimine Giriş) adlı kitabının yayınlanmasını beklemiştir. Bu eser, kendi alanında, Newton'ın **Principia'sı**, Darwin'in **Türlerin Kökeni** ölçüsünde önemlidir. Aslında Lavoisier ne yeni bir kimyasal madde, ne de bilinmeyen birtakım olgular keşfetmiştir. Onun yaptığı başkalarının yanma olayı ile ilgili deneysel olarak buldukları olguları açıklayan yeni bir teori geliştirmek, kimyasal birleşmenin basitliğini göstermek ve kimyasal maddeleri adlandırmak için bir sistem icat etmek olmuştur.

Lavoisier araştırmalarına başladığında eski Yunandan beri sürüp gelen maddenin dört eleman (toprak, su, hava, ateş)'dan ibaret olduğu görüşü henüz tam anlamıyla geçerliğini yitirmiş değildi. Bilim adamları kimyasal olguları (özellikle yanma ile ilgili olgular) açıklamada «phlogiston» (*) teorisini kullanıyorlardı. Yunanca «alev» anlamına gelen «phlox» kelimesinden türetilen phlogiston kavramını ilk kez onyedinci yüzyılda Becher, daha sonra onu izleyen Stahl kullanmıştır. Başlangıçta yanma olayını açıklamak için ortaya atılan teori giderek tüm kimyasal olguları kapsayacak kadar geniş bir uygulama bulur.

Lavoisier'in devrim niteliğindeki başarısını iyi değerlendirmek için phlogiston teorisini kısaca açıklamaya ihtiyaç vardır.

(*) «Flociston» diye okunur.

Bilindiği gibi bir odun parçası yandığında duman ve alev çıkar, sonunda bir miktar kül kalır. Stahl'a göre yanma, yanan maddenin «ateş maddesi» yani phlogiston çıkarması demektir. Örneğin, çok az kül bırakan odun kömürü büyük ölçüde phlogiston'dan ibaret sayılıyordu. Yüzyıllardan beri metal elde etmede odun kömürü kullanıldığından, phlogistona «metalleştirme ilkesi» diye bakılıyordu. Gerçekten:

Metal cevheri + odun kömürü = metal

Bu elde edilen metalin, yanan kömürün çıkardığı phlogiston'u taşıdığı demektir. Kurşun gibi bir metal sıvı haline gelinceye kadar ısıtıldığında «calx» (oksit katmanı) denen bir tabaka ile kaplanır. Kalsinasyon denen bu süreç, metalin phlogiston çıkarması biçiminde anlaşılıyordu:

metal — Phlogiston = calx

Ne var ki, ölçmeler calx'ın metalden daha ağır olduğunu gösterince teori beklenmeyen bir güçlkle karşılaştı. Bu güçlüğü gidermek için phlogiston'ın ağırlığının negatif olduğu, yani eklendiği maddeyi hafiflettiği, çıktığı maddeyi ağırlaştırdığı düşüncesine gidildi.

Hatırlanacağı üzere Boyle'ın deneyleri yanma için havanın gerekli olduğunu ortaya koymuştu. Bir mumun boşlukta yanmadığı, havanın az olduğu bir bardak altında da kısa bir süre yandıktan sonra söndüğü biliniyordu. Phlogiston teorisi ışığında bu olgu şöyle açıklanıyordu: bir maddenin yanması için çıkardığı phlogiston'u almaya yetecek havaya ihtiyaç vardır.

Phlogiston açıklayıcı bir kavram olarak dağınık ve birbiriyle ilişkisiz görünen birçok olguları bir düzene sokmakla ilk aşamada oldukça faydalı rol oynamıştır. Ne var ki, artan deney sonuçları karşısında teorinin yer yer yetersiz kaldığı, teoriyi kurtarmak için «negatif ağırlık» gibi garip düşüncelere yer verildiği görülür. Gerçekten, phlogiston na-

sıl bir madde idi? Birçokları için bu madde esrarengiz nitelikteydi: onu ne görmeğe, ne tutmaya, ne koklamaya, ne de tatmaya olanak vardı. Kimya biliminin gelişmesi, metafizik nitelik almış olan bu kavramın terkedilmesini gerektiriyordu.

Soru 80 Oksijen nasıl bulundu?

Yanma olayının tam anlaşılması gazların anlaşılmasına bağlıydı. Onsekizinci yüzyıla kadar hava dışında bir gaz bilinmiyordu. Gerçi Van Helmont (1577-1644) çeşitli gazların olabileceğini düşünmüştü, fakat onları nasıl ayırd edebileceğini bilmediği için inceleyememişti. Bu yolda ilk adımı İskoç kimyacı Joseph Black (1728-1799) atar. Black «sabit gaz» dediği karbon dioksidi (CO₂)'in havadan farklı bir gaz olduğunu gösterir. On yıl sonra (1766'da) Cavendish başka bir gazı bulduğunu açıklar. Cavendish'in «yanar hava» dediği ve asitlerin metal üzerindeki etkisinden elde ettiği bu gaz bildiğimiz hidrojeni.

Bunu izleyen birkaç yıl içinde İngiliz Joseph Priestley (1733-1804)'in on kadar yeni gaz keşfettiği görülür. Priestley son derece yetenekli bir deneyciydi. Deneylerinde alevden daha çok ısı sağlayan büyük bir mercekle kullanıyordu. Bu mercek, örneğin, cıva oksid (HgO)'i ısıtarak bir gazın ayrıldığını ve geride saf cıvanın kaldığını saptar. Ayrılan bu gazda mumun çok parlak yandığını görür. Azot monoksit (NO) denilen bulduğu başka bir gazda da aynı sonucu tesbit etmişti; fakat ikisi arasındaki ilişkiyi bilmiyordu. İki gazı karıştırınca, her iki gazdan daha az yer kaplayan kırmızı renkte yeni bir gaz ($2NO + O_2 = 2NO_2$) elde eder ve bu gazda bir farenin aynı miktardaki havada yaşayabileceğinden iki kat daha uzun yaşadığını saptar. Daha 1771'de, solunuma ve cisimlerin yanmasına elverişliliğini yitiren havanın içine ye-

şil bitki konduğunda bu özelliğini yeniden kazandığını görmüştü. Priestley bu ayırd ettiği gazın yanma ve solunum için gerekli olduğunu, yeşil bitkiler tarafından havaya katıldığını biliyordu. Phlogiston'a çok düşkün gördüğü bu gaza Priestley «phlogiston yutan hava» adını verir.

Priestley'in 1774'de keşfettiği bu gaz şüphesiz oksijenin kendisiydi; ne var ki, Priestley phlogiston teorisinin etkisinden sıyrılıp, keşfinin değerini gereği kadar göremedi. Oysa bu keşfin kimya bilimi için taşıdığı büyük önemi kavrayan Lavoisier bilim tarihine modern kimyanın babası olarak geçmiştir.

Priestley'den buluşu ile ilgili bilgi alan Lavoisier aynı deneyleri tekrarlar, sonucu 1775'de Fransız Bilim Akademisine sunduğu bir tebliğle açıklar, fakat Priestley'in adından bir kelime ile bahsetmez.

Lavoisier deneylerini sürdürerek daha sonra havanın sanıldığı gibi bir element olmayıp, oksijen ve nitrojen gibi iki gazdan meydana geldiğini ve kalsinasyon sürecinde metalla birleşen şeyin oksijen olduğunu gösterir.

Gazlar üzerindeki bu çalışmaların yanısıra suyun kimyasal bileşimi ile ilgili çalışmalar da sürdürülüyordu. 1781'de Priestley bir elektrik kıvılcımı kullanarak oksijen ve hidrojen karışımı bir gazı patlatır ve bir miktar buğu veya çığın oluştuğunu görür. Cavendish bu deneyi tekrarlayarak sonucu daha ince ve ayrıntılı inceler: patlamada «yanan hava» (hidrojen)'nin tamamının, bildiğimiz havanın ise beşte birinin kaybolduğunu, oluşan çığın ise saf su olduğunu isbatlar. Ayrıca patlayarak su haline gelen bileşimde iki ölçek hidrojene karşı bir ölçek oksijen'in yer aldığını saptar.

1783'de Paris'e giden Cavendish'in asistanı sonucu Lavoisier'e duyurur. Hemen deneyi tekrarlayan Lavoisier Priestley ve Cavendish'e ait buluşu kendi buluşu olarak Bilim Akademisine bildirir.

Oksijeni olduğu gibi suyun bileşimini de Lavoisier keşfetmemiştir; fakat her iki keşfin de teorik açıklamasını o yapar.

Lavoisier'in kimya bilimi bakımından çok önemli bir başka katkısı da kimya terimlerini karışıklıktan kurtarıp mantıksal bir düzene sokmasıdır. O zamana kadar ortaya atılmış olan adların kullanılması ve hatırdaki tutulması son derece güçtü. Lavoisier Yunan ve Latince köklerden yararlanarak «oksijen», «hidrojen», «karbon» gibi daha belirgin adlar önerir. Başlangıçta ne Bilim Akademisi ne de bilim adamları tarafından benimsenen bu sistemi, Lavoisier ünlü ders kitabı (Trait  Elemtaire de Chimie)'nı yazarak benimsetme yoluna gider. Önerdiği sistemin, kendisinden 20 yıl sonra John Dalton tarafından kurulan atom teorisine tıpatıp uyacağını o zaman tahmin etmek güçtü. Kitapta ilk kez elementlerin bir listesi de yer almıştır. Lavoisier «element»i daha küçük bir şeye ayıramayan madde olarak tanımlar.

Gene bu kitabında Lavoisier ilk kez Kütlenin Korunumu ilkesini açıklamaktadır: Kimyasal bir değişimde kütle ne yitirilir ne de kazanılır; sonuçta elde edilen maddenin kütlesi başlangıçtaki maddelerin kütlesine eşittir.

Lavoisier kitabını 1789 ihtilâlinin kanlı günlerinde yayınlamıştı. Kendisini haksız kazanç sağlamak ve başkalarının fikirlerini çalmış olmakla suçlayanlar giderek tehlikeli olmuşlardı. Lavoisier bu fırtınalı günlerde solunum, hayvan ısısı, yiyecek maddelerinin yanması gibi konularda deneyler yapıyordu. 1793'de tutuklanarak hapse atılır; arkasından ölüme mahkûm edilir. Mahkemede bazı tanıklar, «Vatandaş Lavoisier'in, Fransa'ya şeref getirenler arasında seçkin bir yeri olduğu üzerinde tüm bilim ndamları birleşmiştir.» dediklerinde yargıcın cevabı şu olur: «Cumhuriyetin bilim adamlarına ihtiyacı yoktur.»

Soru 81 Lavoisier'den sonra ne gibi gelişmeler oldu?

Lavoisier'in ölümünden çok geçmeden phlogiston teorisini gözden düşürdü; bilim adamları için yanma oksijenle birleşme olayından, ısı ise son derece küçük madde parçacıklarının hareketinden başka bir şey değildi artık. Black, Cavendish, Priestley ve Lavoisier'in dikkatli ölçme işlemleri kimyayı kantitatif bilim olma yoluna çıkarmıştı. Bundan sonra kimyasal birleşimlerin kanunlarını saptamak ve bunlara geçerli açıklama getirmek işi vardı.

Bu yolda ilk adımı «belirli oranlar kanunu»nu formüle eden Fransız kimyacı Proust (1754-1826) atar. Buna göre, tüm kimyasal birleşimlerde, bileşimi meydana getiren elementlerin ağırlıkları arasında değişmeyen, belirli bir oran vardır.

İkinci fakat daha büyük adımı İngiliz John Dalton (1766-1844) atar. Dalton, su ile zeytinyağının birbirinden ayrılması gibi havadaki ağır ve hafif gazların neden ayrılmadığını merak eder; ve şu sonuca varır: havayı meydana getiren gazlar Demokrit'in tasavvur ettiği gibi atomlardan ibaret olmalı ki, hava dediğimiz bu karışım meydana gelsin.

Bu düşünce, «belirli oranlar kanunu»na da ışık tutuyordu. Demek oluyordu ki, atomsal parçacıklar küçük gruplar halinde bir araya gelerek daha karmaşık maddeler meydana getirmekteydi. Dalton örnek olarak CO'nun birer karbon ve oksijen atomlarından, CO₂'nin ise bir karbon iki oksijen atomundan oluştuğunu gösteriyordu.

Bu doğru ise, Proust kanununun çeşitli atomların bağlı ağırlıklarını göstereceği muhakkaktı. Nitekim CO₂'nin 6 gram karbon ile 16 gram oksijenden ibaret olduğu biliniyordu. Buna göre, bileşimde bir karbon atomu ve iki oksijen atomu olduğundan, karbon ve oksijen atomlarının ağırlıkları 3'e karşı 8 oranında demektir.

Birçok atomların bağıl ağırlıkları böyle saptandıktan sonra, bu ağırlıkların hidrojen atomunun ağırlığının katları olduğu anlaşıldı. Bundan hareketle bazı kimselerin, tüm maddelerin aslında hidrojen atomlarından meydana geldiği hipotezini ortaya attığı görülür. Thales'in 2500 yıl önce, «Evreni oluşturan temel madde nedir?» sorusuna, «Hidrojen,» diye cevap verilmeğe başlandı.

Gazlarla ilgili önemli bir ilişkiyi Fransız kimyacı Gay-Lussac ortaya çıkarır: bir bileşiği oluşturan öğelerin hepsi gaz türünden ise, bunların bileşimdeki oranlarını hacimleri ile tayin edebiliriz. Örneğin, bir hacim oksijen, iki hacim hidrojen ile birleşerek su meydana gelir. Daha basit olarak sonuç şöyle genelleştirilebilir: aynı koşullar altında oksijen atomlarının işgal ettiği yer, aynı sayıda hidrojen atomlarının işgal ettiği yere eşittir.

Bundan daha da genel olan ilişkiye İtalyan kimyacı Avogadro ulaşır:

Basınç ve sıcaklık aynı kalmak şartı ile, belli hacimdeki herhangi bir gaz daima aynı sayıda molekül ihtiva eder.

Avogadro kendi adını taşıyan bu kanuna, Dalton ve Gay-Lussac'ın buldukları ilişkileri genelleştirerek ulaştığını saklamamıştır. «Molekül» terimiyle, atomların teşkil ettiği küçük grupları adlandırır. Şimdi önemli olan belli basınç ve sıcaklık koşullarında bir gazın ihtiva ettiği molekül sayısını bulmaktır. İncelemeler, standard atmosfer basınç ve sıcaklığında bir santimetreküp gazda yaklaşık, 2.685×10^{19} molekül olduğunu gösterir.

Öte yandan, grup teşkil eden elementlerin fiziksel özelliklerinin aynı olmasa bile benzer olduğu kimyacıların gözünden kaçmaz. Örneğin bazı metal gruplarını teşkil eden atomlar o denli eylemsizdir ki, bunların diğer maddelerin

atomları ile birleşmeleri olanaksızdır. Çeşitli elementlerin fiziksel özellikleri ile atomsal ağırlıkları arasındaki ilişki merak konusu olunca, Rus bilgini Dimitri Mendeleef'in (1834-1907) «Elementlerin Periyodik Tablosu» keşfi ile sonuçlanan gelişmeye yol açılmış olur.

Akla gelen ilk şey atom ağırlığı yüksek olan elementlerle düşük olan elementlerin farklı özellikler taşımasıdır. Oysa Periyodik Tablo başka bir ilişki göstermektedir: elementler artan atom ağırlığına göre sıralanıp 1, 2, 3, ... diye numaralandığında, 2, 10, 18, 36, 54 numaralarını taşıyanların benzer özellikleri olduğu, gene 3, 11, 19, vb. numaralarını taşıyanların da benzer özellikleri olduğu görülmüştür. Elementlere ait özellikler, periyodik olarak kendilerini tekrarlamaktadır. Bunun nedeni fiziksel olup anlaşılması uzun süre almıştır.

XI. BÖLÜM

ENDÜSTRİ DÖNEMİNDE BİLİM

Soru 82 Işığın dalga teorisi nasıl üstünlük sağladı?

Işığın yapısal niteliği eski Yunanlılardan beri merak konusudur. Onyedinci yüzyılda ortaya atılan iki teori (dalga ve parçacık teorileri)'nin birbirine karşı sürdürdükleri üstünlük yarışması bugün bile bitmiş değildir.

Huygens ışık ve sesin benzerliğini gözönünde tutarak dalga teorisini ileri sürmüştü. Ses dalgalarının geçişi için gerekli ortamı hava sağlıyordu. Oysa ışık havasız yerlerde de ilerliyordu. Bu nedenle, o uzayın, «esir» denilen ve küçük elastiki yuvarlardan oluşan bir ortamla dolu olduğu fikrini ortaya atmıştı.

Newton 1704'de yayınlanan **Opticks** adlı kitabında Huygens'in teorisini reddederek, parçacık teorisini ileri sürer. Buna göre ışık, büyük bir hızla hareket eden çok küçük parçacıklardan ibarettir. Hareketin birinci kanununa uygun olarak bu parçacıklar bir kuvvet tarafından saptırılmadıkça düz bir çizgi üzerinde ilerlerler. Işık yansımaları bu parçacıkların yansıtıcı bir cisim tarafından geriye atılması biçiminde olur. Işık kırılmasına gelince, ortam değişikliği sırasında meydana gelen bu olay (örneğin ışığın havadan suya geçişinde olduğu gibi) parçacıkların yeni ortam yüzeyinde uğradıkları çekimle açıklanmıştır.

Newton teorisini, şu iki nedene bağlıyordu: Her şeyden önce ışığın düz çizgi üzerinde ilerlemesini dalga teori-

sinin izah edemeyeceği inancındaydı. Sonra parçacık teorisi, kendi mekanik teorisine tam uygun düşüyordu. Oysa dalga teorisi bu uygunluğu göstermiyordu.

İki teorinin de kuvvetli ve zayıf yanları vardı. Bununla beraber Newton'dan sonra bu konuda bir ilerleme göze çarpmaz. Onsekizinci yüzyıl boyunca parçacık teorisi egemenliğini sürdürür gibidir. Ondokuzuncu yüzyılın başlaması ile durum birdenbire değişir; hem konuya karşı ilgi canlanır, hem de dalga teorisi kendini yeniden gösterir.

Işık ve ses üzerinde bazı denemeler yapan Thomas Young (1773-1829) elde ettiği sonuçların ancak ışığın dalga olması halinde açıklanabileceğini görür. Örneğin, ona göre, parçacık teorisi ışığın (ışık kaynağının niteliği ve sıcaklığı ne olursa olsun) neden daima aynı hızla ilerlediğini açıklayamamaktadır. Dalgaların hızının daima aynı olduğunu bekleyebiliriz; fakat parçacıklar neden daima aynı hızda olsunlar? Gene yansıma ve kırılmanın aynı zamanda olması dalga açısından bakılınca, doğaldır; fakat neden parçacıkların bir kısmı yansırken, bir kısmı kırılma gösterebilir?

