DİJİTAL KÜTÜPHANE KANALI

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

https://rantey.org

Yedek ve Duyuru Kanallarımız
Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

• Telegram: https://t.me/birkitapbir

• WhatsApp Kanalımız : https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4IvMoc0Y

BİLİMLER TARİHİ

STEPHEN F. MASON



ÇEVİREN:
UMUR DAYBELGE

T.C.
KÜLTÜR BAKANLIĞI
DÜNYA EDEBİYATI

BİLİMLER TARİHİ

T.C. KÜLTÜR BAKANLIĞI YAYINLARI/2767
Yayımlar Dairesi Başkanlığı
Dünya Edebiyatı Eserleri Dizisi/67

STEPHEN F. MASON,
M.A., D. Phil., D.Sc.
Londra Üniversitesi Kimya Emeritus Profesörü

BİLİMLER TARİHİ

Çeviren
Prof. Dr. Umur DAYBELGE

© T.C. KÜLTÜR BAKANLIĞI, 2001 – ANKARA
ISBN 975-17-2742-1
Kapak Düzeni : Orhan DAYBELGE

Mason, Stephen F.
Bilimler tarihi / Stephen F. Mason ; Çeviren: Umur Daybelge. - Ankara : Kültür Bakanlığı, 2001.

XV, 592 s. ; 24 cm. - (Kültür Bakanlığı yayınları ; 2767. Yayımlar Dairesi Başkanlığı dünya edebiyatı eserleri dizisi ; 67)
ISBN 975-17-2742-1

I. k.a. II. Daybelge, Umur. III. Seriler: . 509

www.kultur.gov.tr
E-posta : yayimlar@kutuphanelergm.gov.tr

Birinci Baskı, 4.000 Adet

Başbakanlık Basımevi – 2001 ANKARA

SUNUŞ

Gelişmiş toplumlarda, teknik, bilim ve kültür arasındaki ilişki ve karşılıklı bağımlılık çok karmaşık bir hale gelmiştir. Bu yüzden, eğitim, ekonomi, sosyal ve kültür politikaları düzenlenirken, tarihsel deneyimler de göz önüne alınır. Fizik, kimya, biyoloji gibi bilimler, doğanın sırlarını araştırmalarının yanısıra, tekniği ve hatta kültürü besleyen birer bilgi kaynağıdırlar. Ama bu bilimler de, atılım ve gelişmeleri için, ileri tekniğin ürettiği araçlar kadar, yüksek bir kültürün beslediği düşünce ortamına da gereksinim duyarlar. Bu karşılıklı bağımlılıkların zaman ekseninde incelenmesi, Bilim Tarihi denilen disiplinin, başta gelen bir konusudur. Elimizde bulunan, Prof. Stephen F. Mason'un "A History of the Sciences" adlı tanınmış kitabının, Prof. Umur Daybelge tarafından yapılan Türkçeye çevirisi, bu bağımlılığın ayrıntılarını, zaferlerini ve yenilgilerini, tarih ve coğrafya boyutlarında gözler önüne sermektedir.

Bazı uzmanlar, bilim ve teknik arasındaki yakın ilişki ve bağımlılığın yeni olduğunu ve ancak 19. yüzyılın sonlarından itibaren ağırlık kazandığını iddia ederler. Bilim ve tekniğin, modern bir toplumun kültür dediğimiz birikiminin vazgeçilemez bir unsuru olup olmadığı da, ayrı bir tartışma konusudur. Ama, kuşkusuz, ilk ateşin yakılışı veya ilk tekerleğin uygulamaya konuluşu olmaksızın medeniyet gelişme yoluna çıkamazdı. Ateşin ve Güneş'in bilinen tüm ilkel dinlerde kutsal sayılması da, doğumu esnasında, ilkel bilgi ve tekniğin ona yaptığı belirleyici etkilerin eseri değil midir? Yine de, bilimsel gerçeklere bilinçli olarak yöneliş, insanlık tarihinde ancak 2500 yıllık bir geçmişe sahiptir. Hatta, 300 yıl öncesine kadar bu yönde elde doğru dürüst bir yöntem bulunduğundan da bahsedilemez.

Daha yakın zamanlara kadar Ortadoğu, Hint ve Doğu Asya'nın klasik kültürlerinin, politika, ekonomi, teknik, sanat, ahlak ve metafizik gibi ürünlerinin en az Batı'nınkiler düzeyinde olduğunu Batı da inkar etmemektedir. Doğu Dünyası'nın geçmişte inşa ettiği yapılara, sulama sistemlerine, ticaret ağlarına, geliştirdiği çeşitli bilimsel bilgilere ve diğer

uygarlık eserlerine hayranlıkla bakan Batılılar, bunları Doğu'nun kültür alanındaki başarıları olarak görmekle birlikte, bunların matematiğe dayanan bir bilim, dünya tasavvuru, veya bir düşünce sisteminin ürünü olmadığını ileri sürerler. Batı medeniyetinin Rönesans'dan itibaren Dünya'da etkisini arttırması, onun, düşünce ve değerler gibi ürünlerinin üstünlüğünden çok, organize teknik gücü kullanmaktaki etkinliğine dayandırılabilir. Bilim ve teknik, giderek Batı kültürü içinde, bir demir çekirdek, durumuna gelmiştir. Sömürgecilik döneminde Batı'nın üstün teknik gücü karşısında çaresiz kalan ülkeler, bugün Batı'nın entellektüel araçlarını ele geçirerek ona yetişmeğe çalışmaktadır. Ama tekniğin, kendisini meydana getiren düşünce ve kültür ortamındaki kökleri de benimsenmeden, ne kadar alınabileceği, ayrı bir tartışma konusudur.

20. yüzyıl ortalarından itibaren, bilim ve tekniğin bazı ürünlerinin insanlık için bir tehdit oluşturduğu da görülmektedir. Örneğin, kısa vadeli ekonomik çıkarlar uğruna, doğal kaynakları sömüren, çevreyi aşın kirleten üretim yöntemlerinin benimsenmesi, günümüzde tüm Dünya'yı ilgilendiren sorunlar oluşturmaktadır. Bu tehlikeli gelişmelere ve sanayi toplumlarının yönetiminde bilim ve tekniğin bugün oynadığı başat role, düşünür, sanatçı, çevreci gibi gruplardan, veya ahlak motivasyonlu muhaliflerden gösterilen tepkiler, bazı alanlarda bilim ve tekniğin empoze ettiği görüş ve politikaları eleştirebileceğimizi göstermektedir. Her şeye rağmen, bugün bilim ve teknik karşıtlığının, Batı Dünyası'nda ancak sınırlı bir etki yapabildiğini ve onun öz karakterini değiştiremediğini söyleyebiliriz. Günümüzde bilim ve teknikte kaydedilen aşırı hızlı gelişme dolayısıyla, bunların yeni ürünlerinin toplumsal yararlar açısından değerlendirilmesi zorlaşmaktadır. Bu nedenlerle, bazı buluş ve teknolojiler hakkında Bilim Tarihi'nin şimdi verdiği hükümler yarın değişebilecektir.

M. İstemihan TALAY
Kültür Bakanı

İÇİNDEKİLER

Çevirenin Önsözü XI

Teşekkür XV

1. Bölüm: Giriş 3

BİRİNCİ KISIM : ESKİ BİLİM

2. Bölüm: Eski Babil ve Mısır Uygarlıklarında Bilim 7
3. Bölüm: Sokrat Öncesi Greklerde Doğa Felsefesi 17
4. Bölüm: Atina'da Doğa Felsefesi 26
5. Bölüm: İskenderiye Döneminde Grek Bilimi 38
6. Bölüm: Roma ve Eski Bilimin Gerilemesi 50

İKİNCİ KISIM : DOĞU'DA VE ORTAÇAĞ AVRUPASI'NDA BİLİM

7. Bölüm: Çinlilerde Bilim ve Teknoloji 61
8. Bölüm: Hint Bilimi 76
9. Bölüm: İslam Dünyasında Bilim ve Teknoloji 81
10. Bölüm: Ortaçağ Avrupası'nda Teknoloji ve Zanaat Geleneği 90
11. Bölüm: Ortaçağda Bilim Geleneği 99

ÜÇÜNCÜ KISIM : ONALTINCI VE ONYEDİNCİ YÜZYILLARDAKİ BİLİMSEL DEVRİM

12. Bölüm: Copernicus'un Evren Sistemi 113
13. Bölüm: Gilbert, Bacon ve Deneysel Yöntem 124
14. Bölüm: Galileo ve Mekanik Bilimi 134
15. Bölüm: Descartes: Matematiksel Yöntem ve Mekanikçi Felsefe 150
16. Bölüm: Bilimsel Devrim ve Protestan Reformasyonu 159
17. Bölüm: Evrensel Kütle Çekimi Teorisi 174
18. Bölüm: On Yedinci Yüzyılda Optik 189
19. Bölüm: Tıp ve Kan Dolaşımı Kuramı 195

20. Bölüm: Simyadan Tıbbi Kimyaya 207
21. Bölüm: Bilimin İlk Modern Uygulamalarına Örnekler 221
22. Bölüm: On Yedinci Yüzyılda Bilimsel Dernekler 233

DÖRDÜNCÜ KISIM : ONSEKİZİNCİ YÜZYIL BİLİMİ : ULUSAL BİLİMSEL GELENEKLERİN GELİŞMESİ

23. Bölüm: Bilimin On Sekizinci Yüzyılda Uygulanışı 245
24. Bölüm: On Sekizinci Yüzyıl Biliminin Arka Planı 254
25. Bölüm: On Sekizinci Yüzyılda Astronomi ve Newtoncu Felsefe ... 263
26. Bölüm: Flojiston Kuramı ve Kimyada Devrim 275
27. Bölüm: On Sekizinci Yüzyılın Mekanikçi Dünyasmda İlerleme Kavramı 286
28. Bölüm: Evrim ve Canlıların Oluşturduğu Büyük Zincir 301
29. Bölüm: Alman Doğa-Felsefesi 318
30. Bölüm: Embriyoloji: Bireysel Organizmaların Gelişmesi 331
31. Bölüm: Canlı Organizmaların Yapı ve Fonksiyonları 342
32. Bölüm: Hücre Teorisi 354

BEŞİNCİ KISIM : ONDOKUZUNCU YÜZYIL BİLİMİ : ENDÜSTRİYEL VE ENTELLEKTÜEL DEĞİŞİMİN ETMENİ

33. Bölüm: Jeolojinin Gelişmesi 363
34. Bölüm: On Dokuzuncu Yüzyılda Türlerin Evrimine İlişkin Teoriler 379
35. Bölüm: On Dokuzuncu Yüzyılda Fransa ve Britanya'daki Bilimsel Kurumlar 400
36. Bölüm: Kimya ve Maddenin Atom Teorisi 413
37. Bölüm: Işığın Dalga Teorisi 430
38. Bölüm: Elektrik ve Manyetizmanın Gelişimi 436
39. Bölüm: Termodinamik: Enerji Değişimlerinin Bilimi 447
40. Bölüm: Bilim ve Mühendislik 463
41. Bölüm: Kimya ve Mikrobiyolojinin Uygulamaları 472

ALTINCI KISIM : YİRMİNCİ YÜZYIL BİLİMİ: YENİ ALANLAR VE YENİ GÜÇLER

42. Bölüm: Modern Biyolojinin Bazı Yönleri 487
43. Bölüm: Relativite Teorisi 499
44. Bölüm: Kuvantum Teorisi ve Atomun Yapısı 506
45. Bölüm: Astrofizik ve Evrenin Yapısı Hakkında Teoriler 520
46. Bölüm: İtalya ve Almanya'da Bilim ve Milliyetçi Akımlar 533
47. Bölüm: Amerikan ve Sovyet Biliminin Bazı Yönleri 543
48. Bölüm: Bilim ve Tarih 552

Kaynaklar 559

Dizin 568

Çevirenin Önsözü

Londra Üniversitesi Kimya Emeritus Profesörü Stephen F. Mason, Bilim Tarihi alanında tanınmış bir uzman olup, kendisinin çeşitli eserlerine T. S. Kuhn ve J. D. Bernal gibi tanınmış uzmanlar da değinmektedir. "A History of the Sciences" adlı bu eserinde Prof. Mason, bilimin gelişmesine etkiyen faktörleri bir tarih perspektifinde çözümleyerek bazı kuramsal sonuçlara varmaktadır.

Yazarın bu eserindeki temel tezi, doğa bilimlerinin ve bunlara ait kurum ve geleneklerin; toplumların felsefe, din ve edebiyat dahil, düşün ve kültür gelenekleriyle, el sanatları ve zanaat geleneklerinin bir sentezinden doğmuş olduğudur. Eser, bu sentezin hangi sosyal, kültürel, ekonomik ve siyasal etkiler altında talihli bir sonuca ulaşabildiğini, ele aldığı farklı ülkelerdeki tarihsel gelişime ait örneklerle açıklamaktadır.

Bu eser, doğa bilimlerinin gelişiminin ve buna destek olan kurumların yapılanmasının, karmaşık bir süreç olma özelliğini, Aydınlanma sonrası dönemde de koruduğunu göstermektedir. Ülke, Bilim ve Kültür Tarihimiz açısından güncelliğini koruyan bu konuda, yazarın eserinde derli toplu bir çerçevede sunulan bilgi, analiz, ve yorumların Türk Aydınlarını ve Bilim Adamlarını ilgilendireceğini düşünüyorum.

Prof. Mason, bu eserinde, doğa bilimlerinin, 20. yüzyılın ilk yarısına, yani günümüz eşiğine kadar olan evrimini büyük bir başarıyla özetlemekte ve onun nedensel bir çözümlemesini sunmaktadır. Bu nedenledir ki, ilk kez 1956 yılında Amerika'da çıkan bu kitabın, 1962'de yeniden yayınlanan, gözden geçirilmiş şeklinin aynı basımı bugün de sürdürüldüğü gibi, eser şimdiye kadar Almanca, Fransızca, İtalyanca, Portekizce, Rusça, Japonca ve Çince dahil, sekiz dile de çevrilmiş bulunmaktadır. Hatta İspanyolcada iki farklı çevirisi yayınlanmıştır.

Kitabın yazılmasından sonra girdiğimiz, Nükleer, Uzay, Bilgi ve Genetik Mühendisliği Çağları gibi, 20. yüzyılın son yarısında kaydedilen hızlı gelişmeler için ise, henüz sağlam bir tarihsel değerlendirmeden söz etmek zordur. Örneğin, günümüzde, nükleer teknolojiye bakışımızın, daha on-yirmi yıl öncesine göre bile çok değişmiş olduğu bir gerçektir. Bu tür devrim ve değişiklikler, her halde yirmibirinci yüzyılda da Bilim Tarihi'ne yeni bakış açıları getirebilecektir. Buna rağmen, bu kitap ilerde de Bilim Tarihi denilen disiplinin kendi iç dinamikleri ve yöntemleri üzerinde, önemli bir örnek oluşturacaktır.

Eserin Türkçe baskısının 21. yüzyıl başına kalmış olması kuşkusuz bir talihsizliktir. Bu eserin çevirisinin, konunun kapsamı ve yazarın kullandığı yazı stili yanında; eserde sık sık yer verilen, farklı kaynaklara ve disiplinlere ait, tarihi, edebî ve bilimsel değeri olan, Eski İngilizce, Latince veya Almanca orijinal metin parçaları dolayısıyla, kolay olmadığını itiraf etmeliyim. Eserin bazı satırlarına, Merriam Webster gibi İngiliz dilinin büyük bir sözlüğünde verilen açıklayıcı örnekler arasında rastlanması da bunu göstermektedir. Bu nedenlerle, bulunabilecek hatalar için peşinen özür dilerim.

Bu eserin Türkçeye çevirilmesinin önemini ilk düşünen ve bu işe girmeye beni ikna eden ve çeviri sırasında da ilgisini sürdüren Prof. Dr. Sacit Tameroğlu'na teşekkür ederim. Ayrıca, zaman zaman görüşlerini almaktan zevk duyduğum ve yararlandığım merhum Prof. Dr. Vural Cinemre'yi burada sevgi ve saygıyla anıyorum. Doç. Dr. Şakir Kocabaş'a da, esirgemediği bilgi ve görüşleri dolayısıyla teşekkürlerimi sunarım. Çevirinin elektronik ortamda kaydı ile ilgili çeşitli yardımları için de değerli öğrencim Cuma Yarım'a teşekkür ediyorum.

Kitabın Kültür Bakanlığınca yayınlanmasını sağlayan Bakanlık yetkililerine ve basımı gerçekleştiren Başbakanlık Basımevinde emeği geçenlere de şükranlarımı sunuyorum.

Umur DAYBELGE

ÖNDE GELEN B R UZMANIN "BİLİMLER TARİHİ"Nİ ÖVEN SÖZLER

Kanımca bu kitap, doğa bilimlerinin gelişimi konusunda İngilizce yazılmış tek ciltlik benzerlerinin en önünde yeralmaktadır. Kitap, bilimsel düşüncenin, eski başarılarından yenilerine doğru gelişiminin aydınlatıcı ve rahat okunabilen bir incelemesini sunmakta ve Babil, Doğu ve Ortaçağ bilimi konusunda çok yakınlarda bulunmuş olan ve başka yoldan kolay elde edilemeyecek birçok bilgi içermektedir. Bununla beraber, kitabın ağırlığı daha çok modern dönemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Dr. Mason hikayesini anlatırken, felsefî ve teolojik kavramların bilimsel araştırma üzerine etkilerine işaret etmektedir. Kendisi ayrıca, sosyal ve teknolojik gereksinmelerin, bilimsel araştırmanın yönünü belirleyici rolünü de ortaya koymaktadır. Kitap, bilimsel girişimlerden doğan ve karşımıza çıkan önemli entelektüel ve pratik problemleri kavrayabilmemiz açısından takdire değer bir tarihi perspektif sunmaktadır.

-ERNEST NAGEL
John Dewey Felsefe Profesörü,
Columbia Üniversitesi ve
Bilimin Yapısı adlı eserin yazarı

Teşekkür

BU KİTAP daha taslak durumunda iken, içerdiği konuları benimle tartışan ve taslak halindeki bölümlerini ve baskı tashihlerini okuyarak, azımsanmayacak ölçüde eleştiri ve düzeltme yapmış olan bütün dostlara. öğrencilere ve meslektaşlara teşekkürlerimi sunarım. Bununla beraber, geride kalan yanlışların, beceriksizliklerin ve hatalı yorumlamaların sorumluluğu eserin yazarına aittir. Özellikle, bana birçok bibliyografya referansı sağlayan ve on yedinci yüzyıl tarihinin her konusunda aydınlatıcı sohbetlerini esirgemeyen, Oxford, Balliol College'inden Mr. J. E. C. Hill'e; yazım sırasında, kendi araştırmalarının henüz yayınlamadıkları bazı sonuçlarından yararlanma fırsatı veren kişiler arasında, *Çinde Bilim ve Uygarlık* adlı kitabını baskı öncesinde kısmen okuduğum, Cambridge, Gonville ve Caius College'den Dr. J. Needham ile, on sekizinci yüzyıl sonu ve ondokuzuncu yüzyıl başı İngiliz jeologları hakkında bana yeni materyal vermiş olan, Birmingham Üniversitesi, Kampüs Dışı bölümünden Dr. S. Lilley'e teşekkür borçluyum.

BİLİMLER TARİHİ

1. Bölüm

Giriş

GÜNÜMÜZDE tanıdığımız şekliyle bilim, genel gelişimi içinde insan uygarlığının ortaya göreceli olarak geç çıkmış bir ürünüdür. Tarihin modern dönemlerine kadar, bir tarafta filozofların ve öte yanda da zanaatkarlarınkinden farklı bir bilimsel geleneğin varlığından söz edilemez. Bununla birlikte, bilimin kökleri, uygarlığın ortaya çıkışından önceki devirlere kadar uzanır. Tarihte ne kadar eskiye gidersek gidelim, daima zanaatkarlar ile akademisyenler tarafından bilinen ve bilimsel karakterli olan bazı teknikler, olgular ve kavramlar karşımıza çıkar. Fakat, modern çağlardan önce bu tür bilgiler, felsefe veya zanaat geleneklerinin istemlerine bağımlıydılar. Felsefi düşünceler, örneğin eski Greklerin önemli bilimsel başarılarını öylesine sınırlamıştır ki, onların iki temel astronomi sistemi de antik devirlerde bile bilinen gözlemlerle çelişkiye düşmüştür.

Bilimin tarihi kökleri iki temel kaynağa iner. Bunların birincisi, teknik gelenektir. Bunda, pratik deneyimler ve beceriler, bir nesilden diğerine aktarılmış ve geliştirilmiştir. Diğeri ise, manevi geleneklerdir. Bunda, insanların amaçları ve düşünceleri, bir yandan geleceğe aktarılırken, bir yandan da zamanla gelişir. Eğer Taş Çağı insanlarının kullandıkları aletlerin gelişimindeki sürekliliğe, ölülerini gömme tarzlarına ve mağara resimlerine bakarak hüküm verilirse, bu tür geleneklerin insan uygarlığının ortaya çıkışından bile eskiye gittiği anlaşılır. Tunç Çağı uygarlıklarında, bu iki geleneğin birbirlerinden geniş ölçüde uzak kaldığı ve bir yanda zanaatkarlar diğer yanda da rahipler ve katipler tarafından sürdürüldüğü görülür. İkinci guruptakilerin kendilerine özgü, önemli, faydacıl teknikleri de bulunmaktaydı.