Yukarıda belirttiğimiz gibi, Newton ışık dalga niteliğinde olsaydı düz çizgi üzerinde ilerleyemez, keskin gölge yapamaz demişti. Young'ın buna verdiği cevap şu: şayet ışığın dalga uzunlukları yeteri kadar kısa ise hem düz çizgi üzerinde ilerlemesi, hem de keskin gölge yapması beklenebilir.

Young'ın keşfettiği bir ilke modern dalga teorisine temel teşkil etmiştir. Buna göre, şayet iki ışık dalgası birbirine yarım dalga uzunluğu kadar aykırı düşüyorsa, öyle ki, birinin tepesi ötekinin tabanı ile birleşiyorsa, bu dalgalar birbirini yok eder ve karanlık meydana gelir. Oysa böyle bir uyumsuzluk içinde değilse, birbirlerini pekiştirerek ilerlerler. Young «girişim» (interference) dediği bu teoriyi kullanarak birtakım güçlükleri cevapladıktan başka, ışığın dalga uzunluğunu da ölçmeği başarır.

Açıklanması gereken bir başka olay da şimdi «kırınım» (diffraction) denilen olaydı. Şöyle ki, güneş ışığı küçük bir delikten karanlık bir odaya girdiğinde yolu üstündeki engellerin bir perdeye yansıyan gölgelerinin kenarlarının etrafında çift gökkuşağı renginde şeritler görünür. Fresnel adında bir Fransız bilim adamı Young'ın girişim ilkesini kullanarak kırınım olayını başarıyla açıklar. Fransız Bilim Akademisi üyelerinden birinin, teori doğru ise, küçük küresel bir cismin gölgesinin tam ortasında parlak bir noktanın görülmesi gerekir, demesi üzerine deneme yapılır; sonucun beklendiği gibi çıkması dalga teorisine yeni bir güç kazandırır.

Fizeau ve Foucault gibi bilim adamları ışığın hızını ölçmede oldukça başarılı sonuçlar alırlar. Fizeau bu hızın saniyede 315.300 km., Foucault ise 298.600 km. olduğunu bulur. Michelson'ın yaptığı daha güvenilir bir ölçme bu değer 299.770 km. olduğunu göstermiştir.

Foucault ayrıca ışığın yoğun bir ortamda daha az hızla ilerlediğini ispat ederek parçacık teorisine ölüm darbesini indirir. Zira bu teori ışığın kırılmasını, yoğun ortamda daha hızlı gittiği varsayımına dayanarak açıklayabiliyordu ancak.

Soru 83 Enerjinin korunumu ve israfı ne demektir?

Maddenin yapısı üzerindeki çalışmalar madde-enerji ilişkisini ön plana çıkarmada gecikmez. Bu alanda ilk önemli girişimi bir Fransız mühendisi olan Sadi Carnot (1796-1832) yapmıştır.

Carnot hayatının tek eseri olan **Réflexions sur la Puissance motrice du Feu** (Isının İtici Gücü Üzerinde Düşünceler)'de modern termo dinamiği kurar. Gerçi Carnot'ın amacı teorik bir sistem kurmak değildi; o bir uygulayıcı mühendis olarak endüstri ekonomisine bir katkıda bulunmak istemiş-

ti. Giderek artan ölçülerde kullanılmaya başlanan buhar makinasının çalışması yakıtla bağlıydı. Carnot, belli miktardaki bir yakıtla ne kadar iş elde edilebileceğini, en az yakıtla en çok işin nasıl sağlanabileceğini bilmek istiyordu. İş, bir ağırlığın belli bir yüksekliğe çıkarılması biçiminde tanımlıyor, öncelikle ısının işle değişebilirliği konusu üzerinde duruyordu. Ulaştığı sonuç şöyle özetlenebilir: ısının yüksek sıcaklıktan alçak sıcaklığa düşmesi enerji üretir, tıpkı suyun yüksekte alçağa düşmesiyle değirmen gücünün ortaya çıkışı gibi.

Carnot'ın fikirlerinin etkili hale gelmesi James Prescott Joule (1818-1889) ve Lord Kelvin (1824-1907) gibi bilim adamlarını bekler.

Enerjinin korunumu ilkesi, enerjinin yoktan yaratılamayacağını ve yok edilemeyeceğini ifade eder. Enerji ancak bir biçimden başka bir biçime çevrilebilir.

Enerji ile ilgili ikinci önemli ilke de, enerjinin israfı ile ilgili. Buna göre, her ne kadar bir değişimde enerji yok edilemezse de, israf edilebilir.

Enerjinin korunumu ilkesi son derece geniş kapsamlı olup mekanik, termal, optik, elektrik ve kimyasal türden birçok olgulara uygulama gücü taşımaktadır. İngiliz Joules elektrik üzerindeki çalışmaları ile, Alman Mayer ise biyoloji alanındaki incelemeleriyle bu ilkeye ulaşırlar.

İlkenin en açık ve somut uygulaması mekanik enerjinin ısıya çevrilmesinde kendisini gösterir. Isıyı akıcı bir sıvı gibi ortaya koyan kalorik teori bu ilkenin ışığında yerini kinetik teorisine bırakır. Kinetik teorisine göre, ısı bir cisim meydana getiren küçük parçacıkların hareketinden doğan enerjidir. Joules'in deneyleri bir bataryadan harcanan kimyasal enerjinin elektrik devresinde meydana gelen ısıya denk olduğunu gösterir. Daha sonra bu enerjinin, bataryanın çalıştırdığı motorun mekanik işiyle orantılı olduğunu gören Joules iki sonucu genelleyerek kimyasal enerjinin hem ısı

enerjisine hem de mekanik enerjiye eşit olduğunu ileri sürer.

Joules'in İngiltere'de ulaştığı genel sonucu açıkladığı 1847'de, Alman fizik bilgini Helmholtz (1821-94) aynı sonucu, ısı ve ışın belli bir oranda değişebilirlik ilkesini, bir yazısı ile ortaya koyuyordu. Joules deneysel yoldan, Helmholtz ise sürekli hareketin olasızlığına dayanarak soyut düşünme ile aynı sonuca ulaşmışlardı.

Lord Kelvin (asıl adı William Thomson) de tam bu sıralarda Carnot'ın ulaştığı sonucu genişletici çalışmalara girişmişti. Carnot, ısının sıcak sudan soğuk suya geçişinde neden hiç bir ışın meydana gelmediği olayını açıklamadan bırakmıştı. Joules de bazı noktalarda Carnot'la çelişen sonuçlar getirmekteydi. İlk kez bir Alman bilim adamı olan Clausius, Carnot ve Joules'in sonuçlarını, Berlin Bilimler Akademisine sunduğu tebliğinde bir teori altında toplama-yı başarır. Clausius bu tebliğinde termodinamiğin iki temel ilkesini, enerjinin korunumu ilkesi ile enerjinin israfı ilkesini, ortaya koyar. Kelvin'in de aynı ilkeleri (matematiksel bir temele oturtulmuş olarak) hemen hemen aynı zamanda Edinburg Kraliyet Cemiyetinde açıkladığını görüyoruz. Lord Kelvin, İngiltere'de ilk bilim laboratuvarını kurmakla da tanınır. O dönemde onun gibi hem ders veren hem de laboratuvar keşiflerinde bulunan başka bir isim göstermek güçtür.

Kelvin aynı zamanda enerji veya ısıyı ölçmek için bir ölçek de geliştirir. Isı madde parçacıklarının gelişigüzel hareketlerinden doğduğuna göre, bu hareketlerin olmadığı noktayı sıcaklık ölçeğinin «mutlak sıfır» noktası olarak kabul edebiliriz. Carnot teorik olarak bunun tüm maddeler için aynı olduğu sonucunu çıkartmıştı. Kelvin'in deneyleri bunun -273°C olduğunu gösterir.

Madde ve enerji ilişkisinde son derece önemli bir adımı da yüzyılımız başlarında Einstein atar. Einstein enerjinin

korunumu ilkesi ile kütlenin korunumu ilkesini birleştirir. İlerde de göreceğimiz gibi, realitivite teorisinden belli bir kütlenin belli bir enerjiye eşit olduğunu istidlâl ederek doğ-ruluğu atom bombasının patlatılması ile isbatlanan şu denklemler yazar: $E = mc^2$. Yarım kilodan az radyo-aktif bir maddenin yok olması ile iki milyon ton kömürün yanmasından sağlanacak enerji kadar bir enerji elde edilebilir, buna göre.

Soru 84 Elektrik kavramının oluşumunu kimlere borçluyuz?

Newton'dan sonra fizik alanında en önemli gelişme on-dokuzuncu yüzyılda Faraday ve James Clerk Maxwell'in elektrik konusundaki çalışmaları olmuştur. Newton için fizik dünyada olup bitenler uzayda madde parçacıklarının mekanik hareketlerine dayanıyordu. Newton'ın «kuvvet» kavramına karşılık Faraday «alan» kavramını getirir. Alan ona göre parçacıkları çevreleyen ve parçacıkların bir tür uzanımı olan bir uzay bölgesidir. Başka bir deyişle, elektrik, manyetik veya yerçekim kuvvetinin yer aldığı bir uzay parçası o kuvvet için bir alan teşkil eder.

Gilbert'in 1600'de yayınladığı **De Magnete** elektrik ve manyetik konularındaki bilimsel çalışmaların başlangıcı sayılır. Kitapta manyetik konusunun daha büyük yer alması o dönemin, özellikle denizcilik yönünden, karşılaşmış olduğu pratik ihtiyaçlardan ileri geliyordu. Oysa elektrik için bir uygulama olanağı henüz yoktu.

Eskiden beri bir kehribar parçasının sürtünme ile hafif nesnelere çekme gücü kazandığı bilinen bir olaydı. Gilbert bu olayı çekme gücünün sürtünülen nesnede saklı olmasına bağlıyordu. İncelenmesine, bir mil etrafında yatay olarak dönen hafif bir metal iğneden ibaret kaba bir «elekt-

roskop» aracı yaparak başlar. Bu araç hem elektiriğin var olup olmadığını, hem de varsa kabaca miktarını gösteriyordu. Gilbert çeşitli maddelerin sürtünmeden sonra bu sallanan iğne üzerindeki etkisini incelediğinde, bunların iki gruba ayrıldığını saptar. Bazıları (örneğin cam, kükürt, reçine, vb.) kehribar gibi sürtünme ile çekme gücü kazanmakta; oysa diğer bazıları (örneğin bakır ve gümüş gibi) böyle bir özellik göstermemekte. Gilbert birinci türden olanlara «elektrik», ikinci türden olanlara «elektrik olmayan» nesnelere adını verir. Onun elektrik olmayan nesnelere bizim «iletken» dediğimiz, elektrik akımını kolayca geçiren; elektrik nesnelere ise bizim yalıtkan (izolator) dediğimiz, elektrik akımının depo edilebildiği maddeleri teşkil etmektedir.

Onsekizinci yüzyılın sonlarına gelinceye kadar, elektrik konusu ile ilgilenenler, Gilbert'i izleyerek, çalışmalarını «elektrostatik» üzerinde yoğunlaştırırlar. Ne var ki, bu yönde «elektron» kavramı ortaya çıkıncaya kadar fazla bir ilerleme göze çarpmaz. Oysa onsekizinci yüzyılın ikinci yarısında «elektrik akımı»nın keşfiyle yeni bir dönem başlar.

Bilimdeki birçok önemli buluşlar gibi bu da bir rastlantı sonucu ortaya çıkar: **Torpedo** ve **Gymnotus** gibi balıkların yaptığı şok etkisi bazı fizikçileri ilgilendirmeye başlar; bu şokların, Leyden şişesinin yaptığı şokları andırması nedeniyle, elektriksel olabileceği üzerinde durulur, ve bu elektiriğin biyolojik yanını incelemeye yol açar. 1786'da İtalyan bilim adamı Galvani, Leyden şişesine bağladığı kurbağa bacağına birtakım spasmodik çekilmeler olduğunu görür. Galvani kasların çekilmesiyle de elektriksel olguların meydana geldiğini gösterdiğini iddia etmişse de aslında bunun isbatı daha sonraki çalışmalarla yapılmıştır. Onun «hayvan elektiriği» dediği şeyle açıkladığı bu gibi olgulara başkaları «galvanizm» demiştir.

Galvani'den sonra Volta elektriksel aktivitenin dokunma, tadma ve görme organlarını etkileyerek çeşitli duyula-

ra yol açtığını gösterir. Örneğin, farklı metallere yapılmış iki kuruştan birini dilin üstüne, diğerini dilin altına yerleştirip yüzlerini bir iletken telle elektriğe bağladığımızda, dilin tuzlu bir tad almaya başladığı görülür. Volta da buna «hayvan elektriği» demişti. Fakat aynı sonucun dil yerine salamuraya batırılmış kalınca bir karton parçası ile de ortaya çıktığını görünce, söz konusu etkinin canlı bir organ olan dile bağlı olduğu fikrinden vazgeçer ve çok geçmeden çinko, kâğıt, bakır tabakalarını aynı sıra içinde istif ederek Volta pilini yapar. Bu pilde en altta bulunan çinko tabakası en üstte bulunan bakır tabakası ile bağlandığında, aradaki iletken telden sürekli olarak elektriğin aktığı görülür. Son derece basit bir araç olan Volta pili dinamo ortaya çıkıncaya kadar her türlü elektrik üreticisi batarya ve akümülatörlerin esasını teşkil etmiştir.

Ondokuzuncu yüzyılın başlarına kadar Volta pilinin ürettiği türden elektriğe «hareketli elektrik», sürtünme ile üretilen elektriğe «gerilimli elektrik» deniyordu. Bu deyimleri yeterince belli bulmayan Ohm 1827'de daha açık ve belirli bir terminoloji kullanır. Ohm elektriği suyun akışına, friksiyonel (sürtüşmeli) bir makinadaki elektriği çok yüksekten düşen küçük bir suya benzetiyordu. Buna karşılık, Volta pilinin bağlayıcı iletkeninden elektrik akışı, geniş bir nehirdeki suyun çağlayansız akışı gibiydi. Bir devredeki sürekli akış, çembersel bir kanaldaki suyun akışını andırırdı. Kanalda suyun akışını sağlamak için nasıl bir pompa istasyonuna ihtiyaç varsa, devredeki akımın sürekliliği de bir elektrik üreticisine (pil, akümülatör veya dinamo'ya) ihtiyaç gösterir.

Ohm, elektrik miktarı, akım gücü, ve voltaj gibi kavramlara açıklık ve kesinlik getirir. Buna göre elektrik miktarı yukardaki analogide olduğu gibi su miktarına, elektrik akımı kanaldaki suyun (bir zaman biriminde belli bir noktadan) geçişine, voltaj ise nehirin düştüğü yüksekliğe (daha kesin

bir anlatımla bir birim elektriği devrede bir noktadan diğer bir noktaya taşımak için yapılması gerekli iş miktarına) karşılık alınarak açıklık kazanır.

Soru 85 Elektrik ne gibi yeni gelişmelere yol açtı?

Volta pilinin icadından hemen sonra, Nicholson ve Carlisle adında iki İngiliz'in pilin yapımında yaptıkları bir değişiklik önemli gelişmelere yol açar. İlk çinko levhayı son bakır levhaya bir telle birleştirme yerine, herbirine pirinç bir tel bağlayarak tellerin serbest uçlarını içinde su ve tuz bulunan bir kaba yerleştirme yoluna giderler. Böylece, akım tek bir telden değil iki telden ve bir iletken olan tuzlu sudan geçmeğe başlayınca tellerden birinin ucunda hidrojen gazının toplandığı, diğerinin ucunun ise okside olduğu görülür. Bu demektir ki, elektrik akımının geçişi suyu bileşimindeki hidrojen ve oksijene ayırmıştı.

Bu sonucun gözleminden «elektrokimya» denen bilim dalının ortaya çıktığını görmekteyiz. Su gibi diğer bazı maddelerin de aynı yoldan temel elementlerine ayrılabilirdiği çok geçmeden anlaşılır. Hatta bu yoldan Sir Humphry Davy (1778-1829)'nin sodyum ve potasyumu buluşunda gördüğümüz gibi yeni bazı elementlerin keşfi yapılır.

Nicholson ve Carlisle'in denemesinde uçların etrafında toplanan hidrojen ve oksijen gazlarının miktar yönünden tuzlu sudan geçen akımın miktarı ile orantılı olduğu görülmüştü. Bu ilişkinin önemini kavrayan Faraday, çeşitli maddelerin bir gramının serbest hale gelmesi için ne kadar elektriğe ihtiyaç olduğunu ölçme yoluna gider; ve görür ki, bu miktar maddenin atomsal ağırlığı ile bağıntılıdır. İncelemeler daha sonra bu miktarın serbest hale gelen maddenin atom sayısı ile çok daha sıkı ilişkili olduğunu gösterir. Böylece, her atoma ilişkin bir temel elektrik yükü biriminin olduğu fikri doğar ki, bu da, ilerde doğacak «elektron» kav-

ramının başlangıcı olur. («Amper» denilen akım birimi, bir saniyede 0,0011183 gram gümüşü serbest hale getiren akım miktarı olarak tanımlanmıştır.)

Elektrokimyanın gelişmesinde Faraday'ın rolü bununla bitmez. Bugün kullanılan terimlerin birçoğunu ona borçluyuz: elektrik akımı geçirerek bir maddeyi bileşimindeki elementlere ayırma sürecine «elektroliz», çözülen maddeye de «elektrolit» adını verir. Elektrolit içine konan iki levhaya «anod» ve «katod» diyerek pozitif akımın birinciden ikinciye doğru olduğunu belirler. Birincisinde toplanan çözültüye «anyon», ikincisinde toplanana «katyon» veya ikisine birden «iyon» der.

Elektrik konusunun kimya ile ilişkisi böylece saptanmış olur. Bu ilişki çok geçmeden başka alanlarda da kendini gösterir. Bazı hallerde bir iletkenin geçen akımın ısı veya ışık çıkarmış olması, elektrikten ısı ve ışık elde etme teknolojisinin ortaya çıkmasına yol açan gözlemler arasındadır. Fakat daha önemli ilişki elektrikle-mıknatıs arasında saptanan ilişkidir.

Elektrik akımının mıknatıslı bir iğneyi etkilediği pek çok kimsenin gözünden kaçmamıştır. Bu konuda ilk kesin gözlemi Danimarkalı bilim adamı Oersted'e borçluyuz. Oersted'in bir iplikle asılı bulunan mıknatıslı bir iğnenin, civarından bir elektrik akımının geçmesiyle yerinden saptığını deneysel olarak saptaması son derece karmaşık görünen telgraf teknolojisinin temelinde yatan ilişkiyi vermiştir. Aynı gözlem, «galvanometre» denilen araçla elektrik akımının şiddetini ölçme olanağını getirmiştir.

Oersted'in buluşunun önemli sonuçlar taşıdığını görenlerin başında Fransız fizikçisi Ampère gelir. Birbirine yakın A ve B gibi iki mıknatısın birbirini iteceği ötedenberi bilinen bir olaydı. Oersted bunlardan birinin yerine elektrik akımının konabileceğini göstermişti. Ampère ötekisi için de aynı şeyin yapılabileceğini gösterir. Böylece mıknatısla elektrik

akımının eşdeğer olduğu isbatlanmış olur. Mıknatıslar gibi yerlerine geçen akımların da birbirini çektiği veya ittiği gerçeği ortaya çıkar. Bu sonucun ne denli önemli olduğunu Faraday'ın deneyleri gösterecektir.

Soru 86 Elektro-manyetik teori nasıl kuruldu?

Yoksul bir ailenin çocuğu olarak dünyaya gelen Michael Faraday (1791 - 1867), hemen hiç öğrenim olanağı bulmadığı halde, dünyanın en seçkin deneysel araştırmacılarından biri olur. Çocukluğunu bir kitapçada çıraklık yaparak geçirir. Kitaplar arasında bilim ile ilgili olanlara özel bir merak gösterir; bunları giderek artan ölçülerde okuyarak kendini yetiştirmeğe çalışır. Bir rastlantı sonucu Sir Humphry Davy'nin Kraliyet Enstitüsündeki konferansına giden Faraday, çok geçmeden Davy'nin dikkatini çeker, ve ona laboratuvar asistanı olur.

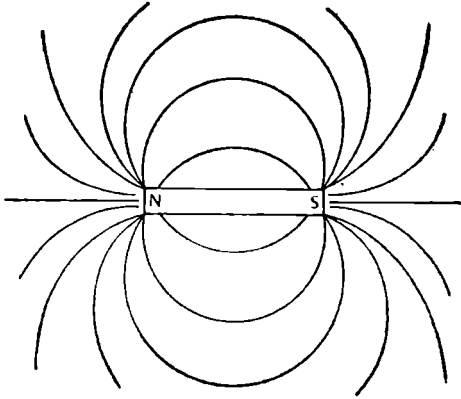
Faraday'ın en önemli keşfi «elektromanyetik endüksiyon» denen olaydır. Oersted'in, 1820'deki bir akımın manyetik etkisi ile ilgili buluşunu biliyordu. O aynı ilişkiye ters yönden bakarak, mıknatısla elektrik akımı üretme ihtimali üzerinde durur. On yıl süren deneylerden sonra 1831'de sonuca ulaşır, fakat keşfettiği olayı açıklığa kavuşturmak için incelemelerini daha bir süre sürdürmesi gerekir.

Faraday buluşunu basit bir deneyle şöyle kanıtlamıştı: Bir bobinden bir mıknatıs çubuğu geçirerek. Bobini içi boş silindir biçiminde karton üzerine 70 m. kadar bakır tel sararak elde etmiş ve üretilen akımı ölçmek için bir galvanometreye bağlamıştı.

Böylece Faraday'ın, bir mıknatısın hareketi ile elektrik akımının üretilebileceğini göstermesi, mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülebileceği olasılığını yaratır. Büyük çapta bir uygulamada mıknatısın hareketi kömürle

çalışan bir makina ile sağlanabilir. Bu kömürün verdiği ısı enerjisini elektrik enerjisine çevirmek demektir. Elektrik mühendisliği biliminin doğuşu bu ilişkilerin ortaya çıkması ile başlamıştır. Gerçekten Faraday'ın katıksız bilim tutkusunu ile sürdürdüğü deneylerden uygulama değeri büyük ve modern endüstrinin temelini teşkil eden mekanik elektrik üretimi ve dinamo sistemi doğmuştur. Öte yandan elektrik enerjisinin mekanik işe çevrilmesi ile de elektrik motorlarının ve tren, tramvay, asansör ve benzer her türlü elektrikli taşıt araçlarının yapımı olanak kazanmıştır.

Faraday buluşunu başka bir gözlemden yararlanarak açıklamaya çalışır: üstünde demir tozları bulunan bir kâğıdı bir mıknatıs üzerinde tuttuğumuzda, tozların şekilde görüldüğü gibi çizgiler teşkil ettiğini görürüz:



ŞEKİL 6

Faraday'ın manyetik kuvvet çizgileri

(Kaynak: Bruton, **The Story of Western Science**, s. 89.)

Faraday bu çizgilere «manyetik kuvvet çizgileri» adını verir. Ona göre bu çizgiler mıknatısın çevresindeki manye-

tik alanı temsil etmekte, yönleri de manyetik alanın yönünü göstermektedir. Faraday, mıknatısın hareketi ile bobinde akımın meydana gelmesini, bobinin teşkil ettiği devrenin, mıknatısı çevreleyen manyetik kuvvet çizgilerini kesmesine bağlıyordu. Başka bir deyişle, mıknatısın bobin içindeki hareketi ile elektrik akımının meydana gelişi, manyetik kuvvet çizgilerinin iletken devreyi bir tür taramasından ileri geliyordu.

Faraday'ın bu açıklaması matematiksel olarak daha kesin bir biçimde ifade edilebilirdi. Ne var ki, o bir matematikçi değildi. Teorinin matematiksel ifadesi James Clerk Maxwell'in elinde gerçekleşir. Faraday'ın deneysel sonuçları üzerinde çalışan Maxwell «Faraday'ın Kuvvet Çizgileri» başlığını taşıyan bir etüdünde (1856) onun fikirlerinin matematiksel terimlerle nasıl ifade edilebileceğini gösterir.

Maxwell'in daha sonra geliştirdiği elektro-manyetik teori de geniş ölçüde Faraday'ın ulaştığı sonuçlara dayanır. Bu teoriye göre, tüm uzay ışık dalgalarının geçişini sağlayan bir ortamla doludur. Işık dalgalarının geçişi, bu ortamdan bir enerjinin geçişi demektir. Enerji ortamın bir bölümünden bir başka bölümüne geçerken değişik olarak kinetik (hareket halinde enerji) ve potansiyel (depo edilmiş halde enerji) biçimleri alır. Şöyle ki, manyetik alandaki bir değişiklik «esir» denen ortamda elektriğin yer değişimine yol açar ve bu potansiyel enerji sağlar. Yer değişiminin yeniden eski haline gelmesi bir manyetik alan yaratır, bu da kinetik enerji sağlar. Bu alan tekrar elektrik yer değişimine yol açar, ve bu döngül hareket sürüp gider. Böylece meydana gelen «elektro-manyetik» dalga birbiriyle değişen manyetik ve elektrik alanlarından ibarettir.

Elektrik ve manyetiğin temel kanunlarını matematiksel denklemlerle ifade eden Maxwell, elektro-manyetik dalgaların hızının ışık hızına denk olduğunu göstermekle, aynı zamanda, ışığın elektromanyetik nitelikte olabileceği dü-

şüncesine yol açar, ve o zamana kadar ayrı olan optik, elektrik ve mıknatıs bilimlerinin birleşme olanağını getirir.

Maxwell'in teorik düzeyde matematiksel olarak ulaştığı bu sonucu 1887'de Alman bilim adamı Hertz deneysel olarak kanıtlar. Hertz'in elektrik kaynaklarından elde ettiği dalgalar Maxwell teorisinde öngörülen dalgayla aynı olduktan başka ışık dalgalarının da tüm özelliklerini taşıyordu. Bunlar gerçekte şimdi radyo dalgası denilen dalga uzunluğu çok kısa dalgalardı. İşte modern radyo-transmisyon tekniği dediğimiz muazzam endüstrinin temeli Faraday, Maxwell ve Hertz'in bilimsel çalışmalarında yatmaktadır.

Hertz daha da ileri giderek, Maxwell'in elektro-manyetik kanunlarının elektrik ile mıknatıs arasında bir simetri içerdiğini gösterir. Elektrik kuvvet alanında bir değişiklik manyetik kuvvetlerin ortaya çıkmasına, manyetik kuvvet alanında bir değişiklik elektriksel kuvvetlerin ortaya çıkmasına yol açar. Üstelik, değişikliği yeni kuvvetlere bağlayan matematiksel kanunlar her iki halde de özdeştir. Hertz'in bu buluşu, elektrik ve mıknatıs kavramlarının aydınlık kazanmasında çok yararlı olmuştur. 1897'de elektromotorun bulunması ile modern elektrik teorisinin esaslarının kurulması tamamlanmış olur.

Soru 87 Evrim teorisi nasıl doğdu?

Ondokuzuncu yüzyılın ortalarına gelinceye kadar insanoğlunun görüşünü fizik bilimlerde yer alan göz kamaştırıcı gelişmeler etkilemişti. Kopernik dünyayı evrenin merkezi olmaktan çıkarmak, Galileo ile Newton ise yer cisimleri gibi gök cisimlerinin de mekanik kanunlar uyarınca hareket ettiklerini göstermek suretiyle evren görüşümüzü büyük ölçüde değiştirmişlerdi. İnsanoğlunun canlı varlıklar

üzerindeki görüşünün değişimi ise başka bir bilimsel devrimi beklemiştir: Darwin'in evrim teorisi.

Darwin'e gelinceye kadar, genel kanı çeşitli canlı varlıkların aynı zamanda fakat birbirinden bağımsız olarak yaratıldığı üzerinde toplanıyordu. Hıristiyan din adamları evrenin yaratılışını en çok 6000 yıl önceye götürüyorlardı. Buna göre canlı varlıkların ortaya çıkışı birkaç bin yıldan daha geri gitmiyordu. Darwin teorisi ise tüm canlı organizmaların geniş zaman süresinde ortak bir kökenden evrim yoluyla ortaya çıktıkları iddiasını temellendiriyordu.

«Evrim» kavramı Darwin'in icadı değil; daha gerilere gider. Canlıların bazı belirgin türlere ayrıldığı eski çağlardan beri bilinen bir gerçek. Örneğin balıklar, kuşlar ve insanların kesin farklarla apayrı türler olduğu besbelli. Canlıların belli bir düzen içinde sınıflanabileceği onyedinci yüzyıldan itibaren çeşitli kimseler tarafından gösterilmiştir. Canlılar arasındaki fark ve benzerliklerin gelişigüzel değil, fakat bir düzen ve plana bağlı olduğu gözlemi çeşitli açıklamalara yol açmıştır. Bu açıklamalardan biri eski Yunanlılara kadar gider: Buna göre evren en üstte insanın bulunduğu hiyerarşik bir kuruluş içindedir. Daha bilimsel bir açıklamayı Fransız bilim adamı Buffon (1707 - 1788)'da bulmaktayız. İncelemelerini **Doğal Tarih** başlığı ile 21 ciltte toplayan Buffon hayvanlar arasındaki benzerlikleri manidar görerek bunların aynı kökene bağlı olabilecekleri görüşünü savunur, fakat dinsel inançları nedeniyle evrimden söz etmekten kaçınır. Evrim kavramını açık bir dille ortaya atanlar arasında Erasmus Darwin (Charles Darwin'in dedesi) ile Fransız biyolog'u Lamarck'ı görüyoruz.

Lamarck (1744 - 1829) evrimin, hayvanların bünyelerini yeni yaşama koşullarına uydurma çabasından doğduğunu ileri sürer ve bu tezini olgusal olarak kanıtlamaya çalışır. Ona göre, örneğin, balıkçıl kuşunun uzun bacakları, sığ sularda yürüme alışkanlığına uyma gereği ile ilgilidir. Ay-

nı açıklama zürefaların uzun boynu ve karınca yiyenlerin uzun dili için de geçerlidir. Lamarck tüm canlıların daha basitten daha karmaşık yapılara doğru sürekli gelişme içinde olduğunu söyler. Bu doğru olsaydı, bugün artık ilkel yaratıkların kalmaması gerekirdi. Lamarck bu itirazı, ilkeller geliştikçe yerlerini yeni ilkellerin aldığı gibi bilimsel geçerliği zayıf bir iddia ile karşılama yoluna gitmiştir. Onun tartışma konusu asıl tezi (bireylerin yaşam koşullarına göre kazandıkları özelliklerin kalıtsal olduğu tezi)'nin de gözlemsel olarak doğrulandığı söylenemez.

İsveçli Linnaeus ve İngiliz Lyell canlıların sürekli değişim içinde olamayacağını, aksi halde yaşayan canlılar ile fosilleri sınıflama girişiminin boş bir çabadan ibaret kalacağını ileri sürerek Lamarck'a karşı çıkmaları, yolu Charles Darwin (1809 - 1882)'e açar.

Tıp ve jeoloji öğrenimi yapan Darwin sönük, hatta başarısız sayılan bir öğrencilik döneminden sonra, 1831'de bilimsel inceleme amacı ile dünyayı dolaşmaya çıkan bir heyete ücretsiz olarak katılır. **Beagle** adlı bir gemiyle yapılan bu gezi beş yıl sürer, Darwin çeşitli iklim ve yerlerde canlıları doğrudan incelemek için geniş olanak bulur. Güney Amerika kıyılarında son derece çeşitli kuş, çiçek, kaya ve fosil örnekleri toplar. Gezdiği her yerde değişen koşullarla birlikte canlı varlıkların değişiklik gösterdiğini görür. Özellikle pasifikteki Galapagos Adalarında gördükleri ona evrim fikrini vermede önemli olmuştur. Bu adalarda yaşayan dev kaplumbağaların adadan adaya kesin farklar göstermesini ilginç bulan Darwin bunun nedenini öğrenmek ister. Fakat evrim fikrine en açık kanıtları Galapagos kuşları sağlar. On iki kadar türü olan bu kuşların değişik adalardaki beslenme koşullarına uygun olarak değişik biçimde gagaları vardı. Kimisi böcek, kimisi tohum, kimisi yaprak, kimisi de meyve yemeğe elverişli yapıdaydı.

Gezinin tamamlanması ile Darwin notları üzerinde ça-

lışmaya koyulur. 1838'de okuduğu Malthus'un **Nüfus** üzerindeki çalışmasından evrim olayının işleyiş fikrini alır. Darwin artık evrimin, yaşam yarışmasında meydana gelen doğal seçmenin bir sonucu olduğunu görmüştür. Fakat teorisini yayınlaması ancak beklenmedik bir olayla olanak kazanır. 1858'de genç bir bilim adamı (Alfred Russel Wallace)'ndan aldığı kısa bir incelemede kendisinin yıllarca önce geliştirdiği teoriyi işlenmiş görür. Bunun üzerine teorisini ana çizgileriyle hemen kaleme alarak Wallace'ın incelemesiyle birlikte Linnaeus Cemiyetine sunar. Darwin için artık zaman kaybına olanak kalmamıştır; teorisini tüm ayrıntıları ile 1859'da yayınlanan **Türlerin Kökeni** (The Origin of Species) adlı ünlü eserinde ortaya kor. Yayımlandığı gün 1250 nüsha satan kitap 25 yıl içinde 30.000 nüsha basar.

Soru 88 Darwin teorisinin anlam ve önemi neydi?

Türlerin Kökeni, evrim teorisini, sayı ve çeşit bakımından bol olgusal kanıtlara dayanan sağlam bir muhakeme ile ortaya koymaktadır. Kitabın yazarını, kurduğu teorisinin gerek bilimsel niteliği, gerek çok geniş entellektüel sonuçları yönünden, Arşimed, Kopernik, Galileo, Newton, Lavoisier ve Einstein gibi üstün bilginler arasında saymaya olanak yoktur.

Darwin teorisinin ana fikirlerini şöyle özetleyebiliriz:

- (1) Tüm canlı varlıklar, aynı türde olanlar bile, az veya çok farklılık göstermektedir. Hiçbir familyada her yönden birbirinin aynı (özdeş ikizleri hesaba katmazsak) iki birey gösterilemez.
- (2) Bu farklılıklar kalıtsal olup ana-babadan oğula geçecek niteliktedir.

- (3) Türler ve bireyler arasında çetin bir yaşam mücadelesi sürmekte, farklı özelliği ile üstünlük sağlayanlar süreklilik kazanmakta, mücadeleyi kaybedenler ise yok olup gitmektedir.
- (4) Uzun jeolojik dönemler boyunca süren bu ayıklanma giderek yaşama gücü daha yüksek türlerin ortaya çıkmasını sağlayarak evrim dediğimiz süreci oluşturur.

Darwin, «doğal seçme» dediği bu mekanizmanın, evcil hayvan yetiştiricileri tarafından, istenilen yönlerde daha üstün vasıflı hayvanları üretme ve yetiştirmede kullanıldığına, panayirlardaki yarışmaları örnek göstererek dikkati çeker.

Darwin'in hareket noktası türler ve türleri oluşturan bireyler arasındaki belirgin farklılaşmadır. Doğa gibi yetiştiriciler de bu farklılardan yararlanarak istedikleri yönde gelişme sağlamaktadırlar. Doğal seçme ile işleyen evrim süreci bu farklılaşmadan kaynaklanmaktadır. Gözlemler, tüm canlılarda üremenin, türlerde aşağı yukarı sınırlı kalan birey sayısını kat kat aştığını göstermektedir. Bu türler ve bireyler için yaşamayı sürdürmenin çok çetin bir mücadeleye bağlı olduğu demektir. Taşıyıcısına yaşam gücünde üstünlük sağlayan herhangi bir fark kalıtım yoluyla yeni kuşaklara geçmekte, bundan yoksun olan bireyler ise kaybolmaktadırlar.

Bireyler arasındaki yaşam mücadelesi dışında, aynı bölgede yaşayan tüm hayvan ve bitkiler arasında daha karmaşık görünen başka ilişkiler de vardır. Darwin bunlara ait çeşitli örnekler vermektedir. Örneğin, kediler fareleri, fareler de arı kovanlarını yok etmektedir. Oysa arılar çiçeklerin döllenmesini sağladığı için, bir bölgede kedilerin varlığı ile çiçeklerin sayı ve cinslerindeki artış arasında yakın bir ilişki var demektir. Canlı doğanın böylece; ilk bakışta

göze çarpmayan bir ilişkiler bütünü teşkil ettiği söylenebilir.