Daha sonraki uygarlıklarda, bu iki geleneğin, çoğu konuda birbirinden ayrı kalınağa devam ettiği görülür. Bu arada, her ikisi de kendi içinde farklılaşmasını sürdürmüştür. Filozoflar, rahip ve katiplerden ayrılırlarken, bir

zanaatin mensupları da diğerlerine göre değişmeğe başlamıştı. Özellikle antik Yunanistan'da olduğu gibi, bazen rastlantı şeklinde yakınlaşmalar da olmuyor değildi. Fakat, iki geleneğin ancak ortaçağ sonları ve modern çağların başlarında gerçekten biribirine yakınlaştığı ve sonra da birleşmeğe ve böylelikle yeni bir gelenek, yani bilim geleneği oluşturmağa başladığı söylenebilir. Bilimin gelişmesi bundan sonra daha da özerkleşmiş olup, bu hem pratik hem de teorik unsurlar içerdiği için, bilim, hem teknik ve hem de felsefe açısından önem taşıyan sonuçlar ortaya koymuştur. Böylece bilim, geriye doğru kendi kaynaklarını da etkilediği gibi, bu etki, gerçekte onun kendi öz kaynaklarından çok daha uzaklara kadar yayılmıştır. Bu kitapta, bunlar ve bilimsel hareketin kendi iç gelişimi üzerinde duracağız

BİRİNCİ KISIM

ESKİ BİLİM

2. Bölüm

Eski Babil ve Mısır Uygarlıklarında Bilim

İNSANLIK, daha ilk kent uygarlıklarının ortaya çıkışından önce, önemli ölçüde bir dizi teknik, araç ve beceri birikimi yaratmıştır. Eski Taş Çağı insanları, malzemelere ve avlarını yakalayacakları silahlara şekil vermek için çok çeşitli araçlar geliştirirken, Yeni Taş Çağı insanları da, belki İ.Ö. altı bininci yıllar kadar yakın bir tarihte, yerleşik tarıma geçmek gibi en önemli bir yeniliği gerçekleştirmiştir. Taş Çağı tarımında toprağın veriminin çabucak tükenmesi, neolitik toplulukların büyüklük ve kararlılığını sınırlayan en önemli etken olmuştur. Bu tür bir sınırlama, her yıl taşmalarm verimli taze mil tabakaları getirip biriktirdiği İndüs, Fırat-Dicle ve Nil vadilerinde daha az olmuştur. Bu vadilerde daha iyi yerleşen toplumlar gelişmiş ve bataklıkların kurutulması ve çölün sulanmasıyla sürekli ekilen alanlarını oldukça genişletmişlerdir. Bu toplumlar, köyden kasabaya ve kasabadan kente geçerek büyürlerken, yaşamlarının karmaşık faaliyetlerini organize etmek için rahipler tarafından yönetilen bir idare sistemi gelişmiştir. Böylece, İ.Ö. 3000'den önceki yüzyıl içinde, Fırat-Dicle ve Nil vadilerinde ilk kent uygarlıkları ortaya çıkmıştır.

İlk Ortadoğu uygarlıklarının zanaat teknikleri, daha eski neolitik toplumlarınınkinden dikkati çekecek kadar ileri idi. İ.Ö. dört bin yıllarında Sümerler, Fırat-Dicle vadilerinde, evcil hayvanları yeni bulunan sabanlara koşarak, Taş Çağı insanının küçük arazi tarımından, geniş ölçekli tarla tarımına geçmişlerdir. Onlar, hayvanlar tarafından çekilen tekerlekli araçlar ve gemiler yapmış; çömlekçi tekerleğini kullanarak. fırınlanmış seramik eşyalar üretmişlerdir. Daha, yaklaşık[1] İ.Ö. 3000 yıllarda, Sümerler, Tunç Çağı metallurjisinin başarı zirvelerine erişmiş bulunuyorlardı. Sümerler, belirli maden cevherlerinin ateşte indirgenmesi yoluyla bakırın elde edilebileceğini ve bunun eritilerek ve

[1] Aşağıda, kesin olmayan yaklaşık tarihleri, " ~ " simgesi ile belirteceğiz. (Ç.N.).

dövülerek çeşitli şekiller alabileceğini ve hatta onun kalay ile karıştırıldığında, daha sert ve daha kolay eriyebilen tunç alaşımı elde etmenin mümkün olabileceğini biliyorlardı. Diğer yandan, alet ve teçhizatları Sümerlerinkine benzemekle birlikte, Mısırlılar, İ.Ö. ~1750'lerde barbar Hiksoslar tarafından istila edilene kadar, tunç ve tekerlekli araç kullanmamışlardır.

Bu teknik becerilerin ürünleri, din adamı olan katipler tarafından yönetilen bir kurum aracılığıyla dağıtılmakta ve denetlenmekte idi. Rahiplerin ilgilendiği kaynaklar çok geniş ve çeşitli olduğundan, bunların kaydını sadece hafızada tutmakla başedemedikleri anlaşılmaktadır. Bu yüzden, rahipler, ellerinden geçen ürünleri, kilden tabletler üzerine yaptıkları işaretlerle kalıcı şekilde kaydetmekte ve bunlar daha sonraki başvurular için pişirilerek saklanmaktaydı. İşaretler, sayılardan ve numaralanmış ürünlerin basitleştirilmiş resimlerinden oluşuyordu. Bunları taşıyan tabletler, elimize ilk kaydedilen sayı sistemini ve piktografik yazıyı vermektedir. Yaklaşık İ.Ö 3000. yıllardan kalan en eski Sümer kayıtları, tapınak ambarlarına giren ve çıkan ürünlere ait açıklamalarla ilgilidir. Daha sonraları, hem sayı sistemi, hem de piktografik sistem belirli hale getirilerek, matematik, astronomi, tıp, tarih, mitoloji ve din ile ilgili bir yazın geliştirilmiştir.

Tunç Çağı uygarlıklarında, eski kayıtlarda görülen resim-işaretleri, ideogram formuna dönüştürülerek, resmi yapılamayan şeylerin keyfi olarak temsil edilmesinde kullanılmıştır. Böyle bir yazı şekli Çin'de hâlâ mevcut olup, bu ideogramlar dil geliştikçe çoğalmaktadır. Sümerlerde, kullanılan bir ideogram'a, sadece gösterilen nesneyi değil onun isminin sesi de temsil ettirildiğinden, sembol sayısı azaltılabilmiştir. Bu yol ile, ideogram kombinasyonlarının karmaşık sözcüklerin veya ifadelerin karşıtı olarak kullanılması, birçok sembolü gereksiz kılmıştır. En eski Sümer kayıtlarında iki bin kadar işaret kullanılmışken, İ.Ö. 2500 yıllarında bunların sayısı altı yüze düşürülmüştür. Ayni zamanda, semboller daha da basitleştirilmiş ve nihayet, bunlar kama şekilli işaret kombinasyonlarına dönüşerek çivi yazısı ortaya çıkmıştır. Kuzeydeki Sami Akadlar, dillerini bu çivi yazısı ile fonetik olarak yazmışlar ve bu uygulama, Mezopotamyayı Grekler zamanına kadar yönetimleri altına alan bütün ırklarca taklit edilmiştir.

Sümer sayıları önceleri ıslak kil üzerine bastırılan bir kamışın izleriyle gösterilmiştir. Ona kadar olan sayılar, kamışla gereken sayıda iz'in eğik bir şekilde konmasıyla ve on ile onun katları ise, bu izleri dik şekilde koyarak gösteriliyordu. Bu ondalık sistemle birlikte kullanılan bir altmış tabanlı yazı sistemi de vardı. Küçük bir kamışla, birimler ve onlar gösterilirken, altmışlık birimler, büyük bir kamışla ve eğik olarak yazılıyordu. Altı-yüzlük birimler ise, dik olarak yazılıyordu. İ.Ö. 2500 yılarında on tabanına göre sayı sistemi terkedilmiş ve kamış da yerini çivi yazısı yazmakta kullanılan kama şeklinde sert uçlu bir alete bırakmış bulunuyordu. Tek bir düşey çizgi, 1, 60, 3600 v.b. gibi, altmışın herhangi bir kuvvetini gösterirken, bir ok ucu teşkil edecek şekilde, bir açıyla uç uca konulan iki çizgi, 10, 600, 36000, v.b. temsil ediyordu. Bu işaretlerin karşı geldiği değer, bizim Hint-Arap kökenli sayı sistemimizde de olduğu gibi, o işaretlerin verilen sayı içinde bulundukları haneye bağlıydı.

Daha İ.Ö. 2500'den önce, Sümerler, çarpım tabloları oluşturmuş ve bunları, uzunlukla genişliği çarparak tarla alanlarını belirlemekte, uzunluk, genişlik ve yüksekliği çarparak tuğla yığınlarının hacmini hesaplamakta kullanmışlardı. Bir dairenin alanını ve bir silindirin hacmini hesaplarken, 'nin, her halde doğrudan deneyerek buldukları değerini, sadelik için yuvarlayarak, üç olarak alıyorlardı.

İ.Ö. 2000'lerde Sümerliler istilaya uğrayarak tarih sahnesinden silinmişlerken, sadece onların dili ve yazısı, ortaçağlardaki Latincenin olduğu gibi, öğrenim ve dinsel merasim aracı olarak yaşamağa devam ediyordu. Mezopotamya'da idari otorite, rahip idareciler yetiştiren mabed okullarını kuran, Babil'in Semitik asıllı Hamurabi hanedanının elinde idi. Buralarda matematik daha da geliştirilmişti. Sümerlilerin tam sayıları göstermelerine benzer şekilde, kesirli sayılar da belirlenmekteydi. Sert uçlu aletle konan düşey çizgiler, artık sadece 1, 60, 3600, v.b. sayıları göstermiyor, şimdi ek olarak, 1/60, 1/3600, ve benzerlerini; ok başı şeklindeki çizgiler ise, 1/10, 1/600, gibi kesirleri de gösteriyordu. Diğer kesirler de, bu altmış tabanlı kesir birimlerine ayrıştırılmışlar ve 1/7, 1/11 gibi, buna uygun olmayanlar da ya ihmal edilmiş veya yuvarlatılmışlardı.

Böyle kesirlerle bölme işlemi yapılırken, bölünecek sayı, bölenin tersi ile çarpılmakta idi. Bu amaçla hazırlanan sayıların terslerine ait cetvellerde, zorluk çıkaran 1/7 gibi sayıların yerleri boş bırakılmıştı. Sayıların, karelerine, kare köklerine, küp köklerine ait de tablolar hazırlanmış ve bunlar ikinci ve üçüncü derece denklemlerin çözümüne uygulanmıştı. Geometri alanında da Babilliler, bir yarım dairenin çapı ile çevresinde bulunan bir noktanın oluşturduğu üçgenin dik üçgen olduğunun farkında idiler. Ayrıca Pythagoras'ın dik üçgenlerle ilgili, kendi ismiyle anılan teoremini, sadece özel bir durum için değil, bütün genel şekli ile biliyorlardı. Babillilerin geometrisi, aritmetikleri gibi, cebirsel bir karakter taşıyor ve değişmez bir şekilde belirli örneklerle ifade ediliyordu. Kullandıkları metodlar, Babillilerin bazı genel cebir kurallarını bildiklerini göstermektedir. Fakat, onlar matematik problemlerini yalnız, denklemlerdeki katsayıların, belirli sayısal değerleri için ifade etmişlerdir.

Genel olarak söylemek gerekirse, matematik alanında Mısırlılar, Babillilerden daha az şey başarmışlardır. Mısırlılar, π sayısı için daha iyi bir değer olan 256/81'i kullandıkları halde, yalnız basit doğrusal denklemleri çözebiliyor, fakat Babillilerin bildiği dik üçgenlerin özelliklerini tanımıyorlardı. Mısırlılar, ne herhangi bir sayının değerini, onun bulunduğu hane ile belirleme yöntemini keşfedebilmiş, ne de kesirleri, Babilliler gibi hane-değeri ile ilişkili olan belirlenmiş tabanlara indirgeyebilmişlerdi. İ.Ö. 3000'den itibaren Mısırlılar, on sayısına dayanan ve birimleri bir düz çizgi olan ve dokuza kadarki sayıları, bunları tekrar ederek yazan; on, yüz ve bin için de yeni semboller kullanan ve bunların katlarını da sembolleri tekrarlayarak yazan bir sayı sistemi kullanmışlardır. Böyle bir sayı sistemi ile hesaplar, benzeri Roma sayılarıyla da olduğu gibi, zordu.

Astronomi alanında da Mısırlılar Babillilerden daha azını başarabilmişlerdir. Belki de, astrolojik inançları nedeniyle, Babilliler gökyüzünü büyük ilgi ile gözlemiş ve arkada çok sayıda astronomik kayıt bırakmışlardır. Mısırlılardan geriye hiçbir astronomik gözlem kaydı kalmamışsa da, yazıtlardan ve lahit kapaklarına yapılan gökyüzü resimlerinden, Mısırlıların gök ekvatoru kuşağındaki yıldızları otuz-altı guruba ayırdıklarını anlamaktayız. Her yıldız gurubu, şafaktan biraz önce ufukta yükselirken, senenin bölünmüş olduğu on günlük peryotlardan birinin başlangıcını gösteriyordu. On günlük otuz altı tane

peryottan sonra, fazladan bir beş gün eklediklerine göre, Mısırlılar yılın yaklaşık olarak üç yüz altmış beş gün olduğunu biliyorlardı. Böyle bir buluş, Mısırlıların yeni yılın başlangıcını teşkil eden Nil'in yıllık taşmalarını belirleyen günlerin sayısını, birçok yıl üzerinde ortalayarak yapılmış olabilir. Yaklaşık İ.Ö. 2700'de, Nil'in taşma zamanında, Mısırlılar bizim Sirius dediğimiz Sotkis yıldızının, şafak sökmeden hemen önce ufuk üstüne yükseldiğini dikkate alarak, takvimlerini yeniden düzenlediler.

Babillilerin resmî bir yılı olmamıştır. Onlar zaman ölçümlerini kameri ay üzerine düzenlemişler ve takvimlerini mevsimlik tarım bayramları ile uygun hale getirmek için de, zaman zaman fazladan ay eklemişlerdir. İ.Ö. 2000 civarında, Babil yılı üç yüz altmış günden oluşuyordu. Bu yılı, otuz günlük on iki aya bölmüşlerdi. Babilliler bize, ay'ın yanında diğer bir zaman birimi olarak haftayı da vermişlerdir. Haftanın günlerini, Güneş, Ay ve beş gezegene göre adlandırmışlardır. Onlar, günün on iki tane çift saat'e ayrılmasından, saatin altmış tabanlı, dakika ve saniyeye bölümünden de sorumludurlar. Bundan başka, Babilliler, bugün kullandığımız yıldız burçlarının isimlerini vermişler, içinden güneşin geçtiği ekvator kuşağında olanların, Zodiak'ın, haritasını çıkarmışlar ve aylara karşı gelecek şekilde, bunları on iki guruba ayırmışlardır.

Mezopotamya'da yapılan en hassas astronomi gözlemleri, gezegenlerin hareketleri ile ilgili olanlardır. Daha İ.Ö. 2000'lerde, Venüs'ün sekiz yılda beş kez aynı konuma geri döndüğü farkedilmişti. İ.Ö. 1000'den itibaren Mezopotamyalıların gözlemlerinin nisbeten hassas hale geldiği ve İ.Ö. 700'den itibaren bu gözlemlerin sistemli bir şekilde kaydedildiği de söylenebilir. Bu sayede onlar, gezegen dolanımları gibi, gökyüzündeki temel periyodik olayların ortalama değerlerini doğru olarak hesaplayabiliyor ve astronomik olayları önceden belirleyebiliyorlardı. Örneğin Mezopotamyalılar, Güneş tutulmalarının, Saronik çevrim denilen, on sekiz yıllık peryotları olduğunu bulmuşlardı. Üstelik, İ.Ö. dördüncü yüzyılda, gökyüzündeki karışık peryodik olayları, onların bazı basit periyodik hareketlere ayrıştırılması yardımı ile analizi için, cebirsel bir metod buldular. Örneğin, kameri ayın ortalama olarak yirmi-dokuz tam ve bir çeyrek günden oluştuğunu ve bundan sapmaların da düzgün ve periyodik olduğunu buldular. Bu yöntem, Grekler tarafından geometrik bir şekle sokulduktan sonra, gök cisimlerinin hareketlerini analiz etmekte modern devirlere gelene kadar kullanılan temel yöntem oldu.

Mezopotamya halkı astronomiye ait gözlemlerini yorumlamakta, Grek devirlerine kadar geometrik yöntem kullanmadıklarından, evrenin uzaysal özelliklerine dair sahip oldukları kozmolojik düşünceleri, kendi bilimlerinin uzağında kalmıştır. Başlarda, Mezopotamyalılar, Dünya ve gökleri su tarafından taşınan iki yassı disk şeklinde görseler de, daha sonraları gökyüzünü, yassı dünya diskini kuşatan sular üzerinde duran, yarıküresel bir kubbe gibi düşündüler. Kubbenin üzerinde gene su ve onun da ötesinde, Tanrılarm oturduğu yer geliyordu. Güneş ve diğer gök cisimleri, ikametgahlarından her gün çıkarak, hareketsiz kubbe üzerinde sonlu yörüngelerini çizen Tanrılardı. Tanrılar, yeryüzündeki olayları kontrol ettiğine göre, gökcisimlerinin hareketlerine, Tanrıların Dünya'daki insanlara çizdiği kaderin bir belirtisi olarak bakılıyordu.

Evrenin yapısına ait eski Mısır'daki düşünceler pek farklı değildi. Burada evren, dikdörtgen bir kutu gibi tasavvur ediliyordu. Dipte duran Dünya biraz içbükey olup, Dünya'nın köşelerindeki dört dağın tepeleri tarafından taşınan yukardaki gök ise, düz veya biraz kubbemsi idi. Nil, Dünya'nın merkezinden doğup, güneyde, Dünya'nın çevresinde akmakta olan evrensel bir nehirden dallanmakta idi. Evrensel nehrin seviyesi, göğü taşıyan dağ tepelerinden pek aşağıda değildi. Bu sayede o, güneş-tanrının gökyüzündeki günlük gezisinde kullandığı tekneyi taşıyordu. Tekne, daima evrensel nehrin dünya kıyısına mümkün olduğu kadar yakın seyrediyor ve böylece Nil'in taştığı zamanlarda, Dünya'ya kışın olduğundan daha yakma gelerek, Güneş'in mevsimlik yer değişimini de belirliyordu.

Bu evrenin, ezeldeki bir su kaos'undan doğduğu düşünülüyordu. Göklerin, Dünya, hava ve Tanrı olarak kişiselleştirilmiş diğer doğal nesne ve kuvvetlerin, kaos'taki erkek ve dişi tanrıların birleşmesinden ortaya çıktığı düşünülüyordu. Genç doğa kuvvetleri veya Tanrılar, bundan sonra da evrenin düzeni konusunda etkilerini sihirli büyü ve emir sözcükleri ile devam ettirmekteydiler. Mezopotamya'nın yaratılış efsanelerinin son bölümlerinde, genç tanrılar, kaos'un eski tanrılarına karşı savaşarak, doğayı dizginlemek için fiziksel güç kullanıyordu. Bu tür yaratılış mitlerinin, eski uygarlıkların doğuşunun şairane anıları olduğu anlaşılmaktadır. Önce ilkel kabile toplumları tarafından toprağın sudan kurtarılması gelmekteydi ve bu safhada en önemli

şeyin, dölleme gücü olarak görüldüğü anlaşılmaktadır. Daha sonra da, sihirli emir sözcüğünü kullanan rahipler tarafından kontrol edilen karmaşık bir organizasyon ile, işin devamı geliyordu. Son olarak Mezopotamya'da, şehir yöneticileri veya şehirlerin toprak için savaştığı dönemlerde silah gücü ile hükmeden savaşçı kırallar belirmişti. Mısırlılar, savaş veya fiziksel gücü, dünyayı düzenleyici bir süreç olarak görmüyorlardı. Onların tanrıları, şiddete başvurmaksızın güçlü idiler. Kıralların yönetimi ve doğa kuvvetlerinin kontrolu, Mısır'da Mezopotamya'da olduğundan daha kesindi. Her yıl Nil, öngörülebilen bir düzenle yükselirken, Fırat-Dicle'nin taşmaları belirsiz olup, sevinçle karşılanmaktan çok ondan korkuluyor ve ona, kaos'un tekrar eden bir belirtisi gibi bakılıyordu. Hükümetleri belirli bir yasaya uyan Mısır'daki hanedanlar uzun ömürlü oldular. Buna karşılık, Mezopotamya'daki hanedanlar, keyfi, güvensiz ve geçici idiler. Mısır'da gelecek, güvenli ve önceden kestirilebilir görünüyordu. Mezopotamya'da geleceğe, ona giden yolu belirlemek için, astroloji ve kurban karaciğerine bakmak gibi, esrarlı yöntemler gerektiren, daha az güvenli bir şey olarak bakılıyordu.