Darwin sağlam kanıtlara oturttuğu teorisi ile yalnız evrim üzerindeki geçersiz görüşlere son vermekle kalmaz, din ve geleneğe bağlı birçok ön yargıları da temelden sarsar. Bu nedendir ki, teoriye tepki hemen ve çok sert olur. Daha önce de insanoğlunun evren görüşünü temelden etkileyen teoriler ortaya atılmıştı. Kopernik, insanı evrenin merkezi olmaktan çıkarmıştı. Newton evrenin tanrısal kaprislerle değil, belli mekanik kanunlara göre işlediğini ortaya koyuyordu. Darwin ise insanın tüm canlılarla aynı kökenden oluştuğunu söylemekle daha ileri gitmekteydi.

Ne Kopernik'in ne de Newton'ın teorisi dine doğrudan bir hücum niteliği taşııyordu. Evreni mükemmel çalışan bir makina gibi anlamak, Tanrıyı bu makinayı yapan bir düzenleyici olarak düşünmek dinin geleneksel öğretisine uymasa bile ona açık bir tehlike de sayılmazdı. Üstelik Newton birçok çağdaşı gibi aslında dine içtenlikle inanan bir kişiydi. Oysa Darwin'in durumu çok değişikti. Öğretisi dine aykırı olduktan başka, bu öğretiyi hemen benimsemeye hazır geniş ve etkili bir kitle oluşmuştu. Yaşamın bir mücadeleye olduğu, ancak mücadeleyi kazananların yaşamı sürdürebileceği ondokuzuncu yüzyıl **laissez-faire** anlayışının özü değil miydi? Darwin'in yaptığı bir bakıma bu yaygın anlayışı tüm canlı doğayı kapsayacak şekilde genişletmekten ibaretti. Daha önce de belirttiğimiz gibi o evrim teorisinin özünde yer alan iki ilkeye (doğal seçme ile yaşamı sürdürme mücadelesi ilkelerine) Malthus'dan esinlenerek ulaşmıştı. Malthus nüfusun geometrik dizi ile artışına karşılık yiyecek maddeleri üretiminin ancak aritmetik dizi ile artmakta olduğunu, bu nedenle kıt olan yiyecek için kişiler arasındaki mücadelenin giderek daha kırııcı olacağını ileri sürmüştü. Sosyal ve ekonomik düzeyde **laissez-faire** biçiminde beliren bu gerçeğin, doğada hiçbir kural ve sınır

tanımaksızın tam bir kırıccılık içinde sürdüğü evrim teorisi ile evrensel bir ilke niteliğı kazanıyordu.

Soru 89 Mikrop teorisi nasıl kuruldu?

Ondokuzuncu yüzyılın çeşitli bilimsel başarıları arasında mikrop teorisi parlak bir yer tutar. Pasteur, Koch ve Lister gibi bilim adamlarının çalışmalarına borçlu olduğumuz bu teori, tıbb'taki uygulamasıyla insanlığa büyük yararlar sağlamıştır.

Tarih boyunca hastalıkların cin çarpması, bozuk hava ve en sonunda mikropla meydana geldiğı görüşlerine yer verildiğini görmekteyiz.

Bir tür batıl inanç olan cin çarpması görüşü bugün bile tamamen terkedilmiş değildir. Din kitaplarında bile yer bulan bu görüş, hastalık tedavisini çok kere cinleri kovmaya yönelik basit hareketlere indirgiyordu. Örneğın ortaçağlarda mide ağrılarının tedavisinde çok yaygın olan bir uygulama şöyleydi: Sol elin başparmağını karnına bastır ve şu sözleri dokuz kere tekrarla: «Adam, bedam, alam, betur, alem, botum.» Sonra aynı başparmağınla yere dokun ve tükür; gene aynı sözleri dokuz kere tekrarla...

Hastalıkların kirli veya bozuk havadan ileri geldiğı görüşü hekimliğin babası Hipokrat'a kadar gider. Hipokrat tedavilerinde temiz ve açık havaya önem vermiştir.

Ortaçağlar boyunca çok yaygın olan üç hastalık (cüzam, veba ve frengi) insanlara hastalıkların ya doğrudan dokunma, ya da su veya hava ile geçtiğı gerçeğini öğretmişti. Fakat hastalıklara «mikrop» denen son derece küçük canlı varlıkların yol açtığı gerçeğinin anlaşılması Pasteur'ün incelemelerini beklemiştir.

Bir kimya bilim adamı olan Louis Pasteur (1822-1895)'ü mikrop teorisine bazı önemli pratik problemler iter. Bu

problemlerden ilki şarap yapımında geçen fermentasyon (mayalanma) olayı idi. Bilindiği gibi üzüm şekeri çözültüsüne maya konduğunda, şekerin alkola dönüşümünde karbondioksidin çıkması nedeniyle çözültü kabarmaya başlar. Pasteur bu soruna, babası alkol üreten bir öğrencisinin ısrarı ile el atar. Sonra III. Napoleon ondan şarap hastalıklarını incelemesini ister. Pasteur bu tür hastalıklara, üzümün kabuğu üzerinde yaşayan bazı mikro-organizmaların sebep olduğunu bulur. Önce antiseptikle hastalığı önlemeği deneyen Pasteur çok geçmeden şarabın 55° C'de ısıtılması ile problemin çözüldüğünü görür. Süt, sirke ve bira bozulmalarını önlemede de kullanılan bu metoda «Pasteurizasyon» denmektedir.

Pasteur'den önce birçok bilim adamı «kendiliğinden üreme» teorisine inanıyordu. İlk kez Spallanzani (1729 - 1799) bir deneyle bu teorinin yanlışlığını ortaya kor. Spallanzani'yi izleyen Pasteur hastalıklara yol açan mikro-organizmaların hava ile geçtiği üzerinde durur. Çeşitli deneylerle canlıların ancak canlılardan üreyebileceğini göstererek «kendiliğinden üreme» teorisine son verir.

Pasteur hastalıkların mikroptan ileri geldiği fikrini yaymak için elinden geleni yapar. 1879'da Paris Tıp Akademisinde lohusa hastalığı ile ilgili bir tartışmada bir üyenin ikide bir hastalığı hava zehirlenmesi olarak nitelemesi üzerine kendini tutamayan Pasteur, «Böyle bir şey yok. Hastalık mikrobiktir; yayılmasına da doktor ve ebeler aracılık etmektedir,» diyerek tahtaya koşar ve mikrobun resmini çizer. Pasteur önemli buluşlarından birine tavuk kolerası üzerindeki çalışmasıyla ulaşır. Hastalığın mikrobunu bulduktan sonra et suyunda çoğaltır; derisi altına verilen bir damlanın tavuğu öldürdüğünü saptar. Ancak bir raslantı ile birkaç gün beklemiş bayat kültürün aynı derecede etkili olmadığı görülür. Pasteur bununla öteden beri bilinen çiçek aşısı arasındaki ilişkiyi görmekte gecikmez. Daha ön-

ce bir kültürün yapılmış olduğu et suyunda mikrobun çoğalmaması gözlemi Pasteur'e, zayıflatılmış mikrobun kanda meydana getirdiği hücrelerin, mikrobun kanda çoğalmamasına engel teşkil edeceği fikrini verir: Böylece aşığı bulan Pasteur'ün bu metodu çeşitli hayvan hastalıklarını önlemede başarıyla kullandığını görüyoruz. Bununla beraber o en göz kamaştırıcı başarısını kuduz virüs'ünü ayırdetme ve o zamana kadar kurtuluşu olmayan bu hastalığa karşı bir aşı metodu geliştirmekle gösterir.

Bir Alman Bakteryolog'u olan Robert Koch (1843 - 1910)'un çalışmaları da mikrop teorisinin kurulmasında etkili olmuştur. Koch kendi geliştirdiği yeni bir teknikle başta tüberküloz basili olmak üzere bazı basilleri ayırd etmekle ün kazanır. Ona göre bir hastalığa yol açan mikropu tanıtlamanın üç koşulu vardır: (1) bu mikrop hasta olan organizmada mutlaka bulunmalıdır; (2) mikropu vücut dışında çoğaltmak mümkün olmalıdır; (3) sağlam bir organizmaya verildiğinde hastalık yapmalıdır.

Mikrop teorisini cerrahiye ilk kez Joseph Lister uygular. Pasteur'ün incelemelerini yakından izleyen Lister yaraların iltihaplanmasının operasyonda kullanılan araçlardan ileri geldiğini anlar. Bir yandan el ve kullanılan araçların temizliği üzerinde ısrar etmek, öte yandan yaraya geçmiş mikropu öldürmek için tedbirler düşünür. Lister'in bulunduğu antiseptik yöntemlerin yerini şimdi aseptik cerrahi almış bulunmaktadır. Başka bir deyişle mikropu öldürme yerini günümüzde mikropu tecrit etmeğe bırakmıştır.

Soru 90 : Genetik bilimi nasıl doğdu?

Ondokuzuncu yüzyıl fizik bilimlerinden çok hayat bilimlerinde yeni atılımlara tanık olmuştur. Bu dönemde ev-

rim teorisi ve mikrop teorisi dışında fizyoloji ve kalıtım (genetik) alanında da başarılı adımlar göze çarpmaktadır.

Darwin teorisinin, son derece geniş açıklama gücüne karşın, cevapsız bıraktığı sorular da vardı. Özellikle kalıtıma ilişkin birçok noktalar Darwin için de karanlıktı. Herkes yeni bir yavrunun atalarının özellikleriyle doğduğunu biliyordu. Gene biliniyordu ki, kimi kez yavru ya anaya ya da babaya daha çok benziyordu. Evrim teorisi bu tür olgulara yeterince ışık tutmamaktaydı. Darwin evrim sürecini doğal seçme ile ortaya çıkan değişikliklerin bir birikimi olarak görüyordu. Oysa doğada bazen hiç beklenmedik büyük değişiklikler de yer alıyordu. Bunlar üzerine ilk eğilen bilim adamı Hollandalı De Vries (1848 - 1935) olur.

De Vries bir tarlada üç yıl sürdürdüğü incelemeleri sırasında, tarlada bulunan yabancı bitkilerin çabuk çoğalma nedeniyle kısa zamanda büyük değişiklikler gösterdiğini görür. Yeni türler deneyerek sekiz kuşakta 53.000 bitki yetiştirir; bunlardan sekiz-on tanesinin çeşitli yönlerden başlangıçta ele alınanlardan kesin farklarla ayrıldığını saptar. Çarpıcı nitelikte olan bu farklar, küçük farkların bir birikimi ile değil, birdenbire tüm olarak ortaya çıkmıştı. De Vries'in «mutasyon» dediği bu olay evrimin, hiç değilse bazen, süreksiz fakat kesin değişikliklerle meydana geldiğini gösteriyordu.

Mutasyon teorisinin ortaya atıldığı yıl (1900) başka bir teori, Mendel'in kalıtım teorisi, gün ışığına çıkarılmıştı.

Avusturya'lı keşiş Gregor Mendel (1822 - 84) bulunduğu manastırın bahçesinde bezelye türleri üzerinde yaptığı önemli deneylerle kalıtım bilimini kuran kişidir. Deneylerinde 22 tür bezelye kullanarak yedi çift özellik (örneğin, tanelerin kocaman-cüce, sarı-yeşil, düz-pürüzlü olması gibi) üzerinde karışık döllenmeler yapar. Denemele-

rinin bir dizisinde kocamanlarla cüceleri birleştirir; iki kuşakta elde edilen tanelerin 3/4'ünü kocamanların, 1/4'ünü ise cücelerin teşkil ettiğini görür. Tanelerin kocaman ve cüce olarak ikiye ayrılması, ikisi arası tanelerin ortaya çıkmaması, büyüklüğü tayin eden kalıtsal faktörlerin karışmadığını göstermekle ilginç bir gözlemdi. Bu sonuçta erkeklik, dişilik farkı da önemli değildi: büyüklüğün tayininde ebeveynlerin her biri bir faktörle iştirak etmekte.

Şayet ebeveynlerden her birinin hücresi tek değil çift faktör taşımış olsa (örneğin birinde iki kocaman KK, ötekinde iki cüce kk bulunsa) yavrular KKKk faktörleriyle, bunların yavruları da KKKKkkkk gibi sekiz faktörle dünyaya gelmiş olur. Doğa böyle sonu gelmez bir israf içine düşmemiştir: her hücre faktörlerden sadece birini taşır; öyle ki, her yavru bu faktörlerden sadece ikisiyle dünyaya gelir. Bu temel ilkeye Mendel'in «ayırma» kanunu denir.

Mendel'in büyüklük özelliğinin geçişi üzerindeki deneyinde, ilk kuşak yavrular ebeveynlerinden aldıkları K ve k faktörleri taşıdıkları halde hepsi kocaman çıkmıştır. Bu, K faktörünün «dominant», k faktörünün ise «resesif» olduğunu gösterir. Kendi kendisiyle döllenme yolundan elde edilen ikinci kuşağa gelince bu, K veya k faktörünü taşıyan erkek ve dişi hücrelerinin birleşmesinden meydana gelir. Mendel'in gözlemleri bu birleşmenin şans kanununa bağlı kaldığını göstermiştir. Yavruların, KK, Kk, kK veya kk faktörlerini taşıması beklenir. İlk üç faktör çifti yavrunun kocaman, sonuncusu cüce olmasını sağlar. Bu sonuca Mendel'in «bağımsız karışım» kanunu denmiştir.

Mendel deneylerini başka bitkiler üzerinde de yapmıştır. Onu izleyen araştırmacıların böcekler, balıklar, kurbağalar, kuşlar ve memeliler üzerinde yürüttükleri deneylerin hiçbiri onun teorisini doğrulamaktan geri kalmamıştır.

Soru 91 Gen teorisi evrim teorisi ile bağdaşır nitelikte değil midir?

Organizmayı teşkil eden hücreslerin mikroskopik incelenmesi Mendel'in kalıtım teorisini daha da derinleştirmiştir. Ondokuzuncu yüzyılda mikroskopun gelişmesiyle hücreler üzerindeki gözlem çalışmaları da hız kazanır. Yaşayan her organizmanın hücrelerden kurulu olduğu, organizmanın çeşitli fonksiyonlarının hücre faaliyetinde kaynaklandığı görüşü giderek genellik kazanır.

Hücre ister bitkisel ister hayvansal olsun «protoplazma» denen bir madde ile sarılı küçük bir çekirdek bölünmeden ibarettir. Gözlemler hücrelerin bölünerek çoğaldığını göstermiştir. Bir hücre bölündüğünde çekirdeği, çubuk biçiminde çift sıralanmış nesnelere ayrılmaktadır. Kromozom denen bu nesnelere her biri uzunlamasına ikiye ayrılmakta, biri bir hücrede, diğeri öteki hücrede toplanmaktadır. «Mitosis» denen bu ayrılma, organizmadaki her hücrenin kromozomlarının tam olmasını sağlamaktadır.

Her organizmada organlara ve dokulara göre fonksiyonları değişen milyonlarca hücre vardır. Bunların hepsi döllenmiş hücrenin bölünmesiyle meydana gelmiştir. «Döllenme» dediğimiz olay (ki, erkek hücresi olan spermanın dişi hücresi olan yumurtaya girip çekirdeği ile kaynaşması biçiminde olur,) ilk kez 1875'te Hertwig tarafından gözlenmiştir. Kalıtımın kromozomlar tarafından sağlandığı bu tür gözlemlerden sonra anlaşılmıştır.

Kalıtım üzerindeki çalışmalar Amerikalı Morgan'ın katkıları ile daha ileri gider. Morgan ve öğrencileri Mendel faktörlerinin geçişinde kromozomların rolü üzerinde dururlar. Onların «gen» dediği bu faktörler kromozomlar üzerinde, ip üzerindeki tesbih taneleri gibi sıralanmıştır. Onlar bu sonuca, bir tür meyve sineği olan **Drosophila** üzerindeki denemeleri ile ulaşırlar.

Genlerin büyükçe kimyasal moleküllerden meydana geldiği, X-ışını, veya radyoaktif maddelerin etkisi ile yapısal değişikliğe uğradığı sanılmaktadır. Mutasyon olayının gerçek nedeni bilinmemekle beraber, bu tür dış etkenlerle ilişkisi düşünülebilir. Atom bombası patlaması ile atmosfere karışan radyoaktif tozların tehlikeli yanı birtakım zararlı mutasyonlara yol açmasındadır.

Gen teorisi organizmanın oluşumunda çevreden çok kalıtsal faktörlere ağırlık tanıdığından, bir süre Sovyet Rusya'da kabul edilmemiştir. Teoriye göre kalıtsal değişiklik ancak bir genin mutasyona uğraması veya genlerin yeni bir düzene girmesiyle mümkündür. Organizma yaşamı boyunca şüphesiz çevrenin çeşitli etkilerine uğrar; hatta bazı yönlerden değişebilir de. Ne var ki, bu tür değişiklikler veya çevresel etkilerle edinilen özellikler kalıtsal nitelikte değildir; sonraki kuşaklara geçmez. Sayısız gözlem ve deneylerle kanıtlanmış olan bu görüşe karşı Rus bilim adamlarından Michurin ve onu izleyen Lysenko karşı çıkarlar. Onlara göre çevrede yapılacak değişikliklerle kalıtsal özellikleri değiştirmek olanak dışı değildir. Hatta Lysenko buğday üzerindeki deneyleriyle bunu isbatladığı iddiasında idi. Ne var ki, aynı deneyler Amerika'da onun iddiasını destekleyici sonuçlar vermemiştir. İrsiyetin çevresel etkilerle değişmeyeceği görüşü Marxizme ters düşmekle beraber, Lysenko genetiği Rusya'da bile uzun süre geçerliğini sürdürememiştir. Böylece, bilimsel bir teoriyi bilim dışı nedenlerle reddetmenin er geç iflâs etmeğe mahkûm olduğu bir kez daha ortaya çıkmış oldu.

Kalıtım teorisindeki yeni gelişmeler, bazı bilim adamlarında Darwin'in doğal seçmeye bağladığı evrim teorisinin yıkılabileceği şüphesini yaratmışsa da çok geçmeden böyle bir ihtimalin olmadığı anlaşılmıştır. Gen teorisi evrimin «mutasyon» denen anî değişikliklerden oluştuğu görüşünü getirmişti. Oysa Darwin'e göre evrim, organizma-

nın çevresine uyma çabasında meydana gelen küçük değişikliklerin birikimine bağlıydı.

Ne var ki, daha dikkatli incelemeler mutasyon türünden anî ve radikal değişikliklerin son derece seyrek olması bir yana, her zaman olumlu yönde olmadığını göstermiştir. Çağdaş gen teorisi evrim sürecinde mutasyonların rolüne olduğu kadar kalıtsal kararlılığa da önem vermektedir.

Soru 92 Ondokuzuncu yüzyılı niteleyen başlıca özellikler nelerdi?

Ondokuzuncu yüzyılı daha önceki yüzyıllardan ayıran en büyük değişiklik bilim ve endüstri ilişkisinde kendini gösterir. Uzun süre, endüstri teorik çalışmalardan fazla etkilenmeksizin, fakat bazı yönlerden bu çalışmalarını etkileyen, kendi içinde bir gelişmeydi. Ondokuzuncu yüzyılın özellikle ikinci yarısında durum birdenbire değişir: bu konuda sadece elektrik üzerindeki bilimsel çalışmaların endüstriye neler kazandırdığını düşünmek yeter. Telgraf, telefon, dinamo, telsiz ve radar gibi icatlar, Faraday'ın deneysel ve Maxwell'in ona dayanan teorik çalışmalarını doğrudan izleyen uygulamaların başlıcalarıdır.

Bu dönemdeki bilimsel çalışmaları, ayrıntılarına daha önce girdiğimiz üç önemli teori etrafında toplayabiliriz. Bunlardan ilk ikisi (termodinamiğin iki ilkesi ile elektromanyetik teori) Newton mekaniği ile birlikte klasik fiziğin yapısında ana sütunları teşkil ediyordu. Üçüncüsü (Darwin'in evrim teorisi) yalnız biyolojide değil, insan düşünce hayatının başka cephelerinde de devrimsel nitelikte değişikliklere yol açan bir güçle ortaya çıkmıştı.

Ondokuzuncu yüzyıl bir yandan daha kapsamlı teorilerle, bilimin çeşitli kollarında ulaşılmış sonuçları toplama

ma ve birleştirme olanağı sağlarken, öte yandan hemen her alanda ihtisaslaşma eğiliminin doğmasına ve hız kazanmasına yol açmıştır.

Bu dönemin göze çarpan bir özelliği de bilime karşı saygı ve ilginin yaygın nitelik kazanmasıdır. Pozitivizm'in düşün alanına çıkması bunu belgeleyen en önemli gelişmedir. Fransız filozofu Auguste Comte'un öngördüğü sistem, din ve metafiziğin yerine bilime dayanan pozitivist bir dünya görüşünü içeriyordu. Buna paralel olarak, bilim adamlarının da Hegel türü idealist felsefelere sırt çevirdikleri görölmektedir. Madde ve enerjinin korunumu ilkeleri ve genellikle Newton mekaniği bilim çevrelerinde «materyalist» diyebileceğimiz bir görüşün yerleşmesine daha elverişliydi. Gerçek dünyanın maddeden ibaret olduğu, maddesel hareketlerin de değişmez kanunlara bağlı yürüdüğu bu görüşün özünü teşkil ediyordu. Fizikçi John Tyndall daha da ileri giderek hayat ve düşünceyi de maddesel ilişkilere indirgiyordu. Ona göre canlı varlıklar da, güzel ve karmaşık kristal biçimleri gibi atom ve moleküllerin birleşmesinden, düşünce ise beyinde yer alan birtakım kimyasal süreçlerden meydana geliyordu. Nitekim düşünme fonksiyonu beynin normal çalışmasına bağlıdır; beyin zedelen-diğinde düşünme diye bir şey kalmaz. O halde düşünce maddenin bir ürünüdür.

Tyndall'ın, kiliseyi bilimin gelişmesini sürekli olarak engellemekle suçlayarak dinin bilim dışı olduğunu savunduğunu da görmekteyiz. Gerçekten, din ve bilim mücadelesi ondokuzuncu yüzyılda da hızından kaybetmiş değildi. Darwin'in karşılaştığı en hırçın tepki din çevrelerinden geliyordu. Thomas Huxley gibi bilim ve bilimsel metodu açıkça savunanlar, din karşısında «agnostik» tavır takınanlar, küçük bir azınlık olmaktan ileri geçmiyordu.

Ondokuzuncu yüzyıl bilimsel maddeciliği Newton mekanik dünya görüşünün etkisinde «determinist» bir karakter-

ter taşır. Bu en açık biçimde Laplace'ın şu sözlerinde dile gelmiştir:

«Doğada herhangi bir an etkin olan tüm kuvvetleri ve evrende var olan tüm nesnelere o andaki konumlarını bilen bir zekâ, evrendeki en büyük cisimlerden en hafif atomlara kadar tüm nesnelere hareketlerini tek bir formül kapsamında toplayabilir; yeter ki, bu zekâ mevcut verilerin hepsini birden tahlil edebilecek kadar güçlü olsun. Böyle bir zekâ için kesin olmayan hiç bir şey yoktur; geçmiş gibi gelecek de onun gözleri önünde olacaktır. İnsan aklının astronomiye vermeği başarabildiği mükemmeliyet, böyle bir zekânın gücü yanında zayıf bir taslak gibi kalır. Mekanik ve geometrideki buluşlar evrensel çekim teorisi ile birleşince, insan aklını, dünya sisteminin geçmiş ve gelecekteki durumunu, sözü geçen o bir tek formülün çerçevesinde kavramaya yaklaştırmıştır.»

Gerçekten, Neptün gezegeninin gözlenmesinden önce kütle, hız, yörünge ve benzer özelliklerinin saptanmasına yol açan teori böyle kesin ve güçlü değil miydi? Ne var ki, klasik fiziğe duyulan bu güven ve bu fiziği niteleyen determinizm, en yüksek noktaya ulaştığı bir sırada, ondokuzuncu yüzyılın sonlarında, yıkılmağa yüztutmuştur.

«İlerleme»ye olan inanç ondokuzuncu yüzyılın belki de en belirgin özelliğini teşkil eder. Bu inancın temelinde şüphesiz bilim ve teknolojiye görülen büyük gelişmeler yatıyordu. Avrupalı için ilerleme âdeta otomatik ve kaçınılmaz bir olaydı.

Bu inancın kökü Francis Bacon'a kadar uzanıyordu. Antik dünya, ilerleme fikrine yabancı kalmıştır. Ortaçağlarda ise insanlar Altın Çağı gelecekte değil geçmişte aramışlardı. İlk kez onsekizinci yüzyılda akıl ve bilimin ev-

rensel ilerlemenin kaynađı olduđu dűşűncesine yer verildiđini gűrűyoruz. Ondokuzuncu yűzyılda ise bu dűşűnceye en gűçlű desteđi evrim teorisi sađlar. Evrim teorisini uezellikle psikoloji ve sosyoloji gibi alanlara uygulamak isteyen Herbert Spencer her Őeyin geliŐme halinde olduđunu, daha iyiye ve műkemmele dođru gittiđini ileri sűrűyor, ilerlemeyi evrensel bir ilke sayıyordu. Ne var ki, Newton fiziđinden sonra bu inancın da yıkıldıđını biliyoruz.

X. BÖLÜM

YIRMİNCİ YÜZYILDA BİLİM

Soru 93 Yirminci yüzyıla girerken durum nasıl görünüyordu?

Galileo ve Newton'ın temellerini attığı ve onları izleyen iki yüzyıl boyunca sayısız kanıtlamalarla güçlenen mekanik teori, prestijinin en üst düzeyinde iken, yeni bazı gelişmeler karşısında yer yer yetersiz kalmaktan kurtulamaz. Bu yüzden fizik biliminin ondokuzuncu yüzyılın sonlarında ciddi bir bunalıma düştüğünü görmekteyiz. Newton teorisi, evreni birtakım kuvvet, basınç, gerilim, sallantı ve dalgalarla işleyen bir makina modeline göre yorumlamayı içeriyordu. Doğada olup biten tüm olguların, insan tecrübesine giren her şeyin, bu modele uygun açıklanabileceği çok yaygın bir kanı idi. Bilim, hiç değilse fizik bilimler, son aşamaya ulaşmış sayılıyor, geriye kalan şeyin daha duyarlı ve kesin ölçmelerle ayrıntıları derinleştirmekten ibaret olduğuna inanılıyordu. Ne var ki, teoriye ters düşen bazı gözlemlerle birlikte X-ışını, elektron, radyo-aktivite, radyum, quanta ve relativite gibi kavramların ortaya çıkışı her şeyin sanıldığı kadar sağlam olmadığını gösterir. Çok geçmeden Newton fiziğinin ancak belli hız ve büyüklük limitleri içinde geçerli olduğu, atom-altı boyutlarda ve hızın ışık hızına yaklaştığı hallerde bu fiziğin yetersiz kaldığı ortaya çıkar. Bu yetersizlikten yüzyılımızın

başlarında iki büyük teori, madde ve enerjinin temel birimlerini konu alan Kuantum Teorisi ile, hızlı hareket eden kütlelere ve geniş uzaysal ilişkilere yönelik Relativite Teorisi ortaya çıkmıştır. Birincisini Max Planck'a (1858-1947), ikincisini Albert Einstein (1879-1955)'a borçluyuz. Her iki teorinin de kendi alanlarındaki olguları veya olgusal ilişkileri açıklamada matematikten en geniş ölçüde yararlandıklarını görmekteyiz.

Kısaca demek gerekirse, Einstein teorisini Newton'ın «mutlak uzay», «mutlak zaman» ve «mutlak hareket» kavramlarını reddetmekle kurmaya başlar. Hız ve ivmenin ölçümü iki olgunun hemzaman olup olmadığının bilinmesini gerektirir. Oysa Einstein'a göre, uzak mesafeler söz konusu olduğunda mutlak hemzamanlık diye bir şey yoktur. Bir gözlemci için hemzaman olan iki olgu yeri değişik başka bir gözlemci için hemzaman değildir. Her koordinat sistemin zamanı kendine göredir. Bu zamanı bilmedikçe herhangi bir olgunun oluş zamanını belirlemek olanaksızdır. Aynı şekilde mesafe de göreseldir; çünkü her koordinat sistem diğer sistemlere göre hareket halindedir.

Einstein, Newton'ın yerçekim kavramını da yetersiz bulur. Newton'a göre kütleler birbirlerini «yerçekimi» dediğimiz bir kuvvetle çekerler. Oysa Einstein çekim (gravitasyon) olgusunu kütlelerin içinde bulunduğu uzayın geometrik yapısının bir özelliği saymaktadır.

Planck'a gelince, o maddeden çıkan ısı ve ışığın sürekli bir akış biçiminde değil, fakat «kuanta» dediği kesik veya ayrı paketler halinde olduğu sonucuna ulaşarak teorisini kurar. Bu teoriye göre maddeyi teşkil eden atomaltı parçacıkların davranışı klasik fiziğin nedensellik ilkesine bağlı değildir. Bir elektronun davranışını önceden kestirmek olanaksızdır. Ancak elektronları yığın halinde aldığımızda istatistiksel yoldan inceleme olanağı vardır.

Einstein bu durumu bilgimizin yetersizliği ile izah ede-

rek geçici saymış, hayatı boyunca doğanın nedensel kanunlara bağlı işlediği görüşünü korumuştur. Ne var ki, mikro düzeyde, Einstein'ın direnmesine rağmen, nedensellik değil fakat olasılık kanunlarının geçerli olduğu bugün hemen bütün bilim adamlarınca kabul edilmiş bulunmaktadır.

Birbirinden temelde farklı olan iki teorinin ortak yanını, evreni mekanik modelin kavramları ile değil, soyut matematiksel kavramlarla açıklama yoluna gitmiş olmalarıdır. Öte yandan her iki teori de birtakım soyut ve karmaşık kavramlara dayanmaktadır. Bunları, öteden beri alışık olduğumuz birtakım düşünce biçimleri dışına çıkmadıkça anlamak olanaksız olmasa bile son derece gctr. Uzman bilim adamlarını bile çok kere uğraştıran konuları teknik ayrıntıları ile vermeğe burada ne olanak ne de gerek vardır. Bizim yapmak istediğimiz (ve yapabileceğimiz) bu teoriler hakkında okuyucuya basit ve yüzeysel bir fikir vermekten ileri geçemez elbette.

Bilindiği gibi Einstein'ın teorisi iki aşamada ortaya konmuştur: 1905'te açıklanan bölüme «zel Relativite», 1916'da açıklanan bölüme «Genel Relativite» adı verilmiştir. Kuantum teorisinin de 1900 - 1927 arasında çeşitli evreler geçirerek geliştiğini görüyoruz. Aşağıdaki soru maddeleri bu aşama ve evreler gözönüne alınarak hazırlanmıştır.

Soru 94 zel relativite teorisi nasıl doğdu?

1881'de Michelson ve Morley adında iki Amerikan fizikçisinin yaptığı bir deney bilim dünyasını bir ıkmaızla karşılaştırmıştı. Deney, ışık ve elektro-manyetik dalgalarının ilerlemesinde ortam vazifesi gördüğü tasavvur edilen «esir»in var olup olmadığını saptama amacı ile düzenlenmişti. Gerçi birçok bilim adamları için böyle bir deneye

gerek yoktu. Esir kavramı olmaksızın optik olgularını açıklama olanaksızdı. Üstelik Maxwell'in elektro-manyetik teorisi de esir türünden bir ortamın varlığını içeriyordu. Ancak, var olduğu kesinleşmiş gibi görünen bu şeyin gözlemsel hiçbir özelliği ortaya konmuş değildi. Esir nasıl bir şeydi? Hatta «esir» denilen şey gerçekten var mıydı? Michelson - Morley deneyi bu soruya cevap arıyordu.

Deneyin sonucu olumsuzdu. Birkaç yıl arayla yenilenen deney hep aynı sonucu verdi. Sonuca göre ya esirin var olmadığını ya da dünyanın sabit olduğunu kabul etmek gerekiyordu. Oysa bilim dünyası için ikincisi kadar birincisi de imkânsız görünüyordu. Bilim dünyası Einstein'ın 1905'te getirdiği çözüme kadar, çeyrek yüzyıl, bu çıkmazdan kurtulamaz.

Einstein'ın çözümü, Michelson - Morley deneyinden çıkardığı şu iki sonuca dayanmaktadır:

- (1) Doğa kanunları üniform hareket eden tüm sistemler için geçerlidir.
- (2) Bir gözlemciye bağıl olarak, ışığın hızı daima sabittir.

Gerçekte bu iki sonuç, aynı zamanda Özel Relativite teorisinin iki temel ilkesi (postulası)'ni teşkil eder. Bu nedenle teoriyi anlamak için bu ilkelerin anlamını açıklamaya ihtiyaç vardır. Çünkü teoride yer alan diğer bütün hipotezler bunların mantıksal sonuçları olmaktan ileri geçmemektedir.

Birinci ilke aslında Galileo'nun relativite ilkesinin daha genişletilmiş ifadesinden başka bir şey değil. Üniform (düzgün doğrusal) hareket halindeki bir gemide, yerde olduğu gibi, top ya da hareket eden başka bir obje ile oynayabiliriz. Sakin bir denizde bu geminin hareket halinde olup olmadığını bile saptamak olanaksızdır. Başka bir deyişle, ne mekanik bir yoldan ne de elektro-manyetik olgu-

lardan yararlanarak üniform hareketi saptamaya olanak yoktur.

Klasik fizikçiler bir esîrin olduğunu, duragan olan bu esîre göre hareketi üniform olan sistemin ayırdedilebileceği görüşündeydiler. Oysa esîrin var olduğu varsayımı deney sonuçlarına aykırı düşmekteydi. Gerçi Einstein esîri düpedüz inkâr etmez; fakat onun var olup olmadığını saptamanın imkânsız olduğunu söyler. Var olduğu ilkece saptanamayan bir şeyin bilimde yeri olabilir mi? Nitekim esîr varsayımına relativitede yer verilmemiştir. Einstein bu sonuca, birçok deneylerin, arzın uzaydaki hareketinin hiçbir şekilde ışık dalgalarının hızını etkilemediğini göstermesi üzerine ulaşmıştır.

İkinci ilke ışığın bir gözlemciye göre değişik hızlarda olamayacağını ileri sürmektedir. Bu kısaca şu demektir: Işık kaynağı ile gözlemcinin birbirine yaklaşması veya birbirinden uzaklaşması ne kadar hızlı (veya yavaş) olursa olsun ışığın o gözlemciye göre hızı değişmez; daima saniyede takriben 300.000 km. olarak kalır. Başka bir deyişle ışığın hızı, hangi sistemde ölçülürse ölçülsün, daima aynıdır. Işığın hızı bir sistemin içinde ne ise dışında da odur, sistemin hızıyla birleşip ne artar ne de azalır.

Her iki ilke de deneysel niteliktedir; Einstein'ın yaptığı devrimin bu kadar basit gerçeklere dayanması ilk bakışta inanılmaz ve şaşırtıcı görünmekle beraber, teorisinin sonuçlarını gözden geçirdiğimizde bu şaşkınlık yerini büyük bir hayranlığa bırakmaktadır.

Soru 95 Özel relativite'nin devrimsel sonuçları nelerdi?

Einstein teorisinin önemi iki temel postuladan matematiksel olarak çıkarılan sonuçlarda kendini gösterir. Bu

sonuçlar birtakım olguları aydınlığa çıkardıktan başka yeni bazı olguların gözlenmesine de yol açmıştır. Einstein Lorentz dönüştürme (transformation) denklemlerini kullanarak teorisinin sonuçlarını ortaya koymuştur. * Biz bu sonuçları matematik denklemlere gitmeksizin kısaca belirtmekle yetineceğiz.

Teoriden ilk çıkan sonuçlardan biri şuydu: Bir gözlemciye bağıl olarak hareket eden cisimlerin hareket yönünde uzunlukları kısalmakta fakat kütleleri artmaktadır. Örneğın bir topu ışık hızına yakın (yakın; çünkü teoriye göre ışık hızını aşmaya olanak yoktur) bir hızla uzaya attığımızı farzedelim, sistemin dışındaki bir gözlemci için top bir topu gibi yassılaşıır ve kütlesi büyük ölçüde artar. Artış miktarı, topun gözlemciye bağıl olan hızına göre değışir. Top, hızı kesildiğinde, eski biçim ve kütesine döner. Einstein'a göre hareketi ışık hızına yaklaşan bir cismin uzunluğu sıfıra, kütlesi sonsuza yaklaşır. Bu cismin hızı ışık hızına eriştiğinde büyüklüğü yok olur, kütlesi ise sonsuzlaşır. Böyle bir sonuç tasavvur edilemeyeceğinden, hiç bir şey ışık hızıyla hareket edemez, demektir.

Daha az şaşırtıcı olmayan bir sonuç da zamanın bağıl olması. Örneğın, birbirinin aynı iki saatımızdan birini son derece hızlı bir roketle uzaya fırlattığımızı düşünelim. Roketle giden saatin yerde kalan saata göre daha yavaş çalıştığı görülecektir. Şayet roket saniyede 160.000 mil hızla ilerliyorsa, yerdeki saatin yelkovanı iki tam dönüş yaptığında roketteki saatin yelkovanı ancak bir tam dönüş yapacaktır. Ancak rokette bulunan bir kimse için böyle bir yavaşlama söz konusu değildir; saat normal hızıyla çalışıyor görünecektir. Şu kadar ki, bu kimse dünyaya, geride bıraktığı ikiz kardeşinden biraz daha genç olarak döneceğini bilmelidir.