Mezopotamyalılar, belki de astroloji ile meşguliyetleri yüzünden, astromi alanında zirveye çıkarken, Mısırlılar daha çok tıpta yetenekli idiler. Yedinci yüzyıl öncesinden kalan çivi yazısı bir metin bulunmazken, Mısırlıların tıp papirüsleri İ.Ö. 2000'e kadar uzanmakta ve daha da eski olan İmhotep zamanının bilgilerini içermektedir. Hekim olan İmhotep, Kıral Zoser'in, İ.Ö. 2980, veziri idi. İmhotep, geleneğe göre, Mısır tıbbının kurucusu kabul edilmekteyken, daha sonraları kutsallaştırılarak tıbbın baş tanrısı konumuna getirilmiştir. Eski Mezopotamya'da, bir tıp mesleği bulunmuş olmalıdır, çünkü, Babilli Hamurabi'nin İ.Ö. 2000 civarında yürürlüğe soktuğu yasalara göre, başarısız bir operatörün ellerinin kesilmesi gerekirken, başarılı bir ameliyat için operatöre 2-10 şekel ücret belirlenmişti (o zamanlar bir zanaatkar yılda 10 şekel kazanabiliyordu).

Mısır ve daha sonraki Mezopotamya'ya ait tıbbi yazılarda, hastalıklar için, 'şeytan' teorisi önde geliyordu. Hastalık, doktorun müshil ve kusturucularla hastanın vücudundan çıkarmağa veya tiksindirici ilaçlarla korkutarak kaçırmağa çalıştığı, kötü bir ruh olarak şahsiyete büründürülüyordu. En eski Mısır tıp yazıları, pratisyen doktorun kullanacağı reçete listelerinden oluşuyor ve bunlarda çeşitli hastalıklar ayrıntılı olarak değil, sadece kabaca

tarif ediliyordu. İ.Ö. 1600'lerden kalan Eber tıbbi papirüs'ü, kırk-yedi hastalığın belirtilerini tarif etmesi ve arkasından da, teşhis ve ilaçla ilgili bilgi vermesi ile ayrılır. Bundan sonraki yazıların karakteri daha çok sihirseldir. Bunlarda, hastalık nedeninin kehanetlerle nasıl belirleneceği, tedavinin hastalığa ait şeytanın hastadan çıkarılarak, sonradan yakılmak üzere hamurdan yapılmış bir heykelciğe, bir hayvana, bir nazarlığa veya bir yağa aktarılmasının nasıl sağlanacağı üzerinde duruluyordu.

Anatomi veya fizyoloji konusunda herhangi bir Mısır ve Mezopotamya eseri bulunmamaktadır. Halbuki, mumyalama uygulamaları dolayısıyla, Mısırlılarm anatomi bilgisi edinmiş olmaları gerekirdi. Bununla beraber, beden organları için kullanılan Mısır hiyeroglif işaretleri, insan değil hayvan anatomisinden türetilmiştir. Bu bize, hekimle mumyalayıcı arasındaki ilişkinin zayıf kalmış olduğunu göstermektedir. Cerrahinin ayrı bir sanat olduğu anlaşılmaktadır. İ.Ö. 1700'lerden kalan, Edwin Smith cerrahi papirüs'ü, baş kısmından başlayarak, aşağıya doğru uzanan birçok yara tanımından oluşmaktadır. Bunda verilen talimat, daha sonra eklenen bazı sihirli formüller dışında, tamamen pratiğe yöneliktir. Eserde, tıbbi vakalar, olumlu, belirsiz ve olumsuz hükümlerini taşıyan üç gurupta sınıflandırılmaktadır. Son tip vakaların iyileşmez olduğu kabul edilerek, bunlar hakkında, eski hiçbir tıp eserinde görülmeyen, 'tedavi edilmeyecek' hükmü verilmekteydi.

Eski literatürün dikkate değer bir özelliği, nisbeten geç dönemlere kadar kimyasal metin içermemesidir. Mineral bileşikler, tıp papirüslerinde ilaç olarak zikredilmekle birlikte. İ.S. üçüncü veya dördüncü yüzyılda İskenderiye'de simya ortaya çıkana kadar, belirgin olarak kimyasal bir papirüs bulamıyoruz. Mezopotamya kimyasal metinleri, yaklaşık İ.Ö. yedinci yüzyıldaki Asur dönemine kadar geri giderken, İ.Ö. on yedinci yüzyıldan kalan bir çivi yazısı tablet. bakırla renk verilen kurşun sır yapılması ile ilgilidir. Çok şifreli olan bu metinde, Sümer ideogramları, eşdeğer Semitik kelimelerin üzerine cinas olarak konmuş bulunmaktadır ki, bu kurşun sırrının henüz gizli tutulmakla birlikte, korunması gereken yeni ve olağan dışı bir yenilik olarak kabul edildiğini göstermektedir. Bunlara göre daha kolay anlaşılan, daha sonraki Asur kimyasal metinlerinde, metallurjicilik sanatı içinde zikredilen kan ve embriyo ile ilişkili merasimler, metal üretimine bir cins doğum olayı gibi bakıldığını göstermektedir.

Mezopotamyalı ve Mısırlı rahip-katiplerin, kendi görevleri sırasında geliştirdikleri disiplinleri genellikle kaydettikleri görülmektedir. Bunlar, kayıt tutmak ve yüzey ölçmek için matematik, takvim düzenlemek ve astrolojik tahminlerde bulunmak için astronomi, hastalıkları iyileştirmek ve kötü ruhları kovalamak için tıp gibi dalları kapsıyordu. Çok sonraki zamanlara kadar, kimyasal sanatlar, metallurji, boyama işleri ve benzeri konularda bir bilgi kaydına nadiren rastlanmaktadır. Bu bilgiler, başka bir gelenek oluşturan ve deneyimlerini sözlü olarak aktaran zanaatkarlara aitti. Ruhban ve zanaatkar gelenekleri arasındaki uçurum, o zamanda da dikkat çekiyordu. İ.Ö. 1100'lere ait bir Mısır papirüsünde, baba oğluna, şunları öğütlemektedir: 'yazı yazmayı sev ki; zor işlerden kendini kurtarasın, büyük saygı gören bir yüksek devlet memuru olabilesin. Katip, her tür el emeği gerektiren görevlerden muaftır. Emreden odur. Fırının ağzında, timsahınkine dönmüş parmaklarıyla görev yapan metal işçisi gördüm. O, bir balık yumurtasından daha kötü kokuyordu. Yaşamım boyunca resmi yetki sahibi bir demirci veya temsil göreviyle bir yere gönderilen bir dökümcü görmedim.'

Belki de iki taraf arasındaki temas eksikliği sonucu, hem zanaat ve hem de ruhban geleneği zamanla durağan hale gelerek, ileri Tunç Çağı'nda ortaya yeni bir şey koyamadı. Rahip-katipler zamanla kendilerinden öncekilerin yazılı sözlerine, bunların eskilikleri ölçüsünde büyük değer vererek, gittikçe bağımlı hale geldiler. Böyle bir skolastik düşünce yapısı, yeni keşiflerin yapılmasına uygun değildi. Bu nedenle, geç Tunç Çağı'nda çok az sayıda yenilik ortaya konmuştur. Babil katiplerince, hane değeri kavramının genişletilmesi ile, İ.Ö. 2000 civarında kesir gösterilimi geliştirildiği gibi, Mısırlı zanaatkarlar İ.Ö. 1600'lerde cam yapımını keşfetmişlerdi. Fakat, dönemin en önemli yenikleri, Tunç Çağı uygarlıklarının çevresinde yerleşmiş halklar tarafından, demiri ergitmenin bulunması ve alfabetik bir yazının icadı oldu. Demiri ergitmek için ertkili bir yöntem, İ.Ö. 2000 civarında, Doğu Anadolu dağlarında yaşayan Kizwanda kabilesi tarafından geliştirildi. Bu metod, İ.Ö. 1400'lerde yayılmağa başlayarak, İ.Ö. 1100'den sonra herkes tarafından öğrenildi. Fenikeliler tarafından İ.Ö. 1300'de bir alfabe, daha doğrusu iki alfabe, geliştirildi. Bunlardan biri, Babil çivi yazısından, diğeri de Mısır hiyerogliflerinden esinlenmiştir. Papirüs üzerine yazmak için ikincisi daha uygun olup, bu yazının daha sonra gelişecek olan Hint-Avrupa ve Semitik yazılarının da atası olduğu anlaşılmaktadır.

Demirin ve alfabetik yazının yayılması, eski Tunç Çağı uygarlıkları üzerinde çözücü bir etki yaptı. Alfabe sayesinde artık ruhban kurumları dışındaki insanların da okur yazar hale geldikleri, zanaatkarların ürettikleri malların üzerine imzalarını koymalarından anlaşılmaktadır. Demir, tunç'dan daha bol bulunuyor ve eskiden ağaçtan yapılan saban da artık demirden yapılabiliyordu. Demir silahlar, Grek kabileleri gibi barbarlara, Tunç Çağı kültürlerini mağlup ederek, yerine yeni uygarlıklar kurabilecek bir güç verdi.

Tunç Çağı uygarlıkları, Nil ve Dicle-Fırat vadilerinden, bütün Küçük Asya'ya, ve Kıta Yunanistanı'ndan Kuzey İrana kadar, Ortadoğu'nun büyük kısmına yayılmıştı. İ.Ö. ilk bin yılda, Babil bir dizi istilacının akınına uğrarken, Mısır da, kendi paralı askerlerinin eline geçti. Nihayet İ.Ö. 500'de, her iki ülke de Pers imparatorluğuna katıldı. Benzer şekilde, Yunanistan'da da, Tunç Çağı Miken uygarlığı, klasik Yunanistan'ın henüz barbar olan kabilelerine teslim oldu.

3. Bölüm

Sokrates Öncesi Greklerde Doğa Felsefesi

DEMİR ve alfabetik yazının kullanılmaya başlamasının sağladığı olanaklardan en iyi şekilde yararlananlar, özellikle denizaşırı ticaret yapan, veya doğrudan barbarlıktan Demir Çağı'na girerek, bir ölçüde Tunç Çağı geleneklerini atlayan toplumlar olmuştur. Küçükasya ve Ortadoğu'dan, batıya doğru İtalya ve Kuzey Afrika yollarını zorlayan Etrüskler ve Fenikeliler gemici olmakla birlikte, kehanet amacı ile kurban hayvanlarının karaciğerlerinin incelenmesi gibi, anayurtlarının Tunç Çağı geleneklerinden bazılarını sürdürmekteydiler. Romalılar ve İbraniler ise, uygarlığa Demir Çağı'nda ulaşmakla birlikte, gemici olmayıp aslında birer tarım toplumuydular. Bunların bilim alanında da önemli bir katkıları olmadı.

Sadece Grekler, barbarlıktan gelerek doğrudan Demir Çağı uygarlığına atlamış ve başlangıçtan itibaren de denizaşırı ticarete koyulmuşlardır. Grekler, ne kendilerinden önceki zamanlarda yerleşik tarıma geçen toplumlarda ve ne de daha sonraları Grek düşüncesiyle teması olmayan Çin uygarlığı ve benzeri diğer toplumlarda bulunmayan bir uzay hissine ve geometri duyusuna sahiptiler. Ayrıca Greklerin, bir gezginde rastlanan özellikleri, yani çeşitli kültür ve geleneklerle ilgili görgü kazanmış olmaları, onlara gördüklerini aynen almak yerine, bunların içinden değerli olanı seçme ve onu uygulama olanağı sağlamıştır.

Yunan doğa filozoflarının ilki olan Miletli Thales'e, İ.Ö. ~ 625-545, atfedilen başarılar yukarıda anlatılanlara bir örnek oluşturur. Söylendiğine göre, kendisi, bir tüccar olarak Mısır'a gitmiş, oradan geometri bilgisi ve Mezopotamya'dan da astronomi öğrenmiştir. Thales'in güneş tutulmasını öngördüğü söylenmekte ise de, o zaman için bu pek mümkün görülmemektedir. Ayrıca bir çemberin, çapı tarafından iki eşit parçaya bölündüğünü ispat ettiği söylenirse de, o tarihlerde bu zaten biliniyordu. Thales, şüphesiz Babillilerin ve Mısırlıların yaradılış öykülerini de duymuş olmalıdır. Bu öykülerde su, ilksel

kaosu temsil etmekte olup, kendisi de her şeyin başlangıçta sudan geldiğini ileri sürmüştü. Düşüncesine göre dünya, aşağıdaki sular üstünde yüzen bir silindir veya disk şeklinde idi ve bunun üzerinde de yağmurların geldiği su yer almaktaydı.

Thales'in ve diğer İyonya Greklerinin felsefelerinde doğa, Tunç Çağı kozmolojilerinde olduğundan daha az kişisel bir anlam taşıyordu. Sokrates öncesi Grek filozofları, Tanrıları doğadan uzaklaştırmaya meyilli idiler; onlar gök cisimlerine katı ve maddesel nesneler olarak bakıyor, bunların güçlü ve kişilikli varlıklar olduğu gibi bir düşünce beslemiyorlardı. Bunu tamamlayacak şekilde, İbranilerden Amos, Perslerden Zerdüşt ve Hintlilerden Buda da, yaklaşık eşzamanlı olarak, kendi tanrılarını doğadan uzaklaştırmışlardı. Bu dinsel reformcular, tanrıların Tunç Çağı uygarlıklarındaki yağmur yağdırma ve iyi ürün sağlama görevleri gibi rollerini en aza indirerek, tanrıların öncelikle insanın ruhsal ve manevi gereksinimleri ile ilgili olduğuna işaret ettiler. Bu nedenle, eski tanrılar daha soyut ve manevi bir kişiliğe büründüler ve sonuç olarak da Greklerin dünyası daha az kişisel bir hale geldi ve maddileşti.

Babilliler ve Mısırlılar, su, hava ve toprağı dünyanın temel bileşenleri olarak kabul etmişlerdir. Buna, ikinci Miletli filozof Anaximander, İ.Ö. ~ 611-547, dördüncü bir eleman olarak ateşi de eklemiş ve bu elemanlardan da önce gelen, temel bir öz daha kabul etmiştir. Bu temel özden çıkan dört element, sıra ile toprak, su, hava ve ateş olarak tabakalaşmıştır. Ateş, suyu buharlaştırarak kuru toprağı oluştururken, yükselen su buharı ise ateşi, dairesel sis tüpleri içinde hapsediyordu. Gök cisimleri olarak görülen şeyler aslında bu tüplerdeki delikler olup bunların arasından içerideki ateş gözlenmekteydi. Güneş'i kapsayan tüpün çapı, Dünya'nın çapının yirmi yedi katı, Ay'ı kapsayan tüp ise Dünya'nın on sekiz katı olarak düşünülmekteydi. Dünya'nın kendisi, yüksekliği genişliğinin üç katı olan bir silindir şeklinde kabul ediliyor ve gökler, Dünya'nın çevresinde 'her şeyden eşit uzaklıkta' olması için, 'bir ağacın kabuğu gibi' eşmerkezli çemberler halinde yer alıyordu. Anaximander, canlı organizmaların sudan çıktığına ve gelişmiş hayvanların basitlerden türediğine inanmaktaydı. 'Canlı yaratıklar, ıslak element, Güneş tarafından buharlaştırılırken oluştular. İnsan başlangıçta başka bir hayvana, yani balığa benzemekteydi'

Miletli filozofların üçüncüsü olan Anaximenes, İ.Ö. ~ 550-475, temel öz olarak sis yahut havayı aldı ve diğer elemanları ondan türetti. Seyreltilme ile sis'ten ateş oluştu, zira hava ağızdan üflenirse sıcak, basınçla üflendiğinde ise soğuktur, diye fikir yürütüyordu. Benzer şekilde, bir yoğunlaşma işlemi ile sis önce su, daha sonra da toprak oldu. Elemanlar arasındaki farklar bu nedenle niteliksel olmaktaydı. Elemanlar, sisin çeşitli derecelerde yoğunlaşmış veya seyrekleşmiş haliydi.

Miletli filozofların, dünyanın yapısını ve çalışmasını açıklamak amacı ile kullandıkları benzetmeler, Mısırlıların ve Babillilerin yaradılış öykülerinde kullanılanlardan oldukça farklıdır. Grekler, dünyanın kuruluş ilkesi olarak, ne organik bir ön yaratılışa ne de sihirli bir emir sözüne itibar etmediler. Onun yerine, daha çok zanaat işlemlerine dayanan anolojilere yer veriyorlardı. Anaximenes, element oluşumu işlemini, keçe yapımına benzetmiştir: 'Bulut, havadan keçeleşme yoluyla şekillenmiştir ve daha fazla yoğunlaşması onu su yapar.' Anaximander, dünyanın şekillenmesini, etkili unsur olarak ateşin kullanıldığı bir pişme olayı şeklinde düşünüyordu. Ateşin, dört element arasına katılması, filozofların zanaatlere verdiği önemi gösterir. Çünkü ateşi bilinçle kullanmak, aşçının, metal işleyenin ve çanak çömlek yapanın önemli bir ayrıcalığıydı.

Sokrates öncesi filozoflar, Babillilerde olduğu gibi, insanın haddini aşması ve karşılığında cezalandırılması gibi benzetmeleri kullanmışlardır. Babilliler, çakmak taşının kullanılırken onun gösterdiği parçalanma özelliğini, bu taşın tanrılara karşı geldiği için cezalandırılması olarak görmüşlerdi. Aynı şekilde Anaximander de elementlerin birbirine dönüşmesini ve onlardan çeşitli maddelerin ortaya çıkmasını, haddini aşma ve cezalandırma olarak yorumlamıştır: 've her madde, uygun bir şekilde ilk çıktığı hale yeniden dönerek ölürken, diğerlerine olan borçlarını ödeyerek onları tatmin eder.' Böylece kışın soğuk, sıcağa bir haksızlık yaptığında, yaz gelince ısı yükselerek bunun cezasını verir. Her şey geçicidir ve varolan bir nesne daha önce varolmuşlara karşı bir haksızlık yapmış olur ve bunun bedelini ödemelidir. Doğa işlemlerinde bir bedel ödeme prensibinin yer aldığına ilişkin düşünce, insan toplumlarında yasal kurallardan önce geçerli olan, intikam alma uygulamalarına benzetilerek türetilmişti. Böylece 'sebep' anlamına gelen Yunanca 'aitia' kelimesinin eski anlamı 'suç' idi. Böyle bir kavram, en sonunda, doğanın da insan toplumu gibi yasalarla yönetildiği anlayışı ile değişecekti.

Dünya düzenini açıklayan bir prensip olarak ceza ve ödül fikri, Efesli Heraclitus, İ.Ö. ~ 550-475, tarafından geniş şekilde kullanılmıştır. Kendisi, böyle bir prensibin gök cisimlerinin hareketlerini, elemanların birbirlerine dönüşümünü ve genel olarak doğadaki olayları yönettiğini düşünüyordu. Ceza ve ödül, bir değişiklik prensibi idi ve Heraclitus dünyanın yapısal özellikleri ile değil, doğadaki değişim olayları ile ilgilenmekteydi. Onun görüşüne göre, ateş her şeyin ortak dayanağı ve asıl nedeni idi. Yanan ateş, doğadaki evrensel oluş ve değişmeyi sembolize ediyordu. Ateş her şeyin ortak temeliydi ve böylece ceza ve ödül prensibi ile yönetilen doğadaki nitel değişikliklerin arkasında maddenin nicel sürekliliği de yer alıyordu. Bu süreklilik, ticari işlemlerde kullanılanlara benzeyen prensiplerle yönetilmekteydi. 'Her şey ateş ile değiştirilebildiği gibi, ateş de her şey ile değiştirilebilir; tıpkı malın altına ve altının mala dönüşmesi gibi.'

Böyle ticari benzetmeler ve bunların olayların nicel yönlerine ağırlık vermesi, Pythagorascı ve Atomistlerin sistemlerine katkıda bulundu. Bunlar, madeni para birimleri nasıl ticaretin temelini oluşturuyorsa, sayı birimlerinin veya ayrık teneciklerin de evrenin temeli olduğunu ileri sürmekteydiler. Pythagorasçı, Tarentumlu Filolaus'un, İ.Ö. ~ 480-400, şunu ifade ettiği ileri sürülmektedir: 'Sayıların kendi güçlerini, sadece tanrıların ve şeytanların işlerinde değil, insanların tüm iş ve düşüncelerinde, bütün sanatlarda ve müzikte de kullandığını görebilirsiniz'.

Pyhtagoras, İ.Ö. ~ 582-500, Samos'un (Sisam) yerlisi iken, güney İtalya'daki Proton'a gitmek üzere doğum yerini terketmiş ve orada, hayatı matematik spekülasyon ve dinsel felsefeye adamak amacını taşıyan bir kardeşlik kurmuştur. Ortak mülkiyetin geçerli olduğu bu derneğe kadınlar ve erkekler eşit koşullarla alınmaktaydı. Matematiksel buluşlar bile dışardakilerden gizemli bir sır olarak saklanmakla birlikte, bunlar dernek içerisinde ortak mülkiyet olarak kabul edilmekteydi. Bununla birlikte Pythagorasçılar İ.S. beşinci asırda biri bilimsel diğeri dinsel olan iki kanada parçalandılar. Bilimsel grubun temsilcisi olan Tarentumlu Philolaus, Pythagorasçıların görüşlerini çevreye yaydı.