(*) Lorentz, Einstein'dan önce aynı sorunla ilgilenen bir Hollandalı bilim adamı.

Einstein'ın matematiksel olarak çıkardığı bu sonuçlar deneysel olarak doğrulanmıştır. Örneğin, incelemeler radyoaktif bir madde olan radyum'dan saçılan parçacıkların değişik kütlelerde olduğunu, ve bu değişikliğin hızdaki değişikliğe paralel gittiğini göstermiştir. Hızı daha fazla olan parçacıkların kütlesi, hızı daha az parçacıkların kütlesinden daha büyük. Oysa bu parçacıklar saçılmadan önce hep aynı kütleyle sahiptirler.

Teorem'in en önemli (ve atom bombasının patlatılmasıyla en çok bilinen) bir sonucu da madde ve enerjinin eşdeğerliğine ilişkindir. Buna göre maddeyi enerjiye, enerjiyi de maddeye dönüştürmek olanağı vardır. Örneğin, bir uranyum (veya herhangi radyoaktif bir madde) atomunu laboratuvarında ikiye ayıracak olsak, meydana gelen iki parçanın başlangıçtaki atomdan daha hafif çıktığını görürüz; ancak bu ayrılımda bir miktar enerjinin açığa çıktığı da gözden kaçmayacaktır. Kaybolan kütle (m), açığa çıkan enerjiye (E) denk olduğunu, Einstein'ın ünlü denklemi (denkleminde c ışık hızını simgelemektedir),

$$E = mc^2$$

göstermektedir. Işık hızı, yani c çok büyük olduğundan, çok küçük bir kütleden bile çok büyük bir enerji elde etme olanağı var demektir. Gerçekten de nükleer reaktörlerin (örneğin, atom enerjisi ile çalışan denizaltı ve gemilere enerji sağlayan reaktörler), atom bombalarının ve benzer araçların temelinde yatan ilke işte kütlelerin enerjiye dönüştürülebileceği fikrini dile getiren bu basit denklemle ortaya konmuştur.

Einstein'ın, formülünün önemini bilim dünyasına tanıtmaması da kolay olmamıştır. Formülü ilk kez ortaya atan makalesini **Annalen der Physik** * dergisine götürdüğünde

(*) Einstein'ın 1905'te ortaya attığı Özel Relativite teorisi, «Hareket Eden Cisimlerin Elektrodinamiği Üzerine» başlığı altında bu dergide yayınlanmıştır.

editöre «İşte size,» der, «sıradan makalelerden çok daha ilginç bir yazı. Bazı minerallerin kütlesinde hapsedilmiş enerjinin nasıl serbest bırakılabileceği ile ilgili.»

«Çok üzgünüm, Herr Einstein,» diye cevap verir editör. «Biraz geç kaldınız. Bu sayı doldu, makaleleri matbaaya gönderdik bile. Bundan sonraki sayıyı bekleyeceksiniz.»

«Ama ben bu yazının hemen basılması gerektiğini hissediyorum. Dediğim gibi, kütle-enerji ilişkisini inceliyor, ve ulaştığım formül herhangi bir kütledeki enerji miktarını ölçme olanağını veriyor.»

Einstein'ın bu ısrarı karşısında editör biraz istihza ile:

«Öyle mi? Öyle mi?» der, ve ekler, «İki ay beklemesinde fazla bir zarar olmaz herhalde. Dünyayı yerinden oynatacak bir şey değil ya!»

«Evet, tam öyle; dünyayı yerinden oynatacak bir şey» diyerek ısrarını sürdürür Einstein. «Hemen bu sayıda yayınlamazsanız, kendim bastırır ve üniversitelere dağıtırım. Derginizde daha önce çıkmış olan makalelerim bundan daha az önemli olduğuna göre, siz müşkül duruma düşersiniz bundan.»

Editör ciddiyeti kavramıştı. «Peki, dediğiniz olsun, Herr Einstein; makalelerden birini çıkarıp sizinkini koyacağım.»

Makale çıkar, fakat Einstein'ın beklediğinin tam tersine dünya yerinden oynamaz. $E = mc^2$ 'in dünyayı yerinden oynatması 40 yıl sonra Hiroşima'da gerçekleşir, ancak.

Özel Relativite'nin felsefe yönünden önemli bazı sonuçları da olmuştur. Bunlar arasında en önemlisi, hiç şüphesiz, zaman ve uzay kavramlarını birleştirerek evreni 4-boyutlu «uzay-zaman» uzanımı saymasıdır.

Soru 96 : Genel relativite hangi ihtiyaçtan doğdu?

Uzay, zaman, kütle ve enerji gibi kavramların önemle yer tuttuğu Özel Relativite teorisi, birbirine göre ya sabit

hızla hareket eden ya da hiç hareket etmeyen obje veya sistemleri incelemeye yönelikti. Genel Relativite teorisi ise birbirine göre hızlanan veya yavaşlayan (yani ivmeli hareket eden) sistemleri inceleme konusu almıştır. Bu bakımdan birinci teoriyi ikincinin özel bir hali sayabiliriz: gerçekten değişmez hızla hareket eden sistemleri sıfır ivmeli olarak düşünürsek, bu ilişki açıklanmış olur. Einstein düzgün hareket eden sistemlerin kanunlarını bulmuştu; fakat hareketi düzgün olmayan (ivmeli olan) sistemlerin kanunlarını bulmadıkça teorisini tamamlanmış saymıyordu.

Özel Relativite fizikte belli bir ihtiyacı karşılıyordu: bazı deney sonuçlarını açıklama ihtiyacı. Oysa Genel Relativite için böyle açıkça duyulan bir ihtiyaçtan söz edilemez. Birincisinde hastalık belliydi, sadece tedavi formülü bilinmiyordu. İkinci teori, Einstein dışında kimsenin bilmediği gizli seyreden bir hastalığın tedavi formülü gibiydi. Nitekim ünlü bilgin Planck bile Einstein'e «Her şey artık o kadar açık ki, neden başka sorunla kafanı yoruyorsun?» demekten kendini alamamıştı. Fakat Einstein'ı on yıl uğraştıran bir sorun vardı; Newton'ın kütle ile ilgili iki kavramı (Yer Çekimi Kanununda çekim nedeni olarak belirlenen kütle ile, hareketin birinci kanununda eylemsizliğin ölçüsü olarak yer alan kütle) arasındaki mükemmel uyumda bir «bityeniği» seziniyordu o.

Eylemsizlik kanuna göre, bir cismin hareketini değiştirmek için gerekli kuvvet o cismin kütlesine bağlıdır: ağır bir cisim, hafif bir cisme göre daha fazla eylemsizlik taşıdığından onu harekete geçirmek veya yavaşlatmak daha güçtür. Oysa serbest düşme bu kanuna aykırı görünüyordu. Serbest düşmede, bilindiği gibi, bütün cisimler aynı ivmeyle düşer. Newton bu aykırılığı yerçekimi kanunu ile açıklamaya gitmiştir. Yer çekiminin büyüklüğü karşısında ağır ve hafif cisimlerin eylemsizlikleri önemli bir

fark teşkil etmediğinden, tüm cisimler için düşme sabit bir ivme ile olmaktadır.

Bu açıklamayı biraz zorlanmış gören Einstein, iki kütle arasındaki farkın «uydurma» olabileceği kuşkusuna düşer. Tüm deney sonuçları ona, «yerçekimi»nden ileri gelen hareketle, «eylemsizlik»ten ileri gelen hareketin ayırlamayacağını gösteriyordu. Deneye dayanmayan bir farka bilimde yer olabilir miydi?

Asansöre binmiş herkes bilir ki, araç çıkışı sırasında hızlandığında vücudumuz aşağı doğru ağırlık kazanır; tersine, inişi sırasında hızlandığında vücudumuz yukarı doğru çekilir. Araç serbest düşmedeki ivme ile indiğinde ağırlığımız kalmaz ve sabun köpüğü gibi havada yüzebiliriz. Şayet aracımız yerçekimi dışında kalan uzayda düzgün hareket eden bir roket ise, durumumuzda hiçbir değişiklik olmaz: Ne ileriye, ne geriye; ne yukarıya, ne aşağıya çekilmeyiz. Ancak roketimiz düzgün hareketini sürdürürken üstümüzden görmediğimiz bir gezegen geçecek olsa (aracımızı etkilemediğini kabul ederek) vücudumuzun yukarı, tavana doğru çekildiğini, gezegen aracımızın altından geçecek olsa vücudumuzun aşağı, döşemeye doğru çekildiğini göreceğiz. Tıpkı asansörün çıkışında ve inişinde hızlanmasıyla vücudumuzun aşağıya ve yukarıya çekildiğini görmemiz gibi.

Bu benzerlik akla şu soruyu getirmektedir: aracımız içinde yukarı veya aşağı çekildiğimizi hissettiğimizde bunun hızın değişimi demek olan ivmeden mi, yoksa yakınından geçtiğimiz bir kütlenin çekiminden mi ileri geldiğini anlayabilir miyiz? Cevap, hayır anlayamayız. Einstein, yerçekimi kuvveti ile ivme arasında gördüğü bu eşdeğerliği, «Eşdeğerlik İlkesi» adı altında şöyle ifade etmiştir: Uza-yın herhangi bir noktasında **yerçekimi kuvveti ile ivmeli hareketin tesiri eşdeğer olup, birini öbüründen ayırmak olanaksızdır.**

Soru 97 «Çekim Alanı» kavramının getirdiği yenilik ne idi?

Einstein'ın 1916'da açıkladığı Genel Relativite teorisi işte bu eşdeğerlik ilkesi üzerine kurulmuştur. Bu teori daha önce ayrı sanılan yerçekimi kuvveti ile eylemsizlik etkisini «çekim alanı» denilen bir tek kavram altında birleştirir. Einstein'ın bu noktada, Maxwell'in, elektrik ve manyetik kuvvetlerin «elektro-manyetik alanı» kavramı altında birleştirmesinden esinlendiği söylenebilir. Alan kavramı ile, manyetik kuvvetin uzakta bulunan bir nesneyi uzanarak etkilediği düşüncesi terkedilmiş, yerine çekimin nesneyi çevreleyen uzayın bir özelliği olduğu düşüncesi geçmişti. Aynı şekilde Einstein da, «çekim alanı» kavramı ile, eylemsizlik ve yerçekimi etkilerini, etkilenen cisimleri çevreleyen uzayın yapısal özellikleri olarak açıklama yoluna gitmiştir. Newton fiziğinde yerçekimi, cisimleri uzaktan etkileyen bir **kuvvet**'tir. Genel Relativite'ye göre ise çekim (= gravitasyon) evrende dağılmış olan kütleleri çevreleyen uzayın geometrik yapısının bir özelliğidir. Büyük bir kütlenin (örneğin bir gezegen ve yıldızın) bulunduğu her yerde uzayın yapısı düzlüğünü kaybeder ve bir çekim alanı meydana gelir.

Uzayda ışık en kısa yolu izleyerek ilerler. Kütlelerin etkilemediği boşlukta bu yol doğrusaldır. Kütlelerin yarattığı çekim alanları eğrik olduğundan bu alanlardan geçen ışınların da eğrik olması beklenir. Nitekim Einstein'ın, güneş çekim alanından geçen yıldız ışınlarının doğrultularından belli bir ölçüde sapacakları iddiası, sonradan gözlemsel olarak doğrulanmıştır. Güneş çevresinde dolaşan gezegenler de doğrusal bir yol değil, eğri bir yol izlemektedirler. Çünkü içinde buldukları çekim alanının yapısı eğridir. Böyle bir alanda, tıpkı küresel bir cismin yüzeyinde olduğu gibi, iki nokta arasındaki en kısa yol bir doğru de-

ğil, «jeodezik» denen bir eğridir. Gene böyle bir alanda ne bir üçgenin iç açılarının toplamı iki dik açığa eşittir; ne de bir çizgiye dışındaki bir noktadan bir paralel çizgi çizmek olanağı vardır. Başka bir deyişle çekim alanları Öklidçi geometrinin özelliklerini taşımamaktadır. Bu nedendir ki, Einstein teorisini kurarken Öklidçi olmayan bir geometri aramış ve istediğini Riemann geometrisinde bulmuştur.

Newton'ın Yerçekimi teorisini temelinden sarsan Genel Relativite canalıcı nitelikte üç gözlemlerle doğrulanmıştır. Bunlardan ilki Newton teorisinin açıklamada yetersiz kaldığı bir gözlemdi: Merkür gezegeninin periheli (yörünge elipsi üzerinde güneşe en yakın nokta) sinin kayması. Astronomlar bu kaymayı Volkan dedikleri bilinmeyen bir gezegenin etkisine bağlamak istemişlerse de, böyle bir gezegeni gözlemek hiçbir zaman gerçekleşmemiştir. Teori bu kaymanın her yüzyıl için 43 açı saniyesi kadar olduğunu haber veriyordu. Bu rakam ölçme ile ulaşılan değere çok yakındı.

Teoriyi doğrulayan bir başka test de şuydu. Teoriye göre çekim alanı hareket gibi zamanı da etkileyici niteliktedir. Güneş üzerinde bulunan bir saat yeryüzünde olduğundan daha ağır işler. Güneş atomlarının saçtığı ışığın frekansı dünyadaki eş atomların ışığının frekansından birazcık düşüktür, ve spektral çizgilerin spektrum'un kırmızı ucuna doğru kayması beklenir. Güneşte gözlenemeyecek kadar küçük olan bu etki, Sirius'a eşlik eden ve son derece yoğun beyaz cüceye ait ışığın spektrumunda saptanmıştır.

Çekim alanından geçen ışınların doğrultularından sapacağına değgin öndeyi (prediksiyon)nin olgusal olarak doğrulanması teoriye olan inancın güçlenmesinde en önemli rolü oynamıştır. Teorinin açıklanmasından üç yıl sonra, bir grup bilim adamının güneşin tam tutulmasından yararlanarak yaptıkları son derece duyarlı ölçmeler sapmanın,

teorinin haber verdiği ölçüye yakın var olduğunu ortaya koymuştur. İngiliz Kraliyet Cemiyetinin bu sonucunu açıklaması üzerine, Einstein bir anda tüm insanlığın gözünde tarihin sayılı bilginlerinden biri olarak yükselir.

Özel Relativiteden daha kapsamlı ve bilimsel yönden daha önemli olan Genel Relativite garip görünen bazı sonuçlar da getirmiştir. Örneğin, teoriye göre evren büyükölük itibariyle sonlu fakat sınırsızdır. Gene teori, evrenin giderek ya büyümekte ya da küçölmekte olduğu gereğini içermektedir ki, uzak nebölözler üzerindeki gözlemler büyümekte olduğunu göstermektedir.

Soru 98 Kuantum teorisi nasıl ortaya çıktı?

Doğa olgularını mekanik modellere oturarak değil, soyut matematiksel ilişkilere indirgeyerek açıklama yoluna giden ikinci büyük bilimsel devrim Max Planck'ın Kuantum Teorisi ile gerçekteşmiştir.

Ondokuzuncu yüzyılın sonlarında ısıtılarak kızıl-kor hale gelmiş bir metalin çıkardığı ısı ve ışık radyasyonunun niteliği pek çok fizikçinin ilgisini çeken bir problem teşkil ediyordu. Özellikle radyasyonu yalnız sıcaklık faktörüne dayanan «siyah cisim» denilen aydınlatma standardı ideal bir durum teşkil ettiğinden çalışmalar daha çok bu tür radyasyon üzerinde toplanmıştı. Bilindiği gibi ateşte kızdırılan bir maşadan önce, spektrumun kızıl-altı kesimine düşen uzun dalgalı radyasyon çıkar. Sıcaklığın artmasıyla, giderek daha kısa dalgalı radyasyonlar çıkmaya başlar. Bu süreçte maşa önce kırmızı, sonra turunç, daha sonra sarı, ve nihayet diğer renklerin eklenmesiyle beyaz görünür. Sıcaklığın daha da artmasıyla radyasyon spektrumun mor-ötesi kesimine giren gözle görölemeyecek kadar kısa dalgalara dönüşür.

Siyah cisim (veya herhangi bir metal) spektrumu enerjinin farklı dalga uzunlukları arasında nasıl dağıldığını göstermektedir. Planck çalışmaya başladığında bu enerji dağılımı ölçülebilmekteydi; problem ölçme sonuçlarının beklenene uymamasından doğuyordu. Radyasyon enerjisi sürekli bir akış biçiminde kabul edildiğinden, spektrumun kısa dalga (yüksek frekans) kesiminin alabildiğine geniş olması, hatta sınırsız uzaması gerekirdi. Başka bir deyişle dalga uzunluğunun giderek kısalmasıyla, enerjinin sonsuza doğru artması sözkonusuydu. Fizikçiler bunu «mor-ötesi katastrof» diye niteliyorlardı. Ne var ki, deney hiçbir maddenin, ne denli kızdırılırsa kızdırılsın, sonsuz enerji vermediğini gösteriyordu. Üstelik çıkan enerjinin büyük bir bölümünün orta dalga uzunlukta olduğu görülüyordu. Çözüm basitti: mor-ötesi katastrof beklentisine yol açan, ayrıca gözlemlere yeterince uymayan radyasyon enerjisinin sürekliliği varsayımından vazgeçmek. Ancak bize şimdi açık ve basit görünen bu çözüm o sırada akıldan geçirilemeyecek kadar ters ve anlamsızdı. Doğanın sürekliliği, bir hipotez değil, şüphe götürmez bir gerçek sayılıyordu. Aslında problemi çözmekle büyük bir devrime yol açan Planck bile klasik fiziği reddetmiş değildi. Durum gerçekten paradoksaldı. Planck çözümü getiren formülü ortaya attığında, bunun inandığı fiziği temelinden sarsıcı olabileceğini aklından geçirmemişti. Çözümüne, ölçme sonuçlarını ve bu sonuçlar arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak dile getiren zararsız bir formül gözüyle bakıyordu. Kaldı ki, anlamını iyice kavramadığı formülünü açıklığa kavuşturmak için kullandığı matematiksel işlemi doğru uyguladığı da söylenemez. Fakat formülün, siyah cisim radyasyon problemine doğru bir çözüm getirdiğinden emindi. Çok geçmeden, bir tür deneme-ve-yanılma yoluyla ulaştığı denklemin temel varsayımları nasıl alt-üst ettiğini gördüğünde kendisi de şaşıracaktı.