Pythagorasçılar için sayılar, evrenin kavramsal bir modelini oluşturuyordu; nicelikler ve şekiller tüm doğal nesnelerin formlarını belirliyordu. Başlangıçta bu kişiler, sayıları, birimsel noktalardan ve taneciklerden oluşan geometrik, fiziksel ve aritmetiksel büyüklükler olarak düşünmekteydiler. Onlar, böyle birim noktaları çeşitli geometrik şekillerin köşelerine yerleştirerek, bunları üçgen sayılar, kare sayılar olarak kullandılar. Bu nedenle, Phytagorasçılar için sayılar, niceliksel büyüklüklerinin yanında geometrik bir şekle de sahiptiler. Bu anlamda onlar sayıları doğal nesnelerin formları ve imajları olarak algıladılar.

Matematikte, Pythagorasçılar zamanla görüşlerinin kendi içinde çelişkili olduğunu farkettiler. Onların adını taşıyan teorem bir dik üçgenin dik kenarlarının karelerinin toplamının hipotenüsün karesine eşit olduğunu ifade etmektedir. Böyle bazı üçgenlerde, hipotenüsün uzunluğu aynı birimle ölçülememekteydi. Örneğin, ikiz kenar dik üçgende, hipotenüs diğer kenarların $\sqrt{2}$ katı idi. Pythagorasçılar, $\sqrt{2}$ değerinin ne tanı bir sayı ile ne de bunların bir kombinezonuyla ifade edilemeyeceğini gösterdiler ve çokluklar ile sayılar hakkında atomcu bir bakış açısına bağlı kaldıkları için, kendilerini bir çıkmazda buldular. Bu açmaz, biri matematiksel, diğeri de fiziksel olan iki ayrı yoldan çözüldü. Matematikte aritmetik, geniş ölçüde terkedildi ve dikkatler geometri üzerinde toplandı. Çünkü, $\sqrt{2}$ değeri belirli sayıda birimsel noktalarla olmasa da, belirli uzunluktaki bir doğru parçasıyla temsil edilebilmekteydi. Fizikte ise atomistler, Pythagorasçı birimsel noktaların sayısal özelliklerini bırakarak, onların fiziksel özellikleri konusunda fikir yürütmeye başladılar.

Pythagorasçılara göre evren üç kısma ayrılmaktaydı. Bunlar, artan asalet ve mükemmellik sırasına göre Uranos, veya Dünya ile Ay-altı küre; ikincisi Kozmos, yahut sabit yıldızlar küresi ile sınırlanmış hareket eden gökler; üçüncüsü de Olimpos, veya tanrıların evi idi. Dünya, gök cisimleri ve bir bütün olarak evren, küreseldi. Zira küre, üç boyutlu geometrinin en mükemmel şekliydi. Evrende yeralan çeşitli cisimler, düzgün dairesel hareket etmekteydiler. Zira daire, mükemmel bir geometrik forma sahipti. Bu cisimlerin statüleri nekadar asil ve kutsal ise hareketleri de o kadar yavaştı. Gök cisimlerinin hareketlerinin düzgün ve dairesel olması gerektiğine ilişkin aksiyom, modern çağlara kadar astronominin en temel prensiplerinden biri olarak kalmıştır. Daha sonra bunu, Rodoslu Geminus, İ.S. ~ 70, isimli bir Grek astronomu şu şekilde açıklayacaktır:

'Bu sorulara ilk yaklaşanlar Pythagorasçılar oldu. Bunlar, Güneş'in, Ay'ın ve gezegenlerin hareketlerinin düzgün dairesel olduğu hipotezini ortaya attılar. Onların görüşüne göre, bu kutsal ve ebedi şeyler için, bazen hızlı, bazen yavaş hareket edip, bazen de gezegenlerin istasyon denilen noktalarında durmaları kabulü geçerli olamazdı. İnsanlar arasında dahi böyle düzensizlikler, bir centilmenin davranışları ile uyumlu değildi. Hatta, hayattaki kaba gereksinimler, çoğu kez insanlara acele etme veya duraksama zorunluluğu getirse bile, böyle durumların, yıldızların bozulamaz doğasında bulunabileceği düşünülemezdi. Bu nedenle onlar problemlerini, olayların, dairesel ve düzgün hareket hipotezi yardımıyla açıklanması olarak tanımlıyorlardı'.

Pythagorasçılar, Güneş, Ay ve gezegenlerin gök çevresinde batıdan doğuya doğru kendi periyodik sürelerinde dolanmasına ve her 24 saatte bir kez de, birlikte ters yönde dönmelerine, estetiksel nedenlerden ötürü itiraz ediyorlardı. Bunu düzeltmek ve aşağılık cisimlerin asillerden daha hızlı hareket ettikleri ilkesine uyınak için Philolaus, Dünya'nın, evrenin merkezindeki bir ateş etrafında günde bir kez batıdan doğuya doğru döndüğünü ileri sürdü. Bu hareketi esnasında Dünya, Ay'ın Dünya'ya hep aynı yüzünü göstermesi gibi, merkezdeki ateşe aynı tarafını göstermekteydi. Yunanistan, Dünya'nın merkezdeki ateşe bakmayan yüzünde yer alıyordu. Fakat ateş, Dünya'nın diğer yüzünde de görülemezdi, zira Dünya ile ateş arasında başka bir cisim bulunmaktaydı. Bu, karşı-dünya, Dünya ile aynı hızla yürümekte ve daima ateşi kapamaktaydı.

Dünya'nın merkezsel ateş etrafındaki Pythagorasçılar tarafından postüle edilen günlük hareketi, göklerin Dünya çevresinde gözlenen günlük dönmesini açıklıyordu. Ayni kabul, evrendeki bütün hareketli cisimlerin, merkezsel ateş çevresinde, batıdan doğuya doğru, asaletlerine göre artan periyotlarla döndüğünü de gösteriyordu. Evrendeki cisimlerin en adisi olan Dünya, merkezi ateş çevresinde günde bir kez dönerken, Ay bunu bir ayda, Güneş bir yılda ve gezegenler ise daha da uzun sürelerde tamamlıyorlar; sabit yıldızlar ise hareketsiz kalıyorlardı. Bu görüşe göre, sabit yıldızlar sonsuz uzaklıkta olmasalardı, Dünya her gün sonlu bir yol aldığından, bunların gurup ve şafak arasında birbirlerine göre konumlarının değişmesi gerekecekti. Diğer taraftan Phytagorasçılar, gök cisimleri ile merkezsel ateş arasındaki uzaklıkların sayısal

oranının, müzik notasındaki aralıkların oranı gibi olduğuna inanıyorlardı. Bu bağımtı ise, yıldızları Dünya'dan sonlu bir uzaklığa yerleştirmekteydi. Bu durumda yıldız paralaksı, yani yıldızların konumlarında bağıl bir değişiklik gözlemlenmediğinden, orijinal Pythagorasçı dünya sisteminin değiştirilmesi gerekiyordu. Yıldız paralaksının olmaması, Dünya'nın merkezsel ateş çevresindeki günlük yörüngesinin, önceden kabul edilenin tersine, çok daha küçük olması gerektiğini gösteriyordu. Bunu dikkate alan ve her ikisi de Siracusalı olan iki Pythagorasçı, Hicetus ve Ecphantus, Dünya'nın evreninin merkezinde olduğu ve kendi ekseni etrafında günde bir kere döndüğü kabulüyle, yıldız parallaksının olmamasını açıklamışlar ve böylece Pythagoras teorisinin ana hatlarını kurtarmaya çalışmışlardır.

Güney İtalya'daki Pythagorasçı okulların, biyologları ve anatomicileri de vardı. Bunlardan ilk dikkat çekeni, İ.Ö. ~ 500'lerde ünlenen, Crotonlu Alcmaeon'un, göz sinirlerini keserek, gözlerin beyin ile bağlantısını ve kulaklar ile ağızı birbirine bağlayan Eustachian tüplerini keşfettiği söylenir. Alcmaeon'a göre insan ve tüm olarak evren, aynı plana göre yapılanmış olup, insan, makrokozmos bütünlüğünün mikrokozmostaki bir kopyasını meydana getirmekteydi. Böyle bir görüş, Pythagorasçı öğretinin temel öğelerinden biri haline gelmişti.

Pythagorasçılar tarafından etkilenen diğer bir filozof da, İ.Ö. ~ 500-430 arasında yaşayan, Sicilya'da Agrigentum'dan Empedocles'dir. Bu filozofa göre, bütün renklerin, dört ayrı renk boyanın bir ressam tarafından farklı ölçüde karıştırılmasıyla oluşması gibi, her şey, dört elementin farklı oranlarda birleşiminden meydana gelmişti. Elementleri birleştiren veya onları bileşenlerine ayıran, aşk ve çekişme idi. Bu iki kuvvet, elementlerin doğasında mevcuttu. Su toprağa yakındı ve her ikisi de soğukluk gibi ortak bir özelliğe sahipti. Fakat, aynı zamanda su ıslak ve toprak ise kuru olduğundan, bunlar birbirlerini dışlıyorlardı. Benzer şekilde, hava ve ateş'in her ikisi de sıcaktı, fakat biri nemli, diğeri ise kuru idi. Yine, su ve hava ile, toprak ve ateş çiftleri, hem ortak bir özelliğe, hem de karşıt bir özelliğe sahiptiler.

Empedocles, organik evrim süreci için ilginç bir teori ortaya attı. Bu aynı zamanda Pythagorasçıların, sayısal anlamı olmasa da, birimler aracılığı ile düşünmeye olan eğilimlerine ışık tutar. Onun düşüncesine göre, başlangıçta

yalnız başına hareket eden insan ve hayvanın birimsel-parçaları yani, gözler, kollar, bacaklar v.b. vardı. Bu birimler arasındaki çekim veya sevgiden oluşan rastlantısal kombinasyonlar, her türlü ucube yaratıkları olduğu kadar, bilinen canlı türlerini de meydana getirdiler. Bazılarının birçok bacağı, bazılarının bir öküz kafası, diğer bazılarının da, insan başı ve öküz bedeni vardı. Fakat bunların hepsinin yaşaması mümkün olmamış ve sonunda sadece canlı kalabilme özelliğine sahip olanlar yaşayabilmişti.

'Yaşayan canlıların birçoğu kendi ırklarını sürdürme olanağını bulamadılar, zira bugünkü canlılar için başından beri varlıklarını koruyan, kendi güçleri, cesaretleri ve dinamizmleri olmuştur.'

Atomistler, doğadaki birim kavramını daha da ileriye götürerek onun uygulama alanını, organik dünyadan fiziksel dünyaya genişlettiler. İlk atomistlerden Miletli Leucippus, İ.Ö. ~ 440, ve Abderalı Democritus'un, İ.Ö. ~ 420, katkıları birbirinden ayrılamaz. Onlar, evrendeki her şeyin, fiziksel olarak daha fazla bölünemeyen atomlardan yapılmış olduğuna inanıyorlardı. Sonsuz bir boşluk içinde hareket eden, sonsuz sayıda atom vardı. Yaratılmadıkları ve yokedilemeyecekleri için bunlar ezelden beri mevcuttu. Atomlar büyüklüklerine, şekillerine ve belki de ağırlıklarına göre faklıydılar. Boşluktaki devinimleri sonucu bu atomlar bir anafor hareketi oluşturmuşlar ve bu ise ağır atomları bir merkeze toplayarak dünyayı meydana getirmişti. Böylece, büyük dünya atomları birbirlerine takıldıkları için hareketleri sınırlanıyor ve neticede sadece çarpışarak titreşebiliyorlardı. Su, hava ve ateşin daha küçük olan atomları uzaya savrulmuş ve orada dünya çevresinde bir anafor oluşturmuşlardı. Dünya dışında kalan daha büyük atomlar ise, biraraya gelerek, nemli öbekler halini almışlardı. Bunlar daha sonra kuruyarak, anafor içerisindeki hareketleri sonucu ateş almış ve gök cisimlerini oluşturmuşlardı. Atomların sayısı gibi, içinde devindikleri boşluk da sonsuz olduğundan, bazıları oluşan ve diğerleri yokolan birçok dünya vardı. Bazılarında ne ay, ne de güneş yok iken diğerlerinde bunlardan birkaç tane olabiliyordu. Fakat hepsinin bir başı ve bir de sonu vardı. İyonyalı filozofların çoğu gibi Democritus da, dünyayı bir küre şeklinde düşünen Pythagorasçıların tersine, onu bir silindir olarak düşünüyordu.

Atomistler, ister insan, ister hayvan veya bitki yaşamı olsun, bunun ilkel bir çamurdan ortaya çıktığını kabul ediyorlardı. İnsan, her cins atomdan yapıldığı için, evrenin bir mikrokozmosu idi. Hayat ve ruh, küçük küresel atomlardan yapıldıklarından ateşe benzemekteydi. Böyle atomlar sürekli olarak bedenden dışarı atılmakta ve hava ile yeniden alınmaktaydılar. Bu nedenle, nefes durduğu zaman, can bedeni terkediyordu. Atomistlerin kozmolojisi hemen tamamen mekanik karakterli idi; yani onda her şey önceden belirlenmişti. 'Olmuş, olmakta ve olacak her şey, zorunlu olarak önceden bir kadere bağlanmıştı'. Bu görüşte olanlar, sevgi, nefret veya ceza ilkesi gibi insan amaçlarına dönük anolojileri, dünyanın işleyişini açıklamakta kullanmadılar. Bu bağlamda ilginçtir ki, Democritus ile çağdaşı Abderalı Protagoras, kötülük yapanların cezalandırılacağı görüşünü, intikam amacı ile değil, suçlardan caydırmak amacı ile ileri sürmekteydiler.

Eski Yunan tıbbında üç ana kol gelişmişti. Bunların birincisi ve belki de ilki, tıp tanrısı Aesculapius'a adanmış tapınakların tıbbı idi. İkinci olarak, Güney İtalya'daki Felsefi Pythagorascı okul gelmekte ve üçüncü olarak da, daha pratik olan Hippocrates'in İyon okulu bulunmaktaydı. Hippocratesci eserler, ilk Grek tıp yapıtları arasında olup, İ.Ö. dördüncü asır'a uzanmaktadırlar. İstanköylü Hippocrates, İ.Ö. ~ 460-377, çok önemli biri olmakla birlikte, bu eserler bir kişiden ziyade bir okulun ürünüdür. Bu okul kendi teorilerini de geliştirmekle birlikte, tıbba Pythagorasçılar gibi teorik bir bilim olarak değil, bir sanat veya teknik olarak bakıyordu. Ortaya attıkları doktrine göre, insan bedeninde, melankolik, coşkulu, asabi ve kayıtsız karakterli dört sıvı salgılanmakta olup, sağlıklı yaşam için bunlar arasında doğru bir oran bulunması gerekli olduğundan, bunlardan birinin ağır basması, bir hastalığa neden oluyordu. Bu teorinin, kanda görülen dört farklı maddeye dayandığı tahmin edilebilir; buna göre, koyu pıhtı melankolik salgıyı; kırmızı sıvı coşkulu salgıyı temsil etmekte; sarı serum asabi salgıyla ve fibrin de kayıtsız kısımla ilişkili görülmekteydi.

4. Bölüm

Atina'da Doğa Felsefesi

ATİNA, İyonya ve güney İtalya'daki Grek şehirleri kadar erken gelişmemekle birlikte, burada gelişen kültür daha kararlı ve daha uzun ömürlü oldu. İyon şehirleri, İ.Ö 530'da Persler tarafından boyunduruk altına alınmış ve bu arada Milet, birkaç yıl sonra tamamen tahrip edilmişti. Karadeniz kıyısındaki Grek kolonileri ile yapılan ticaretin kendi eline geçmesi nedeniyle, Atina, İyonyalıların çöküşünden dolaylı olarak yararlandı. Politikada Atina, Perslere karşı Grek şehirlerinin önderliğini yapıyordu. Persler İ.Ö. 490'da, önce Marothon'da karada ve 10 yıl sonra da denizde mağlup edildi. Özellikle Solon'dan sonra Atina'da zanaatlerin çok geliştiğini görüyoruz. Plutarch'a göre, Solon, İ.Ö. ~ 639-559, çıkardığı kararnameyle, oğulların. bir meslek öğretmeyen babaya bakma yükümlülüğünü kaldırmıştı. Bu dönem, Grek mucitlerinin yaşadığı dönem olup; örneğin İskit Anarcharsis, körüğün icadı, gemi çapası ve çömlekçi tekerleğinin geliştirilmesi ile; Sisamlı Theodorus ise, düzeci, torna tezgahını, ayarlı gönyeyi, cetvel ve anahtarı icadı ile bilinir. Bu dönem aynı zamanda, 'sophia' kelimesinin eski anlamı olan, teknik hüner ifade ettiği, fakat henüz hikmet ve akıl anlamında kullanılmadığı bir dönemdir.

Perslere karşı kazandığı zaferden sonra, Atina refah ve büyüklük dönemine girmiş bulunuyordu. Perikles, Milet'in son filozofu Anaximenes'in bir öğrencisi olan Anaxagoras'ı, İ.Ö. 488-428, kültür yaşamına katkıda bulunması için, Atina'ya getirmişti. Anaxagoras, tipik bir İyon filozofu olup, Dünyanın Pythagorasçıların inandığı gibi küre olmayıp, silindir şeklinde olduğunu kabul ediyordu. Bağlı olduğu okulun diğer öğrencileri gibi, o da gök cisimlerinin Dünya ile aynı özelliklere sahip olduğunu ve Pythagorasçıların inandığı gibi kutsal olmadığını düşünüyordu. Thales de, demiri çeken mıknatıs taşının bir ruhu olduğuna inanıyordu. Anaxagoras, bu kavramı genelleştirerek, bütün hareketlerin bir akıl veya ruhun işlemi olduğunu ortaya atmıştı.

Onun fikrince Güneş, Yunanistan'dan daha büyük olmayan, akkor halinde bir taşıı. Ay ve gezegenler de Dünya'ya benzemekteydiler. Ayda dağlar ve insanlar vardı. Kendisi, Ay'ın ışık yansıması sonucu parladığını ilk kez ifade etmiş ve tutulmaları da, ilk defa olarak, Ay'ın Dünya ve Dünya'nın Ay üzerine gölgesinin düşmesi olduğu şeklinde açıklamıştı. Anaxagoras, gök cisimlerinin kutsal olduğunu inkar ettiğinden, dinsizlikle suçlanarak takibata uğramış ve bundan, ancak Perikles'in araya girmesi ile kurtulabilmişti.

Ay yüzeyinde dağların yer aldığını söylemesi, onun gökyüzünü dikkatle incelediğini göstermektedir. Anaxagoras'ın hayatının sonuna doğru, Atina'da astronomik gözlemler Meton tarafından yapılıyordu. Meton, İ.Ö. 432'deki olimpiyatta, sonradan Meton çevrimi adını alan buluşunu açıklamıştı. Bu çevrim, 19 yıldan oluşuyor ve bunun içerisinde tam sayıda ay evreleri yer aldığından, takvimi ayarlamakta kullanılabiliyordu. Aslında bu çevrim, o zamanki Mezopotamyalılar tarafından zaten biliniyor ve resmen takvim çevrimi olarak kullanılmakta ise de, Grekler tarafından daha henüz benimsenmemişti.

Meton'un zamanında, Atina toplumu, o kadar büyümüş ve farklılaşmıştı ki, bu, zanaat ve felsefe geleneklerini birbirinden uzaklaştırıyordu. Zanaatları geliştirmek için Solon'un yaptığı girişimlerden iki-yüz yıl sonra, Xenophon şunu belirtiyordu: 'mekanik sanatlar denilen uğraş, toplumda, olumsuz bir sosyal damga taşıyor ve kentlerimizde haklı olarak ayıp görülüyor.' Sadece mekanik sanatlar değil, daha eski doğa felsefesi de, zanaatlerden kaynaklanan benzetmeler kullandığından itibarsızdı. Xenophon'a göre, hocası Sokrates, İ.Ö. 470-399, astronomiyi 'bir zaman kaybı' olarak görmekteydi. Sokrates'in hayatında Atina, kötü günler yaşamıştı. Peloponez savaşları, İ.Ö. 431-404, Ispartalıların Atinalılara karşı zaferi ile sonuçlanmıştı. Bu nedenle, Sokrates için filozofun temel görevi, insanın ve toplumun düzene kavuşturulması olup, doğanın anlaşılması ve denetimi, değildi. Kendisi doğa felsefesini reddederek, özellikle ahlaksal ve politik karakterli problemlerle ilgilenmişti.

Sokrates'in çalışmaları, öğrencisi Platon, İ.Ö. 427-347, tarafından sürdürüldü. Fakat öğrencinin kazandığı derinlik, hocasınınkini aşmıştı. Platon, genellik iddası olan bir felsefenin, mutlak surette, evrenin doğası ile ilgili bir teoriyi de kapsaması gerektiğini gördü. Böyle bir teori, ahlaka, politikaya ve teolojiye hizmet edebilir ve eğer uygun bir şekilde çerçevelenirse, bunların

Bütün hayvanlardan önce, insan ortaya çıkmış ve insanın tüm organlarından önce de, baş yaratılmıştı; zira o ruhun organı idi ve yaklaşık olarak küreseldi. Başın kendi kendine yuvarlanmasını engelledikleri görülen diğer beden uzuvları, insanın hayvani arzularını yöneten daha aşağı bir ruha sahiptiler. Diğer hayvanlar, insanın soysuzlaşmasından türemiş ve insanın ruhu daha aşağı beden şekillerine göç etmişti. Kötü bir hayat süren erkekler, 'ikinci nesilde kadın olarak dünyaya gelecekler' ve 'dört ayak üzerinde yürüyen hayvanlar ise, felsefe ile hiç tanışmamış olan insanlardan türeyecekti'. İyonyalı filozoflarla alay eden Platon'a göre, kuşlar, 'gökyüzündeki olayları izleyen, ama cehaletleri nedeniyle, bu konularda gözün en emin kanıtları sağladığına inanan, zararsız, fakat geri zekalı insanların şekil değiştirmesi sonucu ortaya çıkmıştı'. Özellikle, insanların balıklardan geliştiğini ileri süren Anaximender'i alaya alan Platon, 'doğal çevresi su olan dördüncü cins bir hayvan, en akılsız insanlardan meydana gelmiştir', demekteydi. Bunların çoğu, ciddiye almadan yazılmakla birlikte, Platon'un düşünce tarzını belirtmektedir. Aynı espri ile, Platon, dünyada kendisinin baş karşıtı atomistlerin görüşlerinden sorumlu olan kötü bir ruhun, bir şeytanın varlığını postüle etmişti.

Kendisinden sonra gelen en önemli filozoflar, onun fikirlerini geliştirmek yerine daha çok bunlardan ayrılmış olsalar bile, Platon'un felsefesi yine de çok etkili olmuştur. Kurduğu akademide, özellikle Knidoslu Eudoxus, İ.Ö 409-356, başta olmak üzere kendi öğrencileri bile, gök cisimlerinin hareketlerini geometrik olarak açıklamak için, Platon'un nefret ettiği gözlemleri yapmak zorunda kalmışlardı. Eudoxus, niceliksel astronomiyi kozmolojik spekülasyonla birleştirerek, evren için düşünülen şekli belirlemekte, gözleme yer veren ilk kişi oldu. Eudoxus'un zamanında Babilliler, gökyüzündeki karmaşık periyodik olayları, birkaç basit periyodik hareketle çözümleme yöntemini bulmuşlardı. Eudoxus, bu yöntemi duyarak, veya kendisi bağımsız olarak geliştirerek, onu aritmetik olmaktan çıkarıp geometrik bir şekle sokmuştur. Kendisi, her basit harekete, merkezi Dünya olan bir daire veya bir küresel kabuk tekabül ettirmiştir. Bu tür kürelerden oluşan bir kombinasyon, herhangi bir gök cisminin karmaşık periyodik hareketini oldukça iyi açıklayabiliyordu. Her küre, belirli bir harekete karşı gelmekte olup, bir tanesi gökyüzünün günlük, bir diğeri aylık veya yıllık olmak üzere, bunlar değişik devinimleri temsil etmekteydi. Bütün küreler eşmerkezli olup, Dünya, bunların ortak merkezinde

yer alıyordu. İçteki kürelerin dönme eksenleri, dıştaki kürelerin yüzeylerine çakılıydı. Böylece Eudoxus, gökyüzündeki tüm hareketleri yirmiyedi küre ile açıklayabiliyordu. Sabit yıldızlar için bir, Güneş ve Ay için üçer, ve bilinen beş gezegenin her biri için dörder küre kullanılıyordu. Gözlemler çoğalarak yeni periyodik olaylar ortaya çıktıkca, sistemin de büyütülmesi gerekiyordu. Eudoxus'un öğrencisi Callipus, İ.Ö. ~ 325, yedi gök cisminin her birine yeni bir küre ekleyerek bunların toplamını otuz dörte çıkardı. Aristoteles ise, buna yirmi-iki küre daha ekledi. Bununla birlikte, eşmerkezli küreler sistemi, daha başında belirli güçlükler gösteriyordu. Bu sisteme göre, tüm gök cisimlerinin her an Dünya'dan aynı uzaklıkta olmaları gerekiyordu. Halbuki, uzun zamandır, Venüs ve Mars gibi gezegenlerin görünen parlaklıklarındaki değişiklikler, bunların Dünya'ya yaklaşıp uzaklaştıklarını göstermekteydi. Ayrıca güneş tutulmaları bazen tam, bazen halka şeklinde görüldüğünden, bu, Ay ve Güneş'in Dünya'dan uzaklıklarının zamanla değiştiği anlamına geliyordu. İ.Ö. ~ 45 yıllarında astronom Sosigenes,

'Eudoxus'un bağnaz taraftarlarının küreleri, bu olayları açıklayamıyor. Onlar, kendilerinden sonra keşfedilen olayları izah edemedikleri gibi, kendilerinden önce bilinen ve onlarca da doğru kabul edilen şeyleri de açıklayamamaktadır' demekteydi.

Gök cisimlerinin, Dünya merkezli dairesel bir yörünge üzerinde, düzgün hızlarla devindiği şeklindeki önyargı nedeniyle, Eudoxus sisteminin başarısı sınırlıydı. Bu sistemin bazı güçlüklerini aşabilmek için, Pontuslu Heraclides, İ.Ö. ~ 373, bir girişimde bulundu. Merkür ve Venüs'ün Güneş'ten hiçbir zaman uzaklaşamadıklarına ait gözlemine dayanan Heraclides, bu gezegenlerin Güneş etrafında dairesel yörüngelerde devindiklerini ileri sürdü. Böylelikle, bunların görünen parlaklıklarındaki değişimler açıklanmış oluyordu. Kendisi, ayrıca Pythagorasçı Hicetas ve Ecphantus'un görüşlerini benimseyerek, Dünya'nın ekseni çevresinde günlük bir dönme yaptığını ve gökyüzünün günlük dönmesinin bundan kaynaklandığını belirtti. Heraclides, ayrıca evrenin sonsuz ve her yıldızın kendi içinde bir evren olduğunu ve onun, bir dünya ve diğer cisimlerden oluştuğunu varsayıyordu. Lakin, Heraclides çok az destekçi bulabildi; Platon ve Aristoteles'in taraftarları ise Eudoxus sistemini benimsediler.

Aristoteles'in eserleri, İ.Ö. 384-322, Platon'un ve kendi felsefesi arasındaki içerik ve metot açısından zamanla artan uzaklaşmayı belirten bir sıra izler. Aristoteles'in, gökyüzünün doğası ile ilgili ilk çalışmaları, metot açısından spekülatif ve içerik açısından Eudoxuscu olup, daha sonra biyoloji üzerine yazdığı eserler ise, daha çok gözleme yer vermekte ve yeni konuları kapsamaktaydı. Astronomi alanında Aristoteles, gökcisimlerini taşıyan kürelerin, Eudoxus'un öngördüğü gibi sadece birer geometrik şekil olmayıp, gerçek fiziksel cisimler taşıdığı varsayımından sorumlu idi. Her küre, kendi hareketini hemen altındaki küreye geçirmekte ve böylece sabit yıldızları taşıyan en dış küre, ekseni çevresindeki günlük dönüşü ile bütün küreleri ve bunların üzerindeki gök cisimlerini devinime başlatmaktaydı. Bir gök cismine ait hareketin, doğrudan hemen altındakine geçmemesi için Aristoteles, gezegen taşıyan küreler arasına, bazı 'dönmeyen küreler' yerleştirdi. Bu 'dönmeyen küreler', kendi üzerindeki gezegeni döndüren kürelerle aynı sayıda olup, aynı hıza ve aynı dönme eksenine sahipti. Sadece bunlar ters yönde dönerek o gezegene has bütün diğer hareketleri yokederken, yanlızca günlük dönmeyi iletiyorlardı. Matematik açısından Aristoteles'in sistemi, Callipus'unkinin aynısı idi ve 'dönmeyen' yirmi iki ek küre, geometrik açıdan bir fazlalıktı.

Aristoteles'e göre en dıştaki sabit yıldızlar küresi, *Primum Mobile*, yani Birincil veya Sabit Hareket Ettirici tarafından döndürülmekteydi. Bu Sabit Hareket Ettirici küre, evrenin kenarında, tüm küreleri ve evreni yönetiyordu. Öyle anlaşılıyor ki, kendisi ayrıca her kürenin özel hareketinden sorumlu olan, ikinci derecede bir sabit hareket ettirici de göz önüne almaktaydı. Hareket ettirici ile kürenin ilişkisi, ruh ile beden arasındaki ilişkiye benzemekteydi. Bir gezegenin hareket ettiricisi, Sabit Hareket Ettiriciye karşı olup, böylece gezegenler, batıdan doğuya doğru olan günlük dönmenin ters yönündeki hareketlerini gerçekleştirebiliyorlardı. En dıştaki Satürn gezegeni, Sabit Hareket Ettiricinin kuvvetini yenmek için en fazla zorlanmakta ve dolayısıyla dönme periyodu en uzun olmaktaydı. Böylece Aristoteles de, Platon gibi, Dünya'dan başlayarak gök cisimlerini, dolanım periyotlarına göre, dışarı doğru sıralamış ve bunları. Ay, Güneş, Venüs, Merkür, Mars, Jüpiter ve Satürn düzeninde sıralamıştı.

Aristoteles'e göre, göklerin maddesi ile topraksı madde arasında mutlak bir fark mevcuttu. Ay küresinin altındaki her şey, toprak, su, hava ve ateş gibi dört dünya elementinden yapılmıştı. Gökler, beşinci ve saf bir eleman olan özden oluşuyordu. Gök cisimleri, bozulmaz ve ebedi olup, hareketleri de dairesel ve düzgündü. Dünya'da, doğma, bozulma ve çözülme oluyordu. Ek olarak, Dünya'daki hareketler doğrusaldı ve buradaki bütün olaylar gibi, bir başlangıca ve sona sahipti. Gök cisimleri, daima kendilerine ayrılan küreler üzerinde kalırlarken, Dünya cisimleri böyle olmayıp, her an ait oldukları uygun yerlere dönmeye çabalıyorlardı. Toprak ve su elementleri, ağırlığa sahip olup, evrenin merkezine doğru gitmek isterlerken, hava ve ateş, kendilerini yukarı atmosferdeki uygun yerlere götürmek isteyen bir hafifliğe sahipti. Ateş havadan daha asil bir element idi, zira onun doğal yeri daha yükseklerdeydi. Benzer şekilde, hava sudan, su da topraktan daha asildi. Tüm gök cisimleri, Dünya'daki nesnelerden daha asil olmakla birlikte, mükemmellikleri evrenin merkezinden uzaklaştıkça artıyordu. Ay, lekeli yüzünün de gösterdiği gibi, en fazla kusurlu iken, sabit yıldızlar küresi ile Birincil Hareket Ettirici küre, en mükemmel idiler. Zira, 'kapsayan ve nihai olan, tamamlanandan üstündür.'

Fizik alanında, Aristoteles'e göre, bir cisim devinimini, onu hareket ettiren nesneyle sürekli temas ettiği sürece sağlayabilirdi. Hareket ettirici durur veya cisimle temasını keserse, cisim de derhal duracaktı. Böyle hareket ettiriciler, kendi kendine devinen organizmalarda olduğu gibi, ya cisimlerin içerisinde, veya bir cismin itilip çekilmesinde olduğu gibi onun dışmda yer alıyordu. Homojen cisimler, ancak, dış hareket ettiricilerle devinime başlıyabilirlerdi. Zira, kendi kendine hareket eden cisimler, zorunlu olarak bileşiktiler. Bunlar, bir hareket ettirici ve bir de hareket edenden oluşmaktaydı. Bu nedenle, bir katapulttan fırlatılan taşa benzeyen homojen cisimler, hiçbir zaman serbestçe hareket edemezlerdi. Katapultu terkeden taşın hareketi, içinden geçtiği havanın, taşın arkasında bir vakum meydana gelmesini önleyecek şekilde akmasıyla sağlanıyordu. Aristoteles'e göre, uzayda "boşluk" oluşamazdı. Zira boşluk, fiziksel etkileri doğrudan temasla sağlayacak şekilde madde ile dolmalıydı. Buna göre atomistler, dünyanın boşlukta dolaşan atomlardan meydana geldiğini varsayınakla yanılmaktaydılar. Çünkü uzay, sürekli bir maddesel ortam olmak zorundaydı. Karmaşık ve kendi kendine hareket eden nesneler halinde, hareket ettirici, hareket ettirdiği cisimden daha

asil ve kutsal olmalıydı. Aristoteles, 'her karmaşık nesnede, daima bir yöneten ve bir de bağımlı olan vardır', demiştir. Bu fikir, Platon'un, 'doğa, cisme itaat ve esaret, ruha da hüküm ve üstünlük takdir etmiştir' görüşü ile bağlantılıdır. Homojen bir cismin hareketi, bir arabanın hareketine benzetilmekteydi. Eğer araba öküzden ayrılır, veya çekici öküz gerekli gayreti göstermezse, araba da duracaktı. Kendiliğinden hareket eden bir cismin elemanları arasındaki bağıntı, ruh ile beden, veya o zamanki Atina toplumunda varolan filozof ile zanaatkar arasındaki bağıntıya benziyordu. Filozofun zihinsel tasarımları, zanaatkarın çalışması için itici güç olarak ortaya çıkmaktaydı.

Aristoteles de, Platon gibi, entellektüel tasarım ve amaçların, bütün doğa olaylarını oluşturan ve yöneten prensipleri yarattığına inanıyordu. Bununla birlikte Aristoteles, Platon'dan daha zengin bir nedensellik görüşüne ve kavramına sahipti. Çünkü, o, bu konuda daha önce ifade edilmiş bazı doktrinleri de kabul etmekteydi. Aristoteles, dört temel neden olduğunu belirtiyordu. Birinci olarak, olayların maddi nedenleri mevcuttu. Bu, cisimlerin yapıldığı temel madde idi. İkinci olarak, formel nedenler vardı. Bunlar da, ilkel madde üzerine işlenmiş olan tasarımlar, modeller ve şekillerdi. Üçüncü olarak ise, böyle tasarımları gerçekleştirecek mekanizmaları üreten etkin nedenler vardı. Dördüncü olan, arka nedenler ise, nesneleri ortaya çıkaran amaçlardı. Örneğin çömlekçinin çamuru, bir vazonun maddesel nedenini, onun tasarımı ise formel nedenini oluşturmaktaydı. Çömlekçinin tekerleği ve elleri, etkin nedenleri ve çömleğin yapılma amacı da arka nedeni teşkil ediyordu. Aristoteles'in kendisi, öncelikle, ikinci sıradaki formel ve son sıradaki arka nedenlerle ilgilenmekteydi. Formel nedenlerin, bütün doğal nesne ve olayların yapısında yeraldığına inanıyordu. Bunlar, önce saklı olup, nesnenin gelişmesi esnasında ortaya çıkıyorlar ve en sonunda tamamlanan varlık amaca ulaşırken, bunu oluşturan nedenler de gerçek bütünlüğe erişiyorlardı.

Bu tür fikirler, Aristoteles'in biyolojik eserlerinde en anlamlı ifadelerini bulur. Kendisi, beş yüz kırk hayvan cinsini, şekillerine göre sınıflandırmış ve en azından elli farklı cinsi de, anatomik yapılarını incelemek amacı ile kesmişti. Bu tür yapılar, Aristoteles'in formel nedenlerinin ve tasarımlarının bir ifadesini oluşturuyordu. Aristoteles, bazı hayvan yapıları arasındaki uyumlu ilişkilere dikkati çekmiştir. Örneğin, 'hiçbir hayvan, hem boynuzlara hem de fil

örneğindeki gibi, aşırı uzamış kesici dişlere sahip değildir. Ayrıca, tek tırnaklı ve iki boynuzu olan hiçbir hayvan görmedim' diyordu. Kendisi, doğanın boşu boşuna hiçbir şey yapmadığına ve bu nedenle hiçbir hayvanın kendini korumak amacı ile hem boynuzlara ve hem de kesici dişlere sahip olmadığına inanıyordu. Aristoteles, geviş getiren hayvanların birkaç bölümlü bir midesi ve eksik dişleri olduğunu görerek, 'doğa bir yerden çıkardığını hiç şaşmadan öbür yere ekler' demekte ve geviş getirenlerin eksik dişlerini dengelemek için karmaşık bir mide yapılarına sahip olmaları gerektiğini ifade etmektedir.

Aristoteles, aynı zamanda, civciv ve diğer hayvanların embriyolojik dönemde aldığı organik şekillerin gelişimini de incelemiştir. Onun sınıflandırma sisteminde, bir hayvanın doğumundaki olgunluk derecesi, önemli bir kriterdi. Bu bağlamda Aristoteles, balinaların yavrularını canlı doğurmaları nedeniyle, onların yumurtlayan balıklardan çok, memelilere yakın olduğuna işaret etmiştir. Bu yönde diğer başka önemli ilişkilerden de sözetmektedir. Örneğin, 'yavrularını canlı doğuran dört ayaklı hayvanlar tüylü olurlar; yumurtlayan dört ayaklı hayvanlar ise pullarla örtülüdür' demektedir. Aristoteles'e göre erkek ve dişi, yavruya eşit oranda katkıda bulunuyorlar; maddeyi sağlayan dişi maddesel nedeni, erkek de formel nedeni oluşturuyordu. Kendisi, erkeğin marangoz, dişinin de tahta rolünü oynadığını ileri sürmekteydi.

Aristoteles'in görüşüne göre, çeşitli hayvan türleri, bitkilerden insana doğru, artan mükemmellikle uzanan, sürekli bir yaratıklar zinciri oluşturuyordu. Embiriyolojik kriterlere göre farklılık gösteren, on bir temel mükemmelik derecesi vardı. En yüksek hayvanlar sıcakkanlı ve yavrularını canlı doğuran, nemli yaratıklardı. Nemli ve sıcakkanlı olmayan diğer türler ise, köpek balığında olduğu gibi, dişinin içinde gelişen yumurtalarını dışarı bırakıyorlardı. Sıcakkanlı ve kuru hayvanlar, kuşlarda olduğu gibi, tamamlanmış yumurtalar çıkarıyorlardı. Buna karşılık, kurbağa gibi soğuk kanlı ve topraksı hayvanlar, 'tamamlanmamış' yumurta bırakıyorlardı. Böylece Aristoteles, doğumdaki olgunluk derecesine dayanan bir canlılar hiyerarşisi ortaya koymakta ve bunun, 'canlılara verilmiş potansiyel ile derecelendirildiğini' söylemekteydi. Bir derecenin en yüksek canlısı, bir üst derecenin en alçak canlısı ile doğrudan sınırlandırılmıştı; öyle ki, 'bunların sürekliliği aradaki sınırı belirsiz hale getiriyordu'.

Aristoteles, bir yaratığın yapı şeklinin, onun mükemmellik derecesini gösterdiğini, fakat onun nedenini oluşturmadığını söylemekteydi. Zira, bir organizmanın yapısı, onun alışkanlıkları ve fonksiyonlarınca belirleniyordu. Bitkiler, sadece büyüdüğü ve çoğaldığı için, yer değiştirebilen ve duyu yeteneğine de sahip olan hayvanlara göre, daha basit ve çeşitliliği az olan yapılara sahipti. Aristoteles'e göre bir organizmanın alışkanlıkları ve fonksiyonları, yapısı ve mükemmellik derecesi, ruhlarının niteliğine bağlıydı. Bitkilerde sadece büyüme ve çoğalmadan sorumlu olan bitkisel bir ruh vardı. Hayvanlar ise, buna ek olarak, hareket ve duyu yeteneklerini yöneten duyusal bir ruha sahipti. İnsan ise sadece bitkisel ve duyusal ruha değil, ayrıca, eski filozofların düşündüğünün tersine, beyin yerine kalpte barınan, akılcı bir ruha da sahipti.

Aristoteles, Grek bilim tarihinde bir dönüm noktasıdır. Çünkü o, dünyayı bütün olarak alan bir sistem formüle edenlerin sonuncusu ve yaygın ampirik sorgulamalara girişenlerin ilkidir. Daha önceki filozoflar, zayıf ampirik temeller üzerine büyük teorik yapılar dikmişlerdi. Aristoteles de bu eğilime, astronomi ile ilgili ilk eserlerinde katılmıştır. Kendisinin daha sonraki zoolojik eserleri, geniş ölçüde gözlemlere yer vermekte olup, taraftarlarının geliştirdiği, işte bu eğilimdir. Aristoteles, Platon'un Akademisine karşılık, Lyceum 'u kurdu ve burada kendisinden sonra yerine İ.S. 322'de Theophrastus, İ.Ö. 372-287, geçti. Theophrastus, hocasının biyolojik çalışmalarını, birçok bitki türünü tanımlayıp sınıflandırarak sürdürdü. Theophrastus tarafından bitkilere verilen isimlerin çoğu, örneğin meyva için *carpos* ve tohum kapsülü için *pericarpion* gibi, ilk kez onun kullandığı teknik terimler, modern botanikte hâlâ yaşamaktadır. Theophrastus, yüksek bitkilerin çoğalmasının seksüel karakterli olduğunun farkındaydı. Fakat bu bilgi, daha sonra gelen antik çağlarda kaybolmuştur.