Planck problemin çözümünü ararken Boltzmann'ın istatistiksel metodundan yararlanma yoluna gider. Bir durumun olasılık derecesini tayin etmeğe yarayan bu metod uygulandığı konunun sayılabilir olmasını gerektirir. Enerjiye uygulanması da enerjinin birtakım kesinti veya bölümlerden ibaret olduğunu farzetmekle ancak mümkün olabilirdi. Nitekim bu noktayı gören Boltzmann ve onu izleyenler enerjinin böyle bölünmesini elverişli, fakat geçici bir hesaplama tekniği saymışlar, sonunda başka bir teknik aracılığı ile enerjiyi sürekli kılan duruma dönülebileceğinden bahsetmişlerdi. Mor-ötesi katastrof beklentisine düşmekten sakınma yolunu arayan Planck, son adımda, belki de bilmeyerek, enerji bölümlerini birleştirmeden bırakır, ve tam bu noktada formülünde dile getirdiği ilişki gözleri önünde belirerek amacına ulaşır. Zira kesik veya bölümler biçiminde ele alınan enerji sonsuza kadar bölünemez, bu da radyasyon enerjisinin sürekli veya miktar olarak sonsuz olmadığı demektir. Kaldı ki, bölümlerin eşit olmadığı düşünülürse, enerji dağılımını çoğu kısa dalgalara gitmeyecek şekilde düzenlemek mümkündür.

İşte Planck bu yoldan giderek Kuantum Teorisinin temel taşı olan basit formülüne ulaşır :

$$E = hf$$

(Formülde, E enerji, f radyasyon frekansı demektir; h ise sabit bir sayıyı, C.G.S. sisteminde 0.000 000 000 000 000 000 6624, veya kısaca $6,6 \times 10^{-27}$ olarak temsil etmektedir.)

Formül Planck'ın «Kuantum» dediği bir enerji parçacığı ile bir dalga frekansı arasındaki ilişkiyi dile getirmektedir. Buna göre, bir kuantum enerjisini bulmak için dalga frekansını Planck sabiti ile çarpmak gerekir. Öte yandan, herhangi bir radyasyonda verilen enerji miktarı dalga frekansına bölündüğünde sonucun daima h'ye, yani Planck sa-

bitine eşit olduğu görülür. (Işık hızı gibi Planck sabiti de doğanın temel değişmezlerinden biri olarak kabul edilmektedir.)

Planck'ın buluşu, ışığın dalga teorisine doğrudan bir tehlike teşkil etmiyordu belki, fakat enerjinin sürekliliği fikrini temelden sarsıyordu. Siyah-cisim radyasyonunda enerjinin kesik kesik veya sıçrayarak (bu sıçramalar h ile temsil edildiğine göre son derece küçük olmalı) değiştiğini kabul etmek gereği çıkmıştı ortaya zira. Eski Latin özdeyişi, «Natura non facit saltus» (Doğa asla sıçramaz), böylece yanlış çıkmış, klasik fiziğin dayalı olduğu sütunlardan belki de en önemlisi, doğanın sürekliliği varsayımı, çökmüş oluyordu.

Ünlü fizikçi Max Born, Planck için şöyle diyordu: «Yaratılıştan tutucu bir kafa yapısına sahipti; devrimsel hiçbir istek ve eğilimi olmadığı gibi spekülasyondan da hoşlanmazdı. Fakat olguların mantıksal sonuçlarına öyle saygılı idi ki, fiziği temelinden sarsan en devrimci fikri ileri sürmekten kendini alamadı.»

Soru 99 Fotoelektrik etki nedir?

Radyasyon enerjisini sürekli bir akış değil, «kuanta» denen taneciklerden ibaret sayan Planck teorisinin devrimci niteliği, Einstein'ın 1905'de ışık üzerindeki çalışmasıyla su yüzüne çıkar. * Başlangıçta her türlü radyasyonun (ısı, ışık, elektro-manyetik, vb.) kuantal biçimde verilip alındığı görüşünde olan Planck, daha sonra ışık radyasyonunun sadece verildiğinde (veya saçıldığında) bu biçimde ol-

(*) 1905'te 26 yaşında olan Einstein, her biri kendi başına bir dönüm noktası teşkil eden üç teoriyi birden ortaya atar: Özel Relativite teorisi, Fotoelektrik Etki teorisi ve Brown-Hareketi teorisi.

duğunu ileri sürmekle yetinir. Böylece, ışığın dalgasal nitelikte olduğunu gösteren girişim ve kırınım gibi olguları açıklama olanağı korunmuş oluyordu.

Einstein, bir uzlaşma olan bu yolu tutmaz, tam tersine, ışık radyasyonun hem verildiğinde, hem de alındığında kuanta biçiminde olduğu görüşünü savunur. Bu görüş ona «fotoelektrik etki» denen, fizikçilerin açıklayamadıkları şaşırtıcı bir olayı açıklama olanağı verir. Deneyler, belli madenî levhalar üzerine düşen ışığın levhadan bol elektronun çıkmasına yol açtığını göstermişti. Özellikle Lenard adlı fizikçinin bulduğu bir sonuç son derece ilginçti: ışığın etkisiyle çıkan elektronların hızı ile ışığın şiddeti arasında hiçbir ilişki yoktu. Gerçi levha üzerine düşen ışığın şiddeti yüksek olduğunda çıkan elektron sayısı daha fazladır; fakat bu elektronların hızı, ışığın şiddeti ister yüksek, ister düşük olsun, daima aynı kalmaktadır. Buna karşılık, ışığın frekansı ile elektronların hızı arasında bir ilişki vardır: yüksek frekanslı ışık (örneğin mor ışık) elektronların daha hızlı, alçak frekanslı ışık (örneğin kırmızı ışık) elektronların daha yavaş olmasına yol açmakta. Işık kaynağı levhadan uzaklaştırılır, az ışık verecek şekilde karartılırsa, çıkan elektron sayısı azalır, fakat hızları değişmez. Einstein'a göre bu sonuç ancak ışığın parçacık veya enerji taneciklerinden meydana geldiği varsayımına gidilirse açıklanabilirdi. Onun «foton» dediği bu taneciklerden biri levhadaki elektronlardan birine çarptığında, meydana gelen hareketi bir bilyenin bir başka bilyeye çarptığında meydana gelen harekete benzetebiliriz. Einstein, çıkan elektronların hızı ile ışığın frekansı arasındaki ilişkiyi, fotonların enerji yükü ile açıklamıştır. Dalga uzunluğu kısa, dolayısı ile frekansı yüksek ışık fotonları, daha büyük enerji yükü taşıdıklarından, çarptıkları elektronları daha hızlı harekete geçirmektedirler. Einstein'ın «fotoelektrik kanunu» diye ifade ettiği bu ilişki 10 yıl sonra fizik bilgini Millikan tarafından

deneysel olarak doğrulanır, ve Einstein Nobel Ödülü'nü, aradan 16 yıl geçtikten sonra, 1921'de, bu buluşundan dolayı kazanır.

Soru 100 Kuantum teorisinde ne gibi gelişmeler oldu?

Einstein'ın foto-elektrik teorisi ile birlikte fizikçiler yeniden bir çıkmazda kendilerini buldular: Işığın dalga teorisine başvurmaksızın girişim ve kırınım gibi olguları açıklamaya olanak yoktu. Öte yandan siyah-cisim radyasyonu ve foto-elektrik etki gibi olguların açıklanması da parçacık veya kuantum teorisini gerektiriyordu.

Ancak 1913'ten itibaren kuantum teorisinin giderek büyüyen bir ağırlık kazandığını, radyasyon olayı ötesinde teorik fiziğin daha birçok sorunlarını kapsamına aldığını görmekteyiz. Teorinin hızlı bir gelişme temposuna girmesi Danimarka'lı bilim adamı Niels Bohr'un çalışmasıyla başlar.

Bohr 1913'te kuantum teorisini Lord Rutherford'un atomla ilgili çekirdek (nuclear) teorisine uygular. Rutherford'a göre atom güneş sistemine benzer bir yapıdaydı: ortada pozitif elektrik yüklü son derece yoğun bir çekirdek (proton) ve etrafında dönen negatif elektrik yüklü elektronlar. Bohr'u asıl ilgilendiren konu böyle bir atomun ışığı nasıl saçabildiği idi.

Bilindiği gibi en hafif atom, proton etrafında tek bir elektronun döndüğü hidrojen atomudur. Kütlesi elektronunkinden 1840 kere daha büyük olan protonun pozitif elektrik yükü, elektronun negatif elektrik yüküne denktir. Klasik fizik kanunlarına göre böyle bir atomun dengesini koruması olanaksızdır: zira elektron, dalga uzunluğu giderek azalan dalgalar çıkararak protona doğru helezon çizer.

Bohr'un getirdiği görüş bu sakıncayı önler. Ona göre, hidrojen atomundaki elektron yalnız yarıçaplı belli yörüngelerde döner ve yörüngede iken radyasyon yapmaz. Radyasyon ancak elektronun bir yörüngeden başka bir yörüngeye sıçradığında olur. Bu radyasyon bir kuantum (hf) olup, frekansı sıçramanın yer aldığı yörüngelere göre değişir. Bohr'un matematiksel olarak geliştirdiği bu teori, hidrojen atomunun çıkardığı ışığın dalga uzunluklarına ait değerleri şaşılacak bir doğrulukla önceden kestirmeğe olanak verdikten başka, o zamana kadar gözlenmemiş başka birtakım radyasyonların (hem mor-ötesi hem kızıl-altı kesimlerde) deneysel olarak bulunmasına da yol açıyordu.

Bohr teorisinin yarattığı heyecanı Einstein'ın o zamanki tepkisi yeterince canlandırmaktadır. Rutherford'a yazılan bir mektupta bu tepki şöyle kaydedilmiştir: «Einstein'ın kocaman gözleri daha da büyüdü ve bana, 'Demek ki büyük bir buluşla karşı karşıyayız,' dedi.»

Bohr, teorisini, atomsal yapısı hidrojenden daha karmaşık olan elementlere genelleyerek olduğca başarılı sonuçlar alır. Bununla beraber çekirdek etrafında dönen elektronların sayısı iki ve daha fazla olduğunda içinden çıkmaz matematiksel zorluklar ortaya çıkmıştır. Örneğin, basit spektrumlu fakat onbir elektronu olan sodyum atomu gerçekten g bir problem teşkil ediyordu. Bu durumda Bohr, ışık radyasyonundan yalnız en dıştaki elektronu sorumlu tuturak güçlüğü yenmek yoluna gider. Geriye kalan on elektron, ona göre, tam teşekkül etmiş iki i halkayı meydana getirmektedir.

Tüm başarisına rağmen Bohr teorisi (buna «Rutherford-Bohr Modeli» de denmektedir) her yönden yeterli olmaktan uzak kalmıştır. 1925'te Alman bilim adamı Heisenberg, atom modeli düşüncesini bir yana iterek yalnız. spektral frekans ve şiddet gibi gözlenebilir değişkenler üzerine kurduğu «kuantum mekaniği» denen teoriyi geliştirir. Son de-

rece karmaşık olan bu teori, matematikçilerin cebirsel denklemler teorisinde işleyiş kurallarını belirledikleri matris denen sayısal tablolara dayanıyordu. Ancak teoriden çıkan sonuçlar, Rutherford-Bohr modelinin verdiği sonuçlara göre, deney verilerine daha iyi uyuyordu.

Heisenberg, Bohr'un 1920'de kurduğu Kopenhag Teorik Fizik Enstitüsünde çalışıyordu. Bu enstitü, Heisenberg, Pauli, Landau, Gamov, Max Born, Dirac ve Jordan gibi seçkin fizik bilginlerinin toplandığı ve kuantum teorisi alanında öncü çalışmaları ile ün yapan bir merkezdi.

Kopenhag ekolünün en büyük başarısı Planck'la başlayan kuantum teorisi ile kökleri çok daha gerilere giden dalga teorisini «Dalga mekaniği» adı altında uzlaştırabilmesi olmuştur. Bu gelişme Fransız de Broglie ile Avusturyalı Schrödinger'in çalışmalarına dayanır.

Radyasyonun hem dalga hem parçacık niteliği taşıması, de Broglie'ye göre bir çelişki değildir. 1924'te ortaya attığı teori gereğince, elektronların ve genel olarak her türlü madde parçacıklarının hareketi dalgasaldı. İlk bakışta saçma görünen bu görüş çok geçmeden, elektron ışınlarında ışıkta olduğu gibi, kırınım biçimlerinin saptanması ile deneysel geçerlik kazanır.

1926'da Schrödinger'in, elektronların dalgasal olduğu görüşünü hidrojen atomuna uygulayarak ulaştığı bir denklem dalga mekaniğinin temel taşı olur. Schrödinger, bir elektron yörüngesinde bulunan elektron dalga uzunluklarının kesire yer verilmeksizin tamsayılarla ifade edilebileceğini göstermekle Bohr teorisinde karanlık kalan bazı noktaları aydınlatır, aynı zamanda kendi dalga mekaniği ile Heisenberg'in geliştirdiği kuantum mekaniğinin eşdeğer olduğunu gösterir. Oysa hiç değilse görünüşte iki teorinin yaklaşımı birbirinden tamamıyla farklıydı.

Schrödinger, matematiksel teorisini fiziksel olarak şöyle yorumluyordu: hidrojen atomu, donuk bir pencere

camından baktığımızda uzak bir lamba çevresinde gördüğümüz halelere benzer. Dönen elektronlara ilişkin dalgaların atom çekirdeği etrafında meydana getirdiği kırınım halesi, negatif elektrik yüklü küresel halkalardan ibarettir. Bunların yoğunluğu, dalgalarda görüldüğü üzere, çekirdekten dışa doğru değişmektedir. Schrödinger madde ve radyasyona ilişkin dalga ve parçacık ikileminden, kuantaya parçacıkları birer «dalga paketi» saymakla kurtulunabileceğini umuyordu. Onun «dalga paketi» dediği şey küçük bir yerde şiddetli bir yoğunlaşma ile toplanmış dalgalardı. Böylece o, hidrojen atomundan çıkan radyasyonu, elektron sıçramasından söz etmeksizin, klasik dalga teorisi ile açıklayabileceği inancındaydı.

Bu teori iki elektronlu bir atoma uygulandığında, elektron dalgalarının 6-boyutlu bir uzayda olmasını, n sayısında elektronlu atomlara uygulandığında uzayın $3n$ -boyutlu olmasını gerektiriyordu. Bu demekti ki, elektron dalgaları bildiğimiz uzaydaki dalgalardan çok farklı şeylerdir. Niels Bohr'un çalışma arkadaşlarından Max Born'un, bu dalgaların, elektronun varlık olasılığını temsil ettiğini ileri sürmesiyle kuantum teorisinde önemli bir gelişme dönemi daha başlar.

Schrödinger'in atomundaki halkaların görünen yoğunluğu, bir elektrik yükü yoğunluğu değil, fakat elektronun orada, Bohr'un yörüngelerinden birinde, var olduğu olasılığıdır. Aynı şekilde bir ışık ışını, dağılım olasılığı dalgalarca temsil edilen bir kuantaya sürüsü sayılabilir.

Kuantum teorisinin kesinlikler değil ancak olasılıklar düzeyinde yürüdüğü Heisenberg'in ünlü Belirsizlik İlkesiyle tam bir açıklık kazanmıştır. Bu ilkeye göre, elektron gibi küçük bir parçacığın konum ve hızını birlikte saptamak olanaksızdır. Bu olanaksızlık ilkede olup deney tekniğindeki yetersizlikle ilgili değildir. Heisenberg bu tezini, gözlem araçlarının gözlenen nesne veya olgu üzerindeki bozucu

etkisine işaret ederek açıklığa kavuşturmaya çalışır. Elektronu gözlemek için radyasyon kullanma gereği vardır. Elektronun yerini saptamak istiyorsak dalga uzunluğu kısa radyasyon kullanmak zorundayız. Bu demektir ki, kullanacağımız radyasyonun, frekansı (f) çok yüksek, kuantum enerjisi (hf) büyük olacaktır. Oysa böyle bir kuantum elektrona çarpar çarpmaz onun hızını değiştirir. Öte yandan uzun dalgalı radyasyon kullanılacak olsa (ki bunun kuantum enerjisi küçüktür) elektronun hızı değişmemekle birlikte yerini tam saptama olanağı kaybolmaktadır. Görülüyor ki, elektronun bulunduğu yeri tam saptama hızını belirsizleştirmeğe, hızını tam saptama yerini bulmamağa yol açmaktadır.

Belirsizlik ilkesini matematiksel olarak şöyle ifade edebiliriz

$$\Delta x \cdot \Delta v = h/m$$

(denklemden Δx ve Δv , m kütlesinde bir parçacığın yer ve hızının belirsizliğini göstermektedir. İkisinin çarpımı, elementer kuantum etkisi, h, ile orantılıdır. h'nin değeri sıfır olsaydı belirsizlik diye bir şey olmayacaktı. Gerçekten, h'nin sıfır olması halinde dalga mekaniği denklemlerini klasik mekaniğin denklemlerine dönüştürmek mümkündür. Böylece belirsizliğin kökeni Planck sabitinde yatmaktadır. Nitekim belirsizlik ilkesi, hareket halindeki bir parçacığın yer ve hızı ile ilgili herhangi bir ölçümün, en az Planck sabiti ($h = 6,6 \times 10^{-27}$) kadar bir belirsizlikle sonuçlanma zorunluğunu içerir. Atom-altı düzeyde h önemli bir sayıdır; makro düzeydeki büyüklükler, örneğin cisimlerin kütleleri, bu değere göre çok büyük olduğundan, belirsizlik son derece azalmakta, dolayısıyla determinist nedensellik geçerlik kazanmaktadır. Ancak bundan makro düzeydeki ilişkilerin mikro düzeydeki ilişkilerin bir limiti olduğu, başka bir deyişle, determinist görünen klasik fiziğin aslında probabi-

list olan atom-altı fiziğin özel bir hali olduğu sonucuna gidilebilir.

Bilindiği gibi klasik mekanikte, bir sistemdeki nesnelerin bir andaki yer ve hızlarını bilmemiz, daha sonraki durumlarını kestirmemiz için yeterlidir. Daha önce de değinmiştik: Laplace üstün bir zekâ için, evrendeki tüm nesnelerin şu andaki konum ve hızlarını verdiğimiz takdirde, gelecekte veya geçmişte herhangi bir andaki durumlarını tam kestirmenin olanak dışı olmadığını ileri sürmüştü. Oysa Belirsizlik İlkesine göre bu tür bir bilgi atom-altı olgular yönünden olanaksızdır. Olanak içinde olan sadece olguların olasılığını hesaplamaktır.