Doğadaki amaç ve son nedenlerin araştırılmasına tepki gösteren Theophrastus, bilimin ilgi alanının, sadece etkin nedenlerin incelenmesi ve bulunması olduğunu öne sürmüştü. Ona göre bilim adamı, doğa olaylarını mekanik sanatlarda görülen olaylar cinsinden açıklamalıydı. Kendisi, 'biz, genel olarak zanaatları kaynak göstermeli ve doğal ile yapay olaylar arasında benzerlik kurmalıyız' demektedir. Böylece, Theophrastus'a göre şimşek olayını, taşların çarpışması sonucu ortaya çıkan kıvılcım benzetmesi ile açıklamalı ve Güneş doğar ve batarken ortaya çıkan kırmızılığın nedeni de, taze bir kütüğün yanarken çıkardığı kızıl ve dumanlı alevlerin nedenine benzemeliydi.

Theophrastus'tan sonra, İ.Ö. 287-269 arasında Lyceum'un müdürü, Lampsacuslu Strato idi. Strato'nun gözlemden deneye geçtiği anlaşılmaktadır. O, bir odun parçasını yakmadan önce ve sonra tartarak, odun kömürünün, odunla aynı hacimde olmasına rağmen, daha hafif olduğunu göstermişti. Kendisi bu hafifleşmeyi, odun yanarken, içinden bazı maddelerin küçük boş delikler bırakarak ayrılmış olduğu şeklinde açıklıyordu. Diğer bir deneyde de, havası kısmen boşaltılmış kapların su emdiğini göstererek, bunun, suyun hava tanecikleri arasındaki boşlukları doldurmasına bağlıyordu. Strato'ya göre cisimler, genel olarak, aralarında boşluklar bulunan küçük taneciklerden oluşuyordu. Dediğine göre, eğer böyle boşluklar olmasaydı, ne su ne de havanın içinden ışık geçebilecek, ne de cisimden cisime ısı akabilecekti.

Aristoteles'in *Meteoroloji* isimli eserinin IV. kitabını, Strato'nun yazdığı söylenir. Bu kitap, İskenderiyeli simyacılardan önce kimyaya eğilen tek eserdir. *Meteoroloji* bütün mineral maddelerin, dünyanın derinliklerinden yükselen iki nefesten türediğine ilişkin teoriye yer vermektedir. Bu nefeslerden biri dumanlı olup, sıcak ve kuru niteliklere, diğeri ise buharlı olup, soğuk ve nemli niteliklere sahipti. İki nefesin etkileşimi, tüm mineral çeşitlerini, birbirine karışmayan taşları, kırmızı boya maddelerini, kükürtü ve metalleri oluşturmuştu. Kükürt, daha çok dumanlı nefes, metaller ise daha çok buharlı nefes içermekteydi.

Strato'dan sonraki Atina'dan, geriye bilimsel değeri olan çok az eser kalmıştır. Grek biliminin ana merkezleri, sonradan başka yerlere ve özellikle İskenderiye'ye kaymıştır. Atom teorisi, Atina'da Sisamlı Epicurus, İ.Ö. 342-270, tarafından canlandırılmışsa da, kendisi bunu, özellikle din ile savaşmak için kullanmıştır. Onun düşüncesine göre, Ay'ın kendi ışığı ile mi, yoksa yansıyan ışık ile mi parladığı sorusu önemli değil, Ay'ın kutsal olmayıp, dünyasal olduğunun belirtilmesi önemliydi. Buna karşı, başta Zeno ve Assoslu Cleantes, İ.Ö. 300-225, olmak üzere Stoikler, Dünya üzerinde yaşayan insanların kaderlerini göklerin denetlediğine inanarak, gök cisimlerinin kutsal olduğu şeklindeki doktrini ısrarla savundular. Stoikler, insanın, tüm evrenin mikrokozmik bir kopyası olduğu görüşünü kabul ederek, hem büyük ve hem de küçük dünyaların tek bir mutlak gücün yönetimine bağlı olduklarını varsayıyorlardı. Onlar evrenin yönetici gücünün, Aristotelescilerin inandığı gibi Birincil Hareket Ettirici olmayıp, Güneş olduğunu kabul ediyorlardı. Zira Güneş, mikrokozmosun yönetici gücü olan kalbe eşdeğer bir makrokozmos organı idi. Kaynağı eski Mezopotamya despotluklarına dayanan böyle bir görüş, önce Grekler ve sonra Romalılar döneminde ortaya çıkan, yeni emperyalizm çağında, oldukça çekiciydi.

5. Bölüm

İskenderiye Döneminde Grek Bilimi

BÜYÜK İSKENDER'in fetihlerinden sonra, Grek biliminin ağırlık merkezi Atina'dan İskenderiye'ye kaydı. Stoikler ve Epikürcülerde gördüğümüz gibi, Atinalılar artık ya batıl inançlara veya çıkarcılığa meyletmekteydiler. Atinalılar, önce İ.Ö. 404'de İspartalılara ve İ.Ö. 338'de de Makedonyalı Philip'e yenildikten sonra eski canlılıklarını kaybettiler ve önceki başarılarını korumağa çalışmaktan başka bir şey yapamadılar. Büyük filozoflarının sonuncusu olan Aristoteles, bir Makedonyalı idi. Onun öğrencisi olan Büyük İskender, babası Philip'in fetihlerini sürdürdü. İ.Ö. 334'de İskender, Küçük Asya'ya geçti ve Persleri yendikten sonra Mısır'a girdi. Burada İ.Ö. 332'de İskenderiye şehrini kurdu. İskenderiye, Tyre ve Sidon gibi Fenike şehirlerinden buraya kayan ticaret sayesinde zenginleşti. Ertesi yıl İskender Mısır'dan yola çıktı ve Mezopotamya'dan başlayarak, İndüs ve Pencab'a kadar bütün Orta Asya'yı fethetmeğe girişti.

Bütün seferlerinde İskender, yanına mühendis, coğrafya ve ölçme uzmanları almıştı. Bunlarla ele geçirilen ülkelerin haritaları çıkarıldı, doğal kaynakları belirlendi, buralarda doğa tarihi ve cografyası bakımından yapılan gözlemlere ait geniş kayıtlar toplandı. Theophrastus, botanik ile ilgili çalışmalarında, bitkiler hakkında toplanan bu bilgilerden faydalanmıştır. Aristoteles'in öğrencisi Dicaearchus, İ.Ö. ~ 355-285, ise, bilinen dünyanın haritasını yaparken gene bunlardan yararlandı. Dicaearchus, harita ortasında Cibralta boğazından başlayarak Toros ve Himalaya sıradağlarından geçen ve Pasifik Okyanusu'na kadar uzanan bir enlem çizgisi çizen ilk kişidir. Böylece, İskender orduları tarafından toplanan bu bilgiler, Aristoteles'in yaşam süresinde Grek biliminin spekülatiften ampirik döneme geçişi için, bir aracı ve belki de bir teşvik unsuru olmuştur. Sonradan, Fransız biliminde de Napolyon'un fetihleri dolayısıyla teoriden pratiğe doğru benzer bir yöneliş olduğu görülecektir.

Grekler Mezopotamya'yı ele geçirince, Babil astronomi ve matematiğinin inceliklerini öğrendiler. Bunun üzerine Grekler de altmış tabanlı sayı sistemini benimsediler. Fakat sayıları harflerle gösterdiklerinden, Babillilerin keşfettikleri *hane değeri* kavramını kaybettiler. Mezopotamya cebirini de alan Grekler, ikinci derece denklemlerini açıkça Babil metodlarıyla çözüyorlar ve denklemi bizim gibi karenin katsayısı ile bölmek yerine onunla çarpıyorlardı. Aynı zamanda Grekler, yeniden Babil kaynaklı bir astroloji dalgasının etkisinde kaldılar. Bunun, İnsan Kaderinin yıldızlar tarafından belirlendiği şeklinde bir ifadesi, Stoik felsefede yerini almıştır. Stoik felsefeyi, Romalılara sempatik yapan faktörlerden biri de budur. Çünkü onlar, Babil astrolojisini ve *karaciğere bakarak kehanette bulunmayı* Küçük Asya'dan gelen Etrüskler aracılığıyla tanımışlardı. Gök cisimlerinin Dünya'dan itibaren doğru olarak sıralanmasına dair bilgiler gene Babillilerden alınmıştı. Eski Grekler, uzaklık bakımından Güneş'in Ay'dan hemen sonra ve gezegenlerin de onun ardından geldiğini düşünüyorlardı. Daha sonraki Grekler ise, Ay'dan sonra Merkür, sonra Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter, Satürn ve nihayet sabit yıldızların geldiğini öğrenmişlerdi. Cicero'nun anlattığına göre, Babilli Diogenes, İ.Ö. ~ 160'de, Mezopotamya'dan getirdiği bu ikinci sıralamayı öğretmekteydi. Belki de, Hipparchus, İ.Ö. 190-120, daha önce Babilli Kidenas, İ.Ö. ~ 340, tarafından keşfedilen ekinoksların presesyonunu ölçmek için, gene Babil gözlemlerinden yararlanmıştı.

Büyük İskender'in İ.Ö. 323'de ölümü üzerine, kurduğu imparatorluk parçalandı. Mısır'a, generallerinden kendisi gibi Aristoteles'in öğrencilerinden biri olan Ptolemy el koydu. Ptolemy, daha sonra Lyceum'un başına geçecek olan Strato'yu oğluna özel öğretmen olarak atadı ve Lyceum modeline göre çalışan fakat ondan çok daha geniş bir araştırma ve öğretim kurumu olan İskenderiye Müzesi'ni kurdu. Müze'de maaşları devlet tarafından ödenen yüz kadar profesör görevlendirilmişti. Burada yarım milyon ruloya sahip bir kütüphane, hayvanat ve bitki bahçeleri, bir astronomi gözlemevi ve teşrih odaları bulunmaktaydı. Müze altı yüzyıl kadar yaşadıysa da, bunun ilk iki yüzyılı bilim açısından en önemli kısmıydı. Ptolemy soyu zamanla Mısırlılaşırken, bilime gittikçe daha az önem verildi ve hatta VII Ptolemy, İ.Ö. 146-117, İskenderiye'deki Grek unsurlara baskı uygulayacak kadar ileri gitti. Antik devrin en büyük astronomu olarak tanınan Nicaealı Hipparchus, bu

devrede Rodos'ta çalışmaktaydı. Diğer bir merkez, Galen'in de yetiştiği Bergama idi. Burada yazılı eserler için, Ptolemy'nin papirüs ihracını yasaklamasından sonra, hayvan derisi ve parşömen geliştirildi. Sonuncu önemli merkez de, Archimedes'in yaşadığı ve çalıştığı Siraküza kenti idi.

Grek bilimindeki yeni ampirik ve deneysel eğilimin bir işareti olarak, İskenderiye'de ortaya çıkan, okumuş mühendisler dikkati çeker. Daha önceki Grek mühendisleri yüksek bir mesleki beceri kazanmışlarsa da, yazılı bir eser bırakmamışlardı. Pythagoras zamanında, Megaralı mühendis Eupalinus, Samos tiranı Polycrates için bir yeraltı su tüneli açmış ve her iki taraftan birden başladığı bu eseri, ortada sadece 60 cm. civarında bir hata ile bitirmişti. Bu işlem için gereken geometrik inşaat, Pythagoras zamanında bilinse de, ancak İskenderiyeli Hero, İ.S. ~ 100, adındaki mühendis tarafından betimlenmiştir. İskenderiyeli mühendislik okulunun, İskenderiyeli bir berberin oğlu olan Ctesibus, İ.Ö. 285-222, tarafından kurulduğu söylenir. Eserlerinin tümü, kendisinden daha genç bir çağdaşı olan Bizanslı Philo tarafından kaydedilmiş ise de, bunlar zamanla yok olmuştur. Kendisinin basma tulumbayı icad ettiği, bir su orgu ve mekanik etkili bir su saati inşa ettiği söylenmektedir. Ctesibus ve Philo, kuşatma katapultlarında neme duyarlı olan, bükülmüş halat veya deri kayışlar yerine, sıkıştırılmış hava veya metal yayın elastik kuvvetinin kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdi. Bununla birlikte, yapılan deneyler bu fikirlerin işe yaramadığını göstermişti. İ.Ö. 100 ile İ.S. 150 arasında yaşayan Philo ve Hero'nun eserleri, askeri mühendislik, bilimsel aletler ve mekanik oyuncaklar gibi üç ana konu ile ilgilidir. Bu kişiler, yüzey ölçmeleri dışında inşaat mühendisliği veya güç kullanımı ile ilgili problemlerle ciddi olarak ilgilenmemişlerdir. Belirttikleri aletler, gece süresince zaman ölçmek için kullanılan su saati, yüzey ölçümünde kullanılan ve teodolitin öncüsü olan Dioptra ile, uzaklık ölçen hodometredir.

Bu devirde, mühendislik ile bilimi birleştiren Grekler de vardı. Bunların en ünlüsü, Siraküzah Archimedes'tir, İ.Ö. 287-212. Archimedes, İskenderiye'yi ziyaret etmiş ve bu sırada, suyu yükseltmek için Mısır'da hala kullanılan Archimedes vidasını icat etmiştir. Kendisi her halde becerikli bir teknisyen olmalıdır, zira Cicero'ya göre, bir planetarium yaparak Güneş'in, Ay'ın, Dünya'nın ve gezegenlerin görünen hareketlerini ayrıntıları ile, hatta

tutulmalarla birlikte, göstermiştir. Archimedes, astronomik çalışmalar için, haç çubuğu denilen aleti geliştirdiği gibi, Güneş'in Dünya'dan görünen açısal çapını ölçmek için de bir alet yapmıştır. Bu alet, bir ölçü çubuğu üzerinde kayan ve ona dik olan bir diskten oluşmaktaydı. Şafak vakti, Güneş'e çıplak gözle bakılabilirken, disk, çubuk üzerinde tam Güneş dairesini örtecek şekilde kaydırılıyordu. Diskin çapı ile, onun çubuk üzerinde göze olan mesafesi arasındaki bağıntı, Güneş'in oluşturduğu açıyı veriyordu. Archimedes'in bağıl yoğunlukluklar ve sıvıların kaldırma prensibini keşfetmesi, onun araştırmalarının pratik doğasının diğer bir göstergesidir. Rivayete göre, kendisi Kral Hiero'nun tacının, aynı ağırlıktaki altından daha fazla su taşırdığını bulmuş ve bununla kuyumcunun taca daha az yoğun olan bir metal katarak hile yaptığını göstermiştir. Archimedes zamanına kadar, Grekler bir cismin ağırlığını onun hacmiyle orantılı olarak almaktaydılar. O bunun doğru olmadığını ve bazı cisimlerin diğerlerinden daha yoğun olduğunu göstermiştir.

Archimedes, çalışmalarında bilimsel bilgiyi, Euclid'in geometrisinde olduğu gibi, apaçık önerilerden hareketle, tümdengelimsel bir teoremler sistemi olarak sunmuştur. Bununla birlikte, sonuçlarını önce deneysel olarak bulmuş ve sonradan onları postüle edilmiş aksiyomlardan çıkarmış olabilir. Zira, *Metod Üzerine* adlı eserinde bize, alan ve hacimler üzerine olan çalışmalarında düşünsel deneyler yaptığını söylemektedir. Düzlemsel şekillerin alanlarını, hayalinde onların şekillerini düzgün malzemeden kesip, tartarak ölçmekteydi. Böylece, aradaki bağıntılar hakkında fikir sahibi olduktan sonra bunları matematiksel olarak ispatlamağa girişiyordu. Geometride de, bir dairede çevrenin çapa oranını ifade eden π sayısını bulmak için bir yöntem bulmuştu. Düzgün bir çokgenin çevresinin, bir köşeyle merkez arasındaki mesafeye oranı kolayca bulunabildiğinden, verilen bir dairenin içine ve dışına çizilen bu tür poligonlar yardımı ile, π sayısının istendiği kadar yakınlıkla hesaplanabileceğini göstermişti.

İskenderiye'de geometri, antik devrin tanınmış matematikçisi olan Atinalı Euclid, İ.Ö. ~ 330-260, tarafından sistemleştirilmiştir. Onun, *Geometrinin Elemanları* isimli eserinin pek az kısmının orijinal olduğu anlaşılmaktadır. Fakat Euclid, pek dağınık kaynaklardan derlediği öneri ve ispatları, düzgün olarak ve bir ders kitabı şeklinde toplamıştır. Halbuki, İskenderiye'nin ünlü astronomlarının ilki olan Sisamlı Aristarchus, İ.Ö. ~ 310-

230, belki de İskenderiye devrinin en orijinal bilimsel hipotezini ortaya koymuştur. Archimedes'e göre o, Dünya'nın ekseni etrafında günlük dönmesini yaparken, bir yandan da Güneş etrafında dairesel bir yörüngede, yılda bir kere dönmekte olduğunu ve bu esnada Güneş ve sabit yıldızların durduğunu ve gezegenlerin de Güneş etrafında dairesel yörüngelerde dolandığı görüşünü ileri sürmüştü. Eğer bunlar kaydedilmişlerse bile, Aristarchus'un bu teoriyi içeren eserlerinin korunamadığı anlaşılıyor. Bununla birlikte, bu teorinin o zamanlar iyi bilindiği anlaşılmaktadır. Çünkü, Plutarch'a göre, Stoik felsefe okulunun başı olan Cleanthes, Aristarchus'un dinsizlik suçundan mahkum edilmesi gerektiğini söylemiştir. Aristarchus'un *Güneşin ve Ayın Büyüklükleri ve Uzaklıkları* adlı eseri, bize kadar ulaşmıştır. Bu eser, Güneş ve Ay'ın Dünya'dan bağıl uzaklıklarını ölçmek için ortaya konan ilk bilimsel girişimi içerir. Aristarchus, yarım Ay evresinde, Güneş, Ay ve Dünya'nın, bir dik üçgen oluşturduklarını, Güneş ve Ay'ın bağıl uzaklıklarının, Güneş ve Ay arasındaki Dünya'dan ölçülen açı ile bulunabileceğini varsayıyordu. Kendisi. bu açıyı seksen yedi derece olarak ölçmüştür. Buna göre, Güneş'in Dünya'ya, Ay'dan ondokuz kez daha uzak olduğunu belirlemiştir. Aslında bu açı ve dolayısıyla uzaklıkların oranı daha büyüktür. Ortalama olarak, bir Güneş tutulması esnasında, Ay, Güneş'i tamamen kapayabildiğinden, Güneş'in çapının Ay'ınkinin on dokuz katı olduğunu da ileri sürmüştür. Ay tutulmalarından, Dünya'nın gölgesinin genişliğini tahmin etmiş ve Dünya'nın çapının yaklaşık üç Ay çapına eşit olduğunu da çıkarmıştır. Buradan da, Güneş'in çapının Dünya'nınkinin altı veya yedi katı olduğunu iddia etmiştir.

Güneş ve Ay'ın boyutlarının ve Dünya'dan uzaklıklarının mutlak değerlerini bulmak için, Dünya'nın büyüklüğünün ölçülmesi gereklidir. Böyle bir ölçüm, ilk kez İskenderiye Müzesi kütüphanesi müdürü olan Cyreneli Eratosthenes, İ.Ö. 284-192, tarafından gerçekleştirilmiştir. Kendisi, yazın en uzun gününde Syene'de Güneş'in tam tepede olduğunu, halbuki İskenderiye'de düşeyle yedi derecelik bir açı yaptığını farketmişti. Bunu, belirli boyda bir çubuğun gölgesinin uzunluğunun ölçülmünden kestirmekteydi. Eratosthenes, İskenderiye'nin, Syene'den 5000 stade kuzeyde olduğunu tahmin ediyor ve buradan da Dünya'nın çevresini 250.000 stade olarak buluyordu. Stadenin ne kadar olduğu hakkında çeşitli rivayetler olmakla birlikte, eğer onda bir mil kadar alınırsa, kendisinin bulduğu, Dünya'nın kutupsal çapı, modern ölçümlerin verdiğinden sadece elli mil kadar kısadır.

Eratosthenes, aynı zamanda matematiksel ve astronomik coğrafyayı da kurmuştur. O, kendinden önce gelen ve iki kutup ve bir ekvatora sahip, küresel bir Dünya kavramını benimseyen kişilerin çalışmalarını toplamış ve bilinen Dünya'nın bir haritasını yapmıştır. Bu haritada, enlem ve boylam çizgilerini çizerek, bunu, ikisi soğuk, ikisi ılık ve bir de çöl karakterli beş bölgeye ayırmıştır. Temel boylam meridyeni olarak, İskenderiye ve Syene'den geçen meridyeni almış ve bunun Bizans'tan da geçeceğini kabul etmiştir. Temel enlem paraleli olarak da, Cibralta boğazından ve Rodos açıklarından geçen, 36° çizgisini almıştır. O, bu paralel boyunca, Atlantikten Pasifiğe kadar, karaların 78.000 stade kadar uzandığını ve kalan kısmın da deniz olduğunu düşünüyordu. Strabo'ya göre, Eratosthenes, 'okyanusun büyüklüğü olmasa, gemiyle İspanya'dan Hindistan'a kadar, aynı paralel boyunca gitmenin mümkün olduğunu', çünkü Atlantik ve Hint okyanusundaki gelgit olaylarının benzerliğinin, bunların birbirine bağlı olduğunu gösterdiğini, düşünmekteydi.

Aristarchus tarafından teklif edilen Güneş merkezli evren sistemi, daha önce sözünü ettiğimiz Eudoxus sisteminin içinde var olan güçlükleri ortadan kaldırmağa yönelik bir girişimdi. Ama Aristarchus'un görüşleri kabul görmedi, zira Grekler genellikle Dünya'nın ve gök cisimlerinin maddi yapıları ile uydukları yasaların birbirinden tamamen farklı olduğu şeklindeki kavramlardan kendilerini kurtarmakta güçlük çekiyorlardı. Bu kavramlar, aşağı olan Dünya'nın, evrenin merkezinde hareketsiz durduğu, daha mükemmel olan gök cisimlerinin ise, yukardaki daha saf bölgede, daireler üzerinde düzgün hareket ettiği görüşüne dayanmaktaydı. Grekler tarafından Eudoxus sisteminin bu güçlüklerini yenmek için Aristarchus'dan sonra yapılan bütün çalışmalarda bu görüşler değişmeden kalmıştır. Pergeli Apollonius, İ.Ö. ~ 220, geometrik bir konstrüksiyon yardımı ile gezegenlerin Dünya'dan uzaklıklarının değişimini açıklamağa çalışmıştı. Kendisi göstermişti ki, bir gezegen episikl denilen bir daire üzerinde giderken, bunun merkezi, deferent denilen ve Dünya merkezli olan başka bir daire üzerinde yürüyorsa, gezegenin Dünya'ya uzaklığı değişecek ve dairelerin uygun seçilmesiyle gezegenin hareketi nicelikce de uygun bir şekilde belirlenebilecekti. Teklif edilen diğer bir araç da, gezegenlerin Dünya'ya göre eksantrik olan, yani merkezleri Dünya'dan belirli mesafelerde yer alan daireler üzerinde hareket etmesiydi.

Bu episikl ve eksantrik daire metodlarının her ikisi de, Rodos'ta yaşayan ve araştırmalarını sürdüren astronom, Niceali Hipparchus, İ.Ö. 190-120, tarafından kullanılmıştı. O, Güneş'in görünen hareketlerini, Dünya'ya göre eksantrik sabit bir dairesel yörünge ile, Ay'ın hareketlerini ise, hareketli bir eksantrik yörünge ile açıklamakta idi. Gezegenlerin hareketleri de bir episikl'ler sistemi ile gösterilebiliyordu. Hipparchus'un en önemli katkısı, gözlemsel astronomi alanında olmuştur. O, daha önceki Grek gözlemcilerin ve güvenilirliği İ.Ö. 7. yüzyıla kadar geriye uzanan, Babilli gözlemcilerin tuttukları kayıtları toplamış ve karşılaştırmıştır. Bununla, Güneş'in aynı günberi noktasına (equinox) dönmesi için geçen süre olarak tanımlanan tropik yılın, Güneş'in sabit yıldızlar arasındaki ayni konuma dönmesi için geçen süre olarak tanımlanan sideral yıldan farklı olduğunu bulmuştu Aradaki, ekinoksların presesyonu olarak bilinen farkı, bir yılda otuz altı yay saniyesi olarak tahmin etmişti ki, bunun modern değeri elli saniyedir. Hipparchus, bu özellikteki gözlemler için, gelecekteki gözlemcilerin bir yıldız kataloguna ihtiyaçları olacağını düşündü. Bu nedenle, yaklaşık 1080 yıldızın yerlerini belirleyerek, bunları altı parlaklık sınıfına ayırdı. Hipparchus, bunun yanında, Aristarchus'un Güneş ve Ay'ın büyüklükleri üzerine yaptığı çalışmaları da sürdürdü. Ay'ın iki ayrı enlemde ölçülen yüksekliğini gözleyerek, bunun otuz altı Dünya çapı kadar uzakta olduğunu belirledi. Bu, gerçek değerden biraz büyük olmakla birlikte, Aristarchus'un Dünya'daki bir gözlemciye göre Ay'ın oluşturduğu açı yardımı ile bulduğu, dokuz Dünya çapı değerine nazaran büyük bir iyileştirme ifade ediyordu.

Hipparchus'un çalışmaları, Rodos'ta Apameali Posidonius, İ.Ö. ~ 100, ve onun öğrencisi Rodoslu Geminus, İ.Ö. ~ 70, tarafından da sürdürüldü. Posidonius. Dünya'nın büyüklüğü konusunda yeni bir belirlemeyi, Rodos ve İskenderiye arasındaki uzaklığı ve bunların enlem farkını ölçerek gerçekleştirdi. Bulduğu değer 180.000 stade olup, bu Eratosthenes'in değerinden küçüktü. Fakat bu değer, antik çağın son önemli astronomu olan Ptolemy tarafından benimsendiğinden, genellikle kabul edilen bir değer haline geldi. Cladius Ptolemy, İ.S. 85-165, İskenderiye'de İ.S. 127 ile 151 arasında gözlem yaptı. Onun, bir derecenin dörtte biri kadar olan gözlem hatalarının, Hipparchus'un bir derecenin altıda birinden daha az hatalı olan değerlerine göre daha kaba olduğu söylenir. Fakat, Ay'ın Dünya'dan ortalama uzaklığı için yaptığı (29,5 Dünya çapı) belirleme, modern değere (30,2) Hipparchus'unkinden daha

yakındı. Ptolemy, Hipparchus'un gökcisimlerinin görünen hareketlerini açıklamak için kullandığı eksantrikler ve episikl'ler sistemini benimseyerek onları daha da geliştirdi. Artık, gökte bilinen periyodik hareketlerin sayısı çok olduğu için, bunları açıklamak amacı ile seksen kadar çember kullanılıyordu. Ptolemy'nin yaptığı bir buluş, bu sistemin fiziksel bir gerçeklik taşıyamayacağını gösteriyordu. Kendisi de bu şemaya matematiksel bir kolaylık aracı olarak bakıyordu. O, Ay'ın hareketinde ikinci bir eşitsizlik bulmuş ve bunu, ayın yörüngesine bir episikl koyarak dikkate almıştı. Bu episikl, Ay'ı Dünya'dan 1/2 oranında uzaklaştırıyordu. Bu ise, ayın görünen alanının 1/4 oranında değişmesi anlamına gelecekti ki, bu da gözlemlere uymamaktaydı.

Ptolemy, antik dünyanın coğrafya alanındaki son önemli çalışmasını da gerçekleştirmiştir. Hipparchus, önemli şehirlerin ve kıyı noktalarının enlem ve boylamlarının belirlenerek, harita yapımında kullanılmak üzere toplanmasını önermişti. Böyle bir proje, kısmen de olsa, Tyreli Marinus, İ.S. ~ 150, tarafından gerçekleştirilmiştir. Ptolemy, bu çalışmayı ele alarak onu tamamladı. Ptolemy'nin coğrafya konusundaki çalışmalarını kapsayan sekiz kitabının altısı, yer isimleri ile, bunların enlem ve boylamlarının listelerini içerir. Bununla birlikte, ekseri konumların, onun temel meridyen ve paralelinden itibaren ölçülen, tahmini uzaklıkların derece cinsinden karşıtı olduğu görülmektedir. Çünkü, boylamların hiçbiri astronomik olarak belirlenmemiş olup, sadece bazı enlemler bu şekilde saptanmıştı. Ptolemy, Dünya çevresi için Posidonius tarafından belirlenen ve daha küçük olan değeri benimsediğinden, onun, kara içlerine doğru olan bütün değerleri derece cinsinden mübalağalı idi. Çünkü o, bir derece için beş yüz yerine altı yüz stade almaktaydı. Bu sebeple, Avrupa'dan Asya'ya, Atlantik aşırı okyanus uzaklığı, Eratosthenes'in tahmininden çok daha kısa görülüyordu. Bu nedenledir ki, Columbus, Asya'ya Batıdan ulaşmağa teşebbüs etmiştir. Ptolemy, Dünya hakkında kendinden önce gelenlerden çok daha fazla bilgi sahibi idi. Eratosthenes'in haritası ancak Ganj'a kadar doğuya uzanırken, Ptolemy, Malaya yarımadasına ve ipek ülkelerme veya Çin'e kadar bilgi sahibi idi.

İskenderiye'de, biyolojik bilimler de, fiziksel ve matematiksel bilimlere paralel olarak gelişme şansı buldu. Tıp ve biyoloji alanında, önce İ.Ö. 3. yüzyılda ilk Ptolomyler zamanında ve sonra da İ.S. 2. yüzyılda Romalılar devrinde bir faaliyet patlaması oldu. Aradaki dönemde ise, biyoloji başka

yerlerde gelişti. İskenderiye'deki en eski tıp hocası olan Chalcedonlu[2] Herophilus, İ.S. ~ 300, gizlenmeden yapılan ilk anatomik teşrihi gerçekleştirdi. Yine o, Aristoteles'in kalbe yerleştirdiği aklın yerinin, beyinde bulunduğunu belirlediği gibi, sinirleri de, hareket ve duyu fonksiyonları ile ilişkilendirmişti. Herophilus, atar ve toplar damarları birbirinden ayırdederek, ilkinde vurma olduğunu ve ikincisinde bunun bulunmadığını da fark etti. Onun daha genç bir çağdaşı olan, Sakız Adalı Erasistratus, İ.Ö. 300-260, atar ve toplar damarların uzantılarını ve dallanmalarını, çıplak gözün izin verdiği sınırlar içinde inceledi. O, bu çalışmaları, merkezini beyin olarak belirlediği sinirlere de genişlettiği gibi, beyindeki kıvrımların karmaşıklığını da, insan aklının üstünlüğü ile ilişkilendirdi. Erasistratus da, hocası Lyceum mensubu Strato gibi, bir deneyciydi. Kendisi, kafesteki bir kuşu tartarak, onun beslenmeler arasında sürekli olarak ağırlık kaybettiğini belirledi. Hocası tarafından incelenen pnömatik problemlere ilgi duydu. Fizyoloji çalışmalarında, havanın oynadığı role büyük önem verdi. Strato, kısmi bir hava boşluğunun sıvılar üzerine ve tersine olarak da, sıvıların hava üzerine nasıl bir çekme etkisi yaptığını incelemişti. Erasistratus, benzer şekilde, havanın beden içine aşağıya doğru ilerleyen kan tarafından çekildiğini ve onun tekrar yükselmesiyle dışarı atıldığını düşünüyordu. Atardamarları dolduran şeyin normalde hava olduğunu, fakat ölü hayvanlarda damarların boş olduğu görüldüğünden, bunun daha ziyade, dirimsel ruha (vital spirit) dönüşmüş hava olduğunu kabul ediyordu. Canlı bir hayvanda bir atardamar kesildiğinde, havanın kaçması üzerine kanın bunu izleyerek akacağını düşünüyordu. Hava bedene girince, ciğerler yoluyla kalbe çekiliyor ve burada da dirimsel ruha dönüştürülüyordu. Dirimsel ruh, atardamarlarla bütün vücuda iletilirken, küçük bir miktarı da beyne gidiyor ve burada diriksel ruha[3] dönüşerek, sinirler vasıtasiyle dağıtılıyordu.

İskenderiye okulu, İ.Ö. 2. yüzyılda gerileme içine girerken, tıp kendisine başka yerlerde, özellikle Küçük Asya yarımadasında yeni bir ortam buldu. Örneğin, Pontus kralının doktoru olan Crateuas, İ.Ö. 120-63, tıpta kullanılan bitkileri toplayarak bunları tanımladı. Kendisi, biriktirdiği bitkileri sınıflayarak, bunların resimlerini veren ilk kişidir. Yine bu zamanlarda, Citiumlu Apollonius, İ.Ö. ~ 100, cerrahi ameliyatların ve bandaj yöntemlerinin resimlerini çizdi. Daha sonra da, imparator Neron'un ordusunda bir askerî hekim olan Anazarbalı Dioscorides, İ.S. ~ 50, ilaçlar ile bunların elde edildiği bitkiler hakkında yazdığı, *Materia Medica* adlı eserini, Crateuas tarzında resimlemiştir.

---

[2] Eski Kadıköy, (Ç.N.).

[3] veya cansal ruh = animal spirit, (Ç.N.).

Antik zamanların son dikkate değer tıp yazarı, Bergamalı bir mimarın oğlu olan Galen'dir, İ.S. 129-199. Bergama'da parşömen üzerine elyazısı eserlerden oluşan büyük bir kütüphane oluşmuş ve burası önemli bir öğrenim merkezi haline gelmişti. Galen burada tıp öğrenimi gördükten sonra, İskenderiye ve diğer tıp merkezlerini de ziyaret etti. En sonunda Roma'da yerleşti ve burada, Marcus Aurelius ve L. Verus gibi imparatorların hekimi oldu. Galen, ölü ve canlı hayvanları teşrih ederek incelediyse de, insan vücudunu açmadı. Böylece, atardamarlarda dolaşan akışkanın ne olduğu anlamak için onu izole etmek amacıyla, canlı bir hayvanda bir damarın bir kısmını bağladıktan sonra onu açtığında, içinde hava değil kan bulunduğunu ve Erasistratus'un yanılmış olduğunu gösterdi. Galen'in anatomi çalışmaları, insana anatomik olarak benzeyen, fakat daha sonraki öğrencileri şaşırtmağa yetecek kadar da farklı olan, Kuzey Afrika maymunu üzerinde yaptığı teşrihlere dayanıyordu. İnsanın fizyoloji sistemi üzerindeki görüşleri, Erasistratus'un daha önce önerdiklerini esas alıyordu. Kendisi de buna, Hippokrat'ın *dört özsu doktrinini* ve insanın doğası hakkındaki Aristoteles'in görüşlerini eklemiştir.

Aristoteles, dünyasal yaratıkları üç tipe ayırmıştı: Bunlar, bir bitkisel ruh sayesinde gelişme gösteren bitkiler, bir duyarlı ruh sayesinde hareket eden hayvanlar ve bir ussal ruh sayesinde akıl sahibi olan insanlardı. İnsan her üç ruha da sahipken, hayvanlar ilk ikisine ve bitkiler de sadece bitkisel ruha sahip bulunuyorlardı. Galen, bu üç canlı etkinlik düzeyinin, belirli iç organlarda yer aldığını ve bunların aralarındaki bağlantıyı, havanın ruhu veya *pneuma* denilen ortak bir dirimsellik kaynağının sağladığını ileri sürmüştü. O zamanlar başat olan Stoik felsefe okulu, havanın, evrenin nefesi veya ruhu olduğunu ve onun küçük bir evren olan insanın hayatını sürdürmesine yaradığını kabul ediyordu. Nefes almak, havanın ruhsal kısmını ve yarı hava, yarı ateş olan pneumanın alınmasını sağlıyarak, insanı kozmik ruhla birleştiren ve canlı faaliyetlerini yenileyen bir fonksiyona sahipti.

Galen, insanın üç dirimsel etkinliğinin yerlerini, sindirim, solunum ve sinir sistemlerine oturtmaktaydı. Ona göre, sindirilen yiyecekler bir 'bulamaç' şeklinde, sindirim sisteminden kapı toplardamarı (portal vein) ile karaciğere gitmekte ve orada siyah toplardamar kanı haline gelmekteydi. Besinlerin faydasız kısmı ise, dalağa giderek orada siyah safraya dönüşmekteydi. Karaciğer, bitkisel ruhun bulunduğu yerdi. Beslenmeyi ve bedenin büyümesini

yöneten doğal ruh, burada hazırlanmakta ve toplardamarlara sokulmakta idi. Toplardamar içindeki kan, karaciğerden onu hareket ettiren doğal ruh aracılığı ile, geniş ölçüde tek yönlü bir akışla kalbin sağ odacığına taşınıyordu. Galen, kapakçıkların kanın toplardamarlardan kalbin sağ odacığına girmesine müsaade ederken, geri dönmesini engellediğini ve sol odacıktan atardamarlara akarken geri dönmemesini sağladığını biliyordu. Fakat, kalbin kapaklarının kusurlu olup, bir miktar siyah kanın sağ odacıktan toplardamarlara ve atardamarlardan da biraz kanın sol odacığa geri aktığını sanıyordu. Eserinin genellikle yorumlandığının aksine, Galen, atar ve toplardamarlarda kanın büyük ölçüde çekilme ve akma yaptığını ileri sürmemişti. Toplardamarlara geri giden az miktardaki kandan ayrı olarak, kalbin sağ odacığındaki kan, ya kalbin orta duvarından, yani septum'dan sol odacığa veya, akciğer atardamarından ciğerlere gitmekte idi. Kalbin sol odacığında, toplardamarlardaki kan içindeki atık maddeler, ayrılmakta ve akciğer atardamarı ile ciğerlere atılmakta idi. Aynı yolla, hava ciğerlerden sol odacığa getirilmekte, burada havanın *pneuması* ayrılmakta ve dirimsel ruh (vital spirit) olarak kana katılmakta idi. Böylece hazırlanan açık kırmızı renkteki atardamar kanı, onu yürüten dirimsel ruh tarafından atardamarlar içine ve oradan da vücudun bütün kısımlarına götürülüyordu. Bu kısımlar da böylece, kendi canlılık etkinlikleri için hazır duruma geliyordu. Bazı atardamarlar, beynin alt tarafında bir damar ağına, *rete mirableye*, varmakta ve dirimsel ruh burada diriksel ruha dönüşmekte idi. Bundan sonra, diriksel ruh, ortası boş tüpler olarak düşünülen sinirlerle vücudun çeşitli yerlerine dağıtılmakta ve oralara duyarlılık vermekte idi.

Teknik olarak, Galen'in sistemi birçok yerinden hatalıydı. Ona göre, nefes alıp vermekten kalb sorumlu idi; kalp atışı nefes alıp vermeden daha hızlı oluyorsa da, kalp genişlediği zaman havanın içeri çekildiği ve büzüldüğü zamanda da dışarı atıldığı düşünülüyordu. Kalbin ortasındaki ayırıcı duvar, Galen'in on altıncı yüzyılda yaşayan eleştirmeni Vesalius'un belirttiği gibi, kanın geçmesine imkan vermeyen bütün bir kas parçasıdır. Ayrıca, Galen'in incelediği geviş getirenlerde önemli olsa da, insanda, *rete mirabilis* de bulunmamaktadır. Entellektüel açıdan, Galen de, Dünya'daki hareketlerin doğrusal olduğu, dairesel hareketlerin ise gök cisimlerinin ayrıcalığı olduğu konusundaki Greklerde hakim olan önyargıya sahipti. Kan dolaşımı fikri, böyle bir düşünce nedeniyle olduğu kadar, farklı görevlerle, farklı sürücü ve dağıtım sistemine sahip, iki ayrı kan cinsi olduğu düşüncesi yüzünden de engelleniyordu.

Galen'in teorileri, modern devirlere kadar tıpta ağırlığını koruyarak, çok etkili olmuştur. Onun, diğer tüm antik yazarlarınkinden daha fazla sayıda eseri korunmuştur: yüz otuz bir tıbbi yazısından, seksenüç tanesi günümüze kadar ulaşmıştır. Eserlerinin popüler olmasının nedeni, kısmen bunların faydalı ve hatta çağdaşları olan Ptolemy'nin coğrafi ve astronomik eserlerinden çok daha yararlı olduğunun hissedilmesinden ve kısmen de, bunların İslam ve Ortaçağ kilisesinin bilginlerince de kabul gören, belirgin bir dinsel duygu ile yaygınlaştırılmalarında aranabilir. Platon ve Aristoteles gibi Galen de, nesnelerin ve organizmaların kozmik amaçlarla olan ilişkisine ilgi duyuyordu. Bununla birlikte, onun dinsel inançları, dönemin ruhuna uygun olarak, Atinalılarınkinden daha mistik ve daha az entellektüel idi.

6. Bölüm

Roma ve Eski Bilimin Gerilemesi

ROMALILAR da uygarlığa Grekler gibi, Demir Çağı'nda ve doğrudan doğruya barbarlıktan girdiler. Fakat onlar, Tunç Çağı geleneklerinden Grekler gibi tümüyle ayrılamadılar. İ.Ö. 510'da Tarquinleri kovan Romalılar, Etrüsklerin anayurtları olan Küçük Asya'dan getirdikleri astroloji ve karaciğer kehaneti sistemlerini devraldılar. Ayrıca Romalılar, Grekler gibi deniz kıyısında bir kent devletleri uygarlığı geliştirmediler. Roma da, Grek devletlerinin kültür bakımından en gerisinde kalan Isparta gibi, bir savaşçı tarımcı toplumu idi. Ticaret, Roma senatörlerine yasaktı. Tüccarlar da, toplum değerlerine bağlı kaldıklarından, tarımsal toprak sahibi olmayı düşlüyorlardı. Bu nedenlerle, Romalılar her şeyden önce, tüccar gezgin toplumların niceliksel ve coğrafi düşünce yeteneğinden yoksundu. Bu onları en çok matematiksel bilimlerde zayıf bırakıyordu. Roma medeniyeti tam olarak olgunlaştığında, Cicero, İ.Ö. 106-43, şöyle söylemekteydi: 'Grek matematikçileri pür geometri alanında önder oldukları halde, biz saymak ve ölçmek ile sınırlıyız.'