Atom-altı olguları önceden kestirmedeki belirsizlik bu olguların parçacık ve dalga niteliklerindeki ikilemele de ilgilidir. Bir elektron, yeri kesinse bize parçacık, kesin değilse bize dalga olarak görünecektir. Bu nedenle Bohr, parçacık ve dalga kavramlarını birbirini tamamlayan vazgeçilmez iki kavram saymıştır, şu kadar ki, birini kullandığımızda öbürünü unutmuş olalım. Örneğin, bir elektronu parçacık olarak gözlemek için kullandığımız deneysel aracın onu dalga olarak gözlememizi olanaksız kılmasına ihtiyaç vardır. Tersine, dalga olarak gözlememiz için aracımızın onu parçacık olarak göstermesine olanak olmamalıdır.

Bohr'un bütünleştirici (complementary) ilkesi elektron gibi bir nesneyi betimlemede tek bir kavramın yetersizliğini içermektedir. Elektron bazen parçacık, bazen dalga niteliğindedir; daha doğrusu belki de her ikisidir. Aslında bilinen şey, yorumları belirsiz birtakım denklemlerden ibarettir. Bu yüzdendir ki, dünyamızda olup bitenleri parçacıkların veya dalgaların hareketine indirgmeden söz edilebileceği gibi, ikisini birden kapsayan «dalçacık»lardan da bahsedilebilir. * Bir tek elektronun özellikleri zaten bi-

(*) «Dalçacık», «dalga» ile «parçacık» kelimelerinden ilk ve son heceler birleştirilerek yapılmıştır.

lim adamını ilgilendirmemektedir. Onun için önemli olan elektronların yığın içindeki davranışdır. Bu ise istatistiğin sağladığı metodlarla kesine yakın bir doğrulukla incelenebildiğine göre ortada fazla bir sorun yok demektir.

Kuantum fiziğinde son girişimlerden biri 1930'da İngiliz bilim adamı Paul Dirac'tan gelmiştir. Dirac'ın amacı çeşitli teorileri birleştirmektir; öyle ki, Heisenberg'in matris mekaniği ile Schrödinger'in dalga mekaniği daha genel bir çerçevede birer özel hal olarak yer alsın. Bu amaçla geliştirdiği matematiksel teori son derece soyut ve karmaşıktı, ve doğanın temel süreçlerinin uzay ve zamanda yer alan olgular gibi betimlenemeyeceği görüşüne dayanıyordu. Ona göre doğrudan gözleme açık olmayan temel süreçlerin anlaşılması ancak inceleme sürecinde biçim değişikliğine uğrayarak yüzeye çıkmaları ile mümkündür.

Schrödinger modelinde, çekirdek etrafında üç boyutlu uzaydaki elektronların dağılımı gözönünde tutularak, atomun yapısını tanımlayan dört kantiteden üçü belirtilmiş, zaman boyutunu temsil eden dördüncü kantiteye yer verilmemiştir. Bu nedenle Schrödinger modeli relativist nitelikte bir model değildir. Dirac'ın geliştirdiği model ise relativist nitelikte olup, elektron «spin»ini kapsayan dördüncü kuantum sayısını da içermektedir. Dirac, teorisine dayanarak, kütlesi elektron kütlesine denk, fakat elektrik yükü pozitif olan bir parçacığın var olduğunu ileri sürer. «Positron» adı verilen bu parçacık daha sonra deneysel olarak bulunmuştur. Buna rağmen Dirac'ın relativist nitelikteki dalga mekaniğinin, çok güç ve karmaşık olması nedeniyle, birleştirmeye öngördüğü teoriler ölçüsünde uygulama olanağı bulunduğu söylenemez.

Şurası muhakkak ki, kuantum fiziğinde son söz henüz söylenmiş değildir. Tüm çaba ve girişimlere rağmen kuantum teorisinin eksik veya yetersiz kalmaktan kurtulamadığı anlaşılmaktadır. Özellikle, daha yüksek enerji ile de-

neyler yapan günümüz fizikçilerinin bu yetersizliği görmezlikten gelmelerine olanak kalmamıştır. Gerçekten son derece yüksek enerji koşulları altında, atomu niteleyen özelliklerin kaybolduğu görülmektedir. Günümüzün dev akseleratörlerinde yüksek enerjili atom-altı parçacıklarla çekirdek bombalandığında birtakım yeni ve bilinmeyen parçacıklar ortaya çıkmaktadır. Bunların yol açtığı sorunları çözümlenmede mevcut teorinin çok kere yetersiz kaldığı bilinmektedir. Her şey yeni bir teoriye olan ihtiyacı göstermektedir. İhtiyaç, teorinin daha kapsamlı olmasından çok, getireceği görüşün değişik olmasında kendini duyurmaktadır. Böyle bir görüş ortaya çıktığında belki de «kuanta» kavramı, parçacık-dalga ayırımı, belirsizlik ilkesi ve Kopenhag yorumu geçerliklerini yitirecek, yerlerine ya günlük düşünme ve yaşantımıza daha yakın, ya da büsbütün uzak kavramlar geçecektir. Şimdilik kesin olan bugünkü durumun sürüp gitmeyeceği, er-geç daha temel ve güçlü bir teorianin ortaya çıkacağıdır.

BİBLİYOGRAFYA

- Barnett, L., **The Universe and Dr. Einstein**, New York: The New American Library of World Literature, Inc., 1955.
- Bernal, J.D., **Science in History**, Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books, 1969.
- Bronowski, J. and Mazlish, B., **The Western Intellectual Tradition**, Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books, 1963.
- Bruton, J.G., **The History of Western Science**, Cambridge: the University Press, 1966.
- Butterfield, H., **The Origins of Modern Science**, New York: The Macmillan Company, 1961.
- Cline, B.L., **The Questioners: Physicists and The Quantum Theory**, New York: Thomas Y. Crowell Company, 1965.
- Cohen, I.B., **The Birth of a New Physics**, New York: Doubleday and Company, Inc., 1960.
- Coleman, J.A., **Relativity for the Layman**, New York: The New American Library of World Literature, Inc., 1958.
- Dampier, W.C., **A History of Science**, Cambridge: The University Press, 1966.
- A Shorter History of Science**, New York: Meridian Books, 1966.
- Einstein, A. and Infeld, L., **The Evolution of Physics**, New York: Simon and Schuster, 1961.
- Hall, A.R. and Hall, M.B., **A Brief History of Science**, New York: Signet Science Library, 1964.
- Hall, A.R. (Ed.), **The Making of Modern Science**, Leicester: The University Press, 1960.
- Holton, G., **Introduction to Concepts and Theories in Physical Science**, Reading, Mass.; Addison-Wesley Publishing Co. Inc., 1952.
- Hurd, D.L. and Kipling, J.J., **The Origins and Growth of Physical Science**, Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books, 1964.

- Infeld, L., **Albert Einstein**, New York: Charles Scribner's Sons, 1950.
- Jeans, Sir James, **The Growth of Physical Science**, Cambridge: The University Press, 1951.
- Kemble, E.C., **Physical Science: Its Structure and Development**, Cambridge; Mass: The M.I.T. Press, 1966.
- Mason, S.F., **A History of the Sciences**, New York: Collier Books, 1962.
- McKenzie, A.E.E., **The Major Achievements of Science**, Vol. I, Cambridge: The University Press, 1960.
- Middleton, W.E.K., **The Scientific Revolution**, Cambridge, Mass: Schenkman Publishing Co., 1963.
- Price, D.J., **Science Since Babylon**, New Haven: Yale University Press, 1961.
- Russell, B., **History of Western Philosophy**, London: George Allen and Unwin Ltd., 1946.
- Sarton, G., **The Life of Science**, Freeport, N.Y.: Books for Libraries Press, 1948.
- The History of Science and the New Humanism**, Bloomington, Ind.: Indiana University Press, 1962.
- Sayılı, A., **Mısırlılarda ve Mezopotamyalılarda Matematik, Astronomi, ve Tıp**, Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi, 1965.
- «Ortaçağ İslâm Dünyasında İlmî Çalışma Tempodundaki Ağırlaşmanın Bazı Temel Sebepleri,» **Araştırma I**, Ankara: D.T. C.F., 1963.
- Singer, C., **A Short History of Science**, Oxford: The University Press, 1941.
- Turner, D.M., **A Book of Scientific Discovery**, New York: Barnes and Noble, Inc., 1960.
- Whitehead, A.N., **Science and Modern World**, London: Cambridge University Press, 1946.
- Yıldırım, C., **Science: Its Meaning and Method**, Ankara: M.E.T.U., 1971.
- 100 Soruda Bilim Felsefesi**, İstanbul: Gerçek Yayınevi, 1973.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ

5

I. BÖLÜM

GİRİŞ

Soru 1	Bilim tarihi nedir?	7
Soru 2	Bilimin kökeni neye dayanmaktadır? .	9
Soru 3	Bilimsel gelişmeyi nasıl niteliyebiliriz?	11

II. BÖLÜM

ESKİ UYGARLIKLARDA BİLİM

Soru 4	İlk adımlar nerede atıldı?	14
Soru 5	Mısır'ın ilk adımlarda yeri nedir?	16
Soru 6	Mezopotamya ve Mısır'da bilimsel gelişmeler neden sınırlı kalmıştır?	18
Soru 7	Yunan bilimi nasıl başladı?	20
Soru 8	Tales kimdir?	22
Soru 9	Tales'i kimler izledi?	24
Soru 10	Yunan düşüncesinde akılcı eğilim nasıl belirdi?	26
Soru 11	Atomal evren kavramı nasıl doğdu?	29
Soru 12	Sokrat bilime ne yönden katkı yaptı?	31
Soru 13	Eflâton'un akademisine kimler giremezdi?	33
Soru 14	Astronomi bilimi teorik olmaya nasıl başladı?	35
Soru 15	Aristo'nun başlıca özellikleri nedir?	37
Soru 16	Aristo evreni nasıl tasavvur ediyordu?	39
Soru 17	Aristo hareketi nasıl açıklıyordu?	41
Soru 18	Aristo'da nedensellik kavramı ne ifade ediyordu?	43
Soru 19	Aristo'nun biyoloji alanındaki çalışmaları niçin önemlidir?	45

III. BÖLÜM

HELENİST DÖNEMDE BİLİM

Soru 20	Büyük İskender'in Asya seferi bilimi nasıl etkiledi?	47
Soru 21	Dedüktif geometri nasıl kuruldu?	49
Soru 22	Dedüktif düşünme bilime nasıl uygulandı?	51
Soru 23	Arşimed'in düşünme biçimini niteleyen asıl özellik neydi?	52
Soru 24	Dünyanın yuvarlak olduğu düşünülebilir miydi?	54
Soru 25	Astronominin ilerlemesinde Hipparkus'un rolü nedir?	56
Soru 26	Helenist çağı astronomisinin belirgin özelliği ne idi?	57
Soru 27	İskenderiye ekolünde yer alan başlıca çalışmalar nelerdi?	60
Soru 28	Dünyanın çevresinin uzunluğu nasıl ölçüldü?	61
Soru 29	Batlamyus kimdir?	64
Soru 30	Almagest niçin önemlidir?	67
Soru 31	Galen kimdir? Etkisi niçin uzun sürmüştür?	69
Soru 32	Simya nasıl ortaya çıktı?	70
Soru 33	Romalıların başlıca özellikleri nedir?	73
Soru 34	Yunan düşüncesinin Romalılar üzerindeki etkisi ne olmuştur?	75

IV. BÖLÜM

ORTAÇAĞ AVRUPASI ve İSLÂM DÜNYASINDA BİLİM

Soru 35	Akıla tepki nasıl doğdu?	77
Soru 36	Duraklama dönemi ne yönden olumlu sayılabilir?	79
Soru 37	Ortaçağ kafasının özelliği nedir?	81
Soru 38	Ortaçağ'da bilim adına ne vardı?	83
Soru 39	Uyanmaya giden yolda ilk kıpırdamalar nelerdi?	87
Soru 40	İslâm dünyasında bilim nasıl başladı?	89
Soru 41	İslâm biliminde matematik, astronomi ve fizik'in yeri nedir?	93
Soru 42	Arap biliminin özelliği ne idi?	95

Soru 43	İslâm bilimi batı'yı nasıl etkiledi? .	98
Soru 44	İslâm dünyasında bilimin gerilemesinin sebepleri nedir?	100

V. BÖLÜM

SKOLASTİK DÖNEMDE BİLİM

Soru 45	Batı'da üniversiteler nasıl doğdu? . . .	104
Soru 46	Bilimin gelişmesinde manastırların rolü nedir?	107
Soru 47	Roger Bacon kimdir? . . .	110
Soru 48	Bilimin doğuşunu hazırlayan ortamın özelliği ne idi?	112

VI. BÖLÜM

RÖNESANS ve BİLİM

Soru 49	Modern bilimin doğuşunda Rönesans'ın rolü nedir?	116
Soru 50	Leonardo Da Vinci niçin önemlidir?	118
Soru 51	Kopernik kimdir?	121
Soru 52	Kopernik sisteminin önemi nedir?	123
Soru 53	Tycho Brahe kimdir?	126

VII. BÖLÜM

BİLİMSEL DEVRİM

Soru 54	Kepler kimdir? Kanunları nelerdir?	131
Soru 55	Kepler kanunları niçin önemlidir?	134
Soru 56	Kimya ve Tıp'da durum ne idi? . . .	136
Soru 57	Hayat bilimlerinde ne gibi gelişme oldu?	137
Soru 58	Fizik'de bir gelişme oldu mu?	139
Soru 59	Matematik'de ne gibi gelişmeler vardı?	141
Soru 60	Bilimde metod bilinci nasıl başladı?	144
Soru 61	Bacon'ın karşı çıktığı şey neydi? . . .	145
Soru 62	Dekart'ın metod anlayışı neye dayanıyordu?	147
Soru 63	Dekart'ın metod anlayışının kapsamı neydi?	149
Soru 64	Dekart'ın bilime katkısı ne olmuştur?	152
Soru 65	Galileo kimdir?	154

	Sayfa
Soru 66 Galileo'nun Fizik'e katkıları ne olmuştur? .	156
Soru 67 Galileo'nun Astronomi'ye katkıları ne olmuştur?	159
Soru 68 Bilim adamı olarak Newton'ın özelliği ne idi?	161
Soru 69 Newton gök mekaniğini nasıl kurdu?	164
Soru 70 Principia nasıl yazıldı? .	166
Soru 71 Principia niçin önemliydi?	167
Soru 72 Işığın niteliği ne idi?	171
Soru 74 Onyedinci yüzyılda maddenin yapısı hakkında ne düşünülüyordu?	173
Soru 74 Bilim akademileri nasıl kuruldu?	175
Soru 75 Onyedinci yüzyıl bilimsel devrimini nasıl açıklayabiliriz?	177

VIII. BÖLÜM

AYDINLIK ÇAĞI ve BİLİM

Soru 76 Aydınlik Çağı'nın özelliği ne idi?	179
Soru 77 Onsekizinci Yüzyılda astronomi ve matematikteki gelişmenin niteliği ne idi?	181
Soru 78 Fransız Newton'ı sayılan Laplace kimdir?	182
Soru 79 Phlogiston Teorisi nedir?	186
Soru 80 Oksijen nasıl bulundu?	188
Soru 81 Lavoisier'den sonra ne gibi gelişmeler oldu?	191

IX. BÖLÜM

ENDÜSTRİ DÖNEMİNDE BİLİM

Soru 82 Işığın dalga teorisi nasıl üstünlük sağladı?	194
✘ Soru 83 : Enerjinin korunumu ve israfı ne demektir?	196
✘ Soru 84 Elektrik kavramının oluşumunu kimlere borçluyuz?	199
Soru 85 Elektrik ne gibi yeni gelişmelere yol açtı?	202
Soru 86 Elektro-Manyetik teori nasıl kuruldu?	204
Soru 87 Evrim teorisi nasıl doğdu?	207
Soru 88 Darwin teorisinin anlam ve önemi neydi?	210
Soru 89 Mikrop teorisi nasıl kuruldu?	213
Soru 90 Genetik bilimi nasıl doğdu?	215
Soru 91 Gen teorisi evrim teorisiyle bağdaşır nitelikte değil midir?	218

Soru 92	Ondokuzuncu yüzyılı niteliyen başlıca özellikler nelerdi?	220
---------	---	-----

X. BÖLÜM

YIRMİNCİ YÜZYILDA BİLİM

Soru 93	Yirminci yüzyıla girerken durum nasıl görünüyordu?	224
Soru 94	Özel relativite teorisi nasıl doğdu?	226
Soru 95	Özel relativite'nin devrimsel sonuçları nelerdi?	228
Soru 96	Genel relativite hangi ihtiyaçtan doğdu?	231
Soru 97	«Çekim Alanı» kavramının getirdiği yenilik ne idi?	234
Soru 98	Kuantum teorisi nasıl ortaya çıktı?	236
Soru 99	Foto. elektrik etki nedir?	239
Soru 100	Kuantum teorisinde ne gibi gelişmeler oldu?	241
BİBLİYOGRAFYA		249



1925 yılında Doğu Anadolu'nun uzak ve küçük bir kasabası Kulp'ta dünyaya gelen Cemal Yıldırım, orta öğrenimini Akçadağ Köy Enstitüsü'nde, yüksek öğrenimini Yüksek Köy Enstitüsü'nde yapmış, köy okullarında üç yıllık hizmetten sonra ihtisas öğrenimi için önce İngiltere'ye, daha sonra da A. B. D.'ne gönderilmiştir. 1963'ten beri Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde Mantık, Bilim Metodu ve Bilim Felsefesi derslerini okutan Prof. Dr. Yıldırım'ın yerli ve yabancı dergilerde çıkan bazı makaleleri ve milletlerarası kongrelere sunduğu tebliğleri dışında, 4'ü İngilizce, 4'ü dilimizde olmak üzere yayınlanmış 8 kitabı vardır. Yıldırım, evli ve iki çocuk babasıdır. / Prof. Yıldırım, bilim tarihini şu bölümlerde incelemektedir: Eski uygarlıklarda bilim - Helenist dönemde bilim - Ortaçağ Avrupası ve İslâm dünyasında bilim - Skolastik dönemde bilim - Rönesans ve bilim - Bilimsel devrim - Aydınlık Çağı ve bilim - Endüstri döneminde bilim - Yirminci yüzyılda bilim. / «Düşüncenin serbestliğe kavuşması, akılla batıl inançların çarpışması, insanoğlunun 'doğru'yu araması ve giderek ona yaklaşması, hata ve akıl dışı saplantılarla savaşması... İşte bilim tarihinden öğrenebileceğimiz şeylerden başlıcaları.» diyor Prof. Yıldırım. İnsanoğlunun bu en büyük serüvenini açık, kolay anlaşılır bir dille gözler önüne seren «100 Soruda Bilim Tarihi»ni okurlarımızın bir roman okur gibi zevkle, ilgiyle okuyacaklarına inanıyoruz.