Romalıların bilime büyük bir katkıları olmadı. Onların katkısı başka alanda, yani organizasyonda halk için sağlık servisinde, yolların ve su kemerlerinin yapımında, Jülyen takviminin kullanıma sokulmasında ve organizasyonlarının yönetimi için Roma yasalarının formüle edilmesinde görüldü. Romalılar eski tarihlerden itibaren Sicilya ve güney İtalya Grekleri ile temasda idiler. İ.Ö. 2. yüzyılda, dağılan Büyük İskender imparatorluğundan ortaya çıkan hanedanlara boyun eğdirmeleri sırada, Grek kültürünün yüksekliğinin gittikçe daha çok farkına vardılar. Bu arada, sansürcü Cato, İ.Ö. 234-149, ve Varro, İ.Ö. 116-27, gibi bazıları, Grek bilgisine karşı tepki gösterdiler. Fakat, Romalıların çoğu, özellikle İ.Ö. ilk yüzyılda, Grek bilimini özümsemek için, gayret gösterdiler. Sansürcü Cato, Romalıların, tıp ve ziraat alanında Greklere üstün olduğunu göstermek amacıyla bir eser de yazmıştı. Onun tıp bilgilerinin çoğu, sihirli formüller ile şifalı bitkilerden yapılan ilaçları

kapsıyor ve kendisi, Roma'nın 'doktorsuz da sağlıklı' olduğunu düşünüyordu. Varro, aynı şeyi daha geniş bir alanda, gramer, diyalektik, retorik, geometri, aritmetik, astronomi, müzik, tıp ve mimari gibi, dokuz 'liberal sanat' alanında yapmak istedi. Son iki alan, Cassiodorus tarafından İ.S. 490-585'te çıkarılınca, geriye Ortaçağda öğrenilen yedi kültür bilimi kalacaktı.

Özümseme sürecinde, Romalılar üzerine en büyük etkiyi, Greklerin Stoik felsefesi yaptı, çünkü o, Romalıların Etrüsklerden devraldıkları geleneksel inançları daha geliştirilmiş bir şekilde sunuyordu. Epikür'ün buna karşıt olan ekolü ise, Lucretius'un İ.Ö. ~95-55, kişiliğinde dikkate değer bir önder buldu. Fakat onun felsefesi Roma'da önemli bir güç haline gelemedi. Zira, Lucretius da, Epikür gibi, eski Atomistlerin felsefesinin ruhunu değil, sadece içeriğini koruyarak, ona yeni bir şey ekleyememişti. Onlar Atomik felsefeyi, insanın doğa üzerine anlayış ve kontrolunu genişletmek için değil, daha ziyade din ile mücadele etmek için kullanıyorlardı.

Romalılar, Greklerin bilimde teori ile deney arasında sınırlı ölçüde sağladıkları birliği özümsemeyi başaramadılar. Örneğin, tıp öğretiminde Greklerin teşrih uygulaması, Roma'da hiçbir zaman kök salmadı. Onlar, Grek biliminin yöntemini bırakarak, içeriğini aldılar. Bu nedenle, eserleri ya Lucretius'un *Nesnelerin Doğası Üzerine* adlı eseri gibi, öncelikle felsefeye, veya Pliny'nin *Doğa Tarihi* gibi, geniş ölçüde ampirizme eğilimliydi. Yaşlı Pliny'nin, İ.S. 23-79, yazdığı ikinci eser, Roma asıllı yüz kırk altı ve Grek asıllı üç yüz yirmi altı yazarın, iki bin kadar eski kitabından toplanan olguları ve gözlemleri kapsayan otuz yedi kitaptan oluşuyordu. Kendisi, kullandığı kaynaklar hakkında dikkatli bir seçici değildi. Okumuş olduğu her şeyi, örneğin, aslan ve kartal yanında, tek boynuzlu atı veya anka kuşunu da kaydetmektedir. Pliny, belirttiği şeylerin yararlılığını vurguluyor ve eserindeki yaygın hava, doğanın, insanın amaçlarına hizmet etmek için var olduğu şeklinde idi. Bununla birlikte, sadece okuduğu şeyleri değil, kendi gözlediği şeyleri de kaydetmiştir. Hatta, ölümü de Vesüv yanardağının patlamasını yakından gözlemek isterken olmuştur.

Romalıların Grek biliminin bütün içeriğini aldıkları da söylenemez. Örneğin, matematiksel bilimlerin onlar üzerinde bir çekiciliği olmamıştır. Romalılarda önemli bir matematikçi veya astronom çıkmadığı gibi, önemli

sadece tek bir coğrafyacıları olmuştur. Pomponius Mela, İ.S. ~ 43, matematik ve ölçümden kaçınarak, Eratosthenes coğrafyasının niteliksel özelliklerini benimsemişti. Onu izleyen Latin coğrafyası belirli bir düşüş göstermiştir. Sevilli Isidore, İ.S. 570-636, bilinen Dünya'yı, T ile bölünmüş bir daire olarak göstermiştir; öyle ki, Asya bir yarım daire, Avrupa ve Afrika ise, aralarında ve etraflarında denizler olan iki dörtte bir ile gösterilmiştir.

Belki de faydacılık nedeniyle, tıp Romalılar tarafından daha başarı ile benimsendi. İlk önemli öğretmen, Roma'da bir tıp okulu kuran ve İ.Ö. ~ 40'da ölen Bithynialı Grek Asclepiades'dir. Onun öğrencilerinden biri olan Celcus, İ.S. 30 civarında, Grek kaynaklarını iyi bir şekilde sıralayan, *Tıp Konuları Üzerine* adlı önemli bir eser yazmıştır. Tıp eğitimi, Vespasian, İ.S. 70-79, zamanında ordu cerrahlarının yetiştirilmesi amacıyla genişletilmişti. Tıp öğretmenleri devlet tarafından maaşa bağlanmış ve eyaletlerde tıp merkezleri açılmıştı. Barbar istilası sırasında Roma tıbbı, belirli bir düşme gösteriyordu. 1543'de Vesalius'un yazdığına göre,

'İtalya'daki kibar hekimler, el işini aşağı gördüklerinden eski Romalıları taklit ederek, önce hastalar için gerekli olan el hizmetlerini esirlere bırakmaya ve mimarlar gibi sadece onlara nezaret etmeğe başladılar. Sonra gerçek tedavi sanatını uygulayan bütün diğerleri de, para veya itibar konusundaki taleplerinin hiçbirinden vazgeçmeksizin, yavaş yavaş mesleklerinin hoş olmayan görevlerini yapmamağa başlayınca, eski hekimlerin düzeyinden hızla aşağı düştüler. Hastalar için yiyecek hazırlama ve pişirme metodlarını hastabakıcılara, ilaç yapma işini eczacılara ve el işlemlerini de berberlere devrettiler.'

Grekler Romalılar tarafından yenilgiye uğratılınca, eskiden Atinalıların Isparta veya Makedonyalı Filip tarafından mağlup edildiğinde olduğu gibi, ya çıkarlarına düştüler veya aşırı şekilde dine yöneldiler. Dine olan eğilim sonuçta ağır basmışsa da, her iki eğilim de Greklerin bilimine yansımıştır. Astronomi alanında Rodoslu Geminus, ~ İ.Ö. 70, evrenle ilgili bir astronomik sistemin, fiziksel gerçeğin gösterimi olmaktan daha çok, matematiksel bir kolaylık aracı olduğu şeklinde, biraz şüpheci bir düşünce ileri sürdü. Ona göre, astronomlar fiziksel sorularla değil, olayları matematiksel olarak kayda geçirmekle ilgileniyorlardı. O zamanda böyle bir fikir, şüphesiz, göklerin maddesinin yerdekine üstün olduğuna dayanan, gök cisimlerinin yörüngelerinin dairesel ve düzgün olduğu şeklindeki fiziksel aksiyomun kapalı bir şekilde kabulünü gerektiriyordu.

Geminius'un yazdığına göre 'Astronomların işi, doğası gereği neyin hareketsiz olduğunu ve hareketli nesnelerin ne cins olduğunu görmek değil, hareket eden ve etmeyen nesneler hakkında hipotez yaparken, hangi hipotezlerin göklerdeki olaylarla uyum içinde olduğunu dikkate almaktır.'

Astronomi, daha sonraları ilahiyatçı bir görünüşe büründü. Fakat, dinin bilim üzerine daha doğrudan bir etkisi, İ.S. ikinci yüzyılda İskenderiye simyacılarının yükselişi ile, kimya alanında görülecekti. Eski Grekler, kimyaya fazla önem vermemişlerdi. Bu belki de, konunun, Grek filozoflarının hor baktığı zanaatlerle ilişkili görülmesindendi. Bunun önemli istisnaları, doğa olaylarını açıklamak için el sanatları analojileri kullanan eski İyonyalı filozoflar ile, Theophrastus ve Strato gibi, Aristoteles'in daha sonraki taraftarlarıdır. Bu nedenle, kimya konularında geriye kalan tek Grek eseri olan, Aristoteles külliyatından, *Meteorolojinin* IV. Kitabı, Strato'ya izafe edilir ve daha sonra gelen eski yazarlara göre de, kimyasal konuları Atomist Democritus yazmıştır.

Eski zamanlarda, el sanatlarının, gerekli işlemlerin başarılı olması için önemli bulunan bazı sihirli merasimlerle ilişkilendirildiği anlaşılmaktadır. Grek çömlekçileri, fırınları üzerine maskeler takarak çömlekleri çatlatan şeytanları korkutup kaçırmağa çalışırlardı. Özellikle metal üretimi, doğum, ölüm veya diriliş gibi organik benzeri süreçlerle ilişkili görülürdü. Daha önce de sözünü ettiğimiz, İ.Ö. 700'lere dayanan bir Asur metninde, metal üretimi bir cins doğum töreni ile ilişkilendirilmiştir. Tarihi İ.Ö. 500 olarak saptanan bir Pers mitosunda da, bir metalin doğumuna, kutsal bir ezeli varlığın ölümünün sonucu olarak bakılmaktaydı. Varlık öldürülünce, başından kurşun, kanından kalay, kemiklerinden bakır, etinden çelik ve ruhundan da altın çıkıyordu.

Anlaşıldığına göre, kimyasal süreçlerin sihir ve pratikle ilgili öğeleri, zamanla birbirinden ayrılmıştır. Mısır'da İ.S. ilk yüzyıllarda, kimyasal süreçlerin tamamen pratik kimyasal tarifleriyle yan yana, büyü ve simya sırlarını da görmekteyiz. Yalancı Democritus'a ait, İ.S. ~ 100, en eski simya eserinin farklı yerlerinde pratik reçetelerle birlikte mistik spekülasyonlar da yer almaktadır. Daha sonraları, kimyasal eserler, üçüncü asırdan Leiden ve Stockholm papirüslerinde olduğu gibi, ya tamamen pratik bir içerik kazanmış, veya aynı devre ait Zosimus'un eserlerinde görüldüğü gibi, geniş ölçüde simyaya meyletmiştir. Pratik papirüs, altın ve gümüşün taklit edilmesi ve yapay

değerli taşlar ve boya maddeleri için teknik reçeteler içerir. Altın ve gümüş, diğer metallerin alaşımları veya ucuz metallerin yüzeylerinin altın kaplanması ile, yahut asil metallerin ayarını yeniden düşürerek ve yüzeydeki değersiz metalin aşındırılarak çıkarılması ile taklit edilmekteydi. Pratik eserlerde, böyle ürünler bir benzetme olarak betimlenmekte, fakat simya eserlerinde bunların gerçek altın ve gümüş olduğu ifade edilmektedir.

İlk simyacılar döneminde, Platon'un görüşleri Stoik okul içinde canlanarak, Plotinus'un, İ.S. 204-270. Neoplatonik sistemi içinde olgunluğa erişse de, başat felsefe Stoisizm idi. Stoikler, diğer şeylerle birlikte, doğadaki her değişen nesnenin, canlı ve gelişmekte olduğuna inanırlardı. Her varlık, olgunluktaki şekil veya özelliklerini, daha başlangıçta belirleyen bir plana sahip olan bir tohumdan gelişmiştir. Böyle bir şekil veya plan, bir ruh veya öz olup, bunun faaliyete geçirilerek canlı tutulması, doğanın evrensel ruhu pneuma tarafından gerçekleştiriliyordu. Gördüğümüz gibi, Platon, ruhların beden değiştirdiğine inanmaktaydı. Bu görüş, Stoik felsefe ve o devirdeki dinsel görüş çerçevesinde, bir nesnenin özelliklerinin ölüm veya dirilme süreciyle bir diğerine geçebileceği kabulünü içermektedir.

Bu tür düşüncelerle, simyacılar metallerin canlı nesneler olduğunu ve bunların yavaş yavaş gelişerek altın mükemmelliğine ulaşacağını kabul etmekteydiler. Altının şeklini veya ruhunu ayrıştırarak ve bunu değersiz bir metale naklederek, bu gelişme yapay olarak hızlandırılabilir veya kopya edilebilirdi; böylece değersiz metal, altının şeklini ve özelliklerini alabilirdi. Bir metalin özü veya şekli, özellikle kendini metalin renginde gösteren bir ruh veya buhar olarak görülüyordu. Bu nedenle, değersiz bir metalin yüzeyinin yaldızlanması, simyacılar tarafından bir özdeğişimi olarak düşünülüyordu. Zosimus'a göre:

'Her yükselen buhar bir ruhtur ve renk özellikleri de böyledir.... Altın renginin gizemi, cisimleri ruhsallık rengine boyamak için ruha dönüştürmesindedir.'

Simyacıların başvurduğu oldukça yaygın bir işlem de, bakır, kalay, kurşun ve demir gibi dört değersiz metalin alaşımı ile, en baştaki şekilsiz ilkel maddeye bir yaklaşım sağlamaktı. Sonra bu alaşımın yüzeyi, ona gümüşün ruhunu veya şeklini vermek için, arsenik veya cıva buharı ile beyazlatılıyordu.

Arkadan da, bütün kitleyi altın haline getirmek için, ona tohum veya maya olarak bir miktar altın eklenmekteydi. 'Maya nasıl çok miktarda hamur meydana getirebiliyorsa, az miktarda gümüş veya altın da, öyle davramyordu.' Özdeğişimi, sonra diğer bir yüzey işlemi ile tamamlanıyordu. Bu amaçla, ya değersiz metalden bir yüzey tabakası kazınıp onun yerine bir altın yüzeyi konuyor, veya kükürtlü suyla alaşıma etkiyerek, ona bronz renginde bir görünüş kazandıran değişik bir yüzey işlemi uygulanıyordu. Böyle bir özdeğişimi girişiminde, değersiz metaller alaşım içinde şahsiyetlerini kaybettikleri zaman, onlara ölmüş, yani özel şeklini veya ruhunu kaybetmiş, olarak bakılıyordu. Benzer şekilde, yüzeyin renginin değişimiyle, önce gümüş sonra altın görünümlerinin kazanılması da, bir dirilme süreci olarak görülüyordu.

Eski simyacıların önem verdiği diğer bir fikir de, belki daha da ilkel bir kavram olan, metallerin seksüel bir üretim sonucu oluştukları ve kendilerinin de erkek veya dişi oldukları idi. İlk simyacılardan biri olan ve Fransızların bain-marie dedikleri su banyosunu bulan Yahudi Mary adlı kadın, özdeğişimin sırrını şu talimat ile kaydetmiştir: 'Erkekle dişiyi birleştirin, aradığınızı bulacaksınız.' Devamla, gümüş bunu hemen yapar, fakat bakır, 'atın eşekle ve köpeğin kurtla' olduğu gibi çiftleşir, demektedir. Böyle bir düşünce, Aristoteles'in *Meteoroloji* teorisi, İslam ve Ortaçağ simyasında yeniden canlanarak, metal ve mineralleri doğuran iki buhara birer de cinsiyet eklendiğinde, daha da büyük önem kazanmıştı.

İ.S. beşinci yüzyıla kadar olan ve eski simyacıların yaşadığı bu ilk dönemde, Roma imparatorluğu çöküp parçalanırken, entellektüel yaşam da yavaş yavaş geriledi. Diocletian'ın, İ.S. 292'de simyacıların kitaplarını yaktırdığı söylenmektedir. İskenderiye Kitaplığı da, İ.S. 389'daki bir Hıristiyan ayaklanmasında tahrip edilmişti. On üçüncü yüzyıl kaynaklı ve Müslümanlara karşıt olan bir kayda göre de, Müze en sonunda İ.S. 640 yılında Müslümanlar tarafından ortadan kaldırılmıştır. Hıristiyanlığın yükselişi ile, Dünya'nın düz ve altta ve üstte su ile çevrili olduğu şeklindeki, Tunç Çağı'ndan kalma teori yeniden canlanmıştı. Böyle bir bakış, evreni genel çizgileriyle bir kutsal kitap muhafazasına benzeten Kilisenin eski kurucularına cazip geliyordu. Düz dünya teorisi, öncelikle Suriye kilisesi ve özellikle Kudüslü Cyril, ~ 360, ve 394'de ölen Tarsus Metropoliti Diodorus tarafından desteklenmişti. Bunlardan sonuncusu, Greklerin Dünya hakkındaki sistemini din karşıtı olarak ilan etmişti.

Özellikle küresel bir Dünya ve küresel bir gök fikri gibi, Grek teorisinin ana hatları genellikle korunmakla birlikte, kutsal kitap muhafazasına benzeyen bir Dünya teorisi de Batı Kilisesi tarafından himaye gördü. Milanolu Ambrose, ~ 397, ve öğrencisi Augustine, 354-430, göklerin küresel olduğu inancı ile işe başladılar. Fakat, Ambrose, böyle soruları önemli görmemiş ve 'Dünya'nın doğasını ve nerede durduğunu konuşmak, bize, gelecek hayatımıza ilişkin ümitlerimizde yarar sağlamaz' demişti. Sevil Piskoposu İsidore, 570-636, bir tarafı tutmadan, Dünya'nın duran bir küre ve gökyüzünün ise dönen bir küre olduğundan sözeden 'filozofları' kaynak göstermiş ve Saygıdeğer Bede de, 673-735, ona katılmıştı. Dünya için düşünülen Grek modelinin ayrıntıları, Batı Kilisesi'nin Kurucuları tarafından bilinmiyordu. Aristoteles ve Ptolemy sistemlerine, bir Hıristiyan teolojisi karakteri veren, doğu Hıristiyanlığıdır.

Bizans'da bilim, Roma'da olduğundan daha derin köklere sahipti ve Atina'daki Akademi ve Lyceum, Jüstinyen tarafından İ.S. 529 yılında kapatılana kadar faaliyette kalmıştı. Bizans'ın son önemli pagan filozofu Proclus'un, 412-485, bidirdiğine göre, onun zamanında, Ptolemy'nin matematiksel sistemi ile Aristoteles'in fiziksel kozmolojisinin elemanlarına yer veren bir dünya teorisi geliştirilmişti. Evrenin dokuz eşmerkezli, küresel kabuktan oluştuğu, bunlardan birincinin Ay'ı taşıdığı, ikincinin Merkür'ü v.b., nihayet sekizincinin sabit yıldızları taşıdığı ve dokuzuncunun da Primum Mobile olduğu kabul ediliyordu. Her kabuk, içinde Ptolemy teorisinin episiklleri yer alacak kalınlıkta olup, ardışık kabuklar Aristoteles'in düşündüğü gibi birbirine değmekte idi. Bundan dolayı, bir gök cisminin Dünya'dan en fazla uzaklaşabileceği mesafe, bir üstteki cismm gelebileceği en yakın mesafeye eşitti. Yani, Ay'ın en fazla uzaklaşa-bileceği mesafe Merkür'ün en yakın mesafesine eşitti, v.b.. Buna uygun şekilde, gök cisimlerini taşıyan kabukların kalınlıkları ve bu cisimlerin Dünya'dan ortalama uzaklıkları hesaplanabilir ve evrenin mutlak olduğu düşünülen boyutları bulunabilirdi.

Bu dokuz kürenin her biri, Platon ve Aristoteles teorisine uygun olarak, bir hareket ettiriciye sahipti. Bunlar, hareket ettirdiklerinden daha asil ve yüksek bir manevi karaktere sahip olmalıydılar. Platon, göklerde bir ruhlar hiyerarşisi olduğunu postüle etmişti. Belki Proclus'un öğrencilerinden biri olan ve şüphesiz Neoplatonik geleneğe bağlı bulunan Dionysius, bu ruhları, kutsal

kitaplarda sözü edilen çeşitli meleksi varlıklar olarak tanımlamıştı. Dionysius. meleksi varlıkları üç alt grup içinde ve toplam dokuz düzeyli bir hiyerarşi şeklinde düzenlemişti. Daha sonraları, bu meleksi varlıklar hiyerarşisi, dokuz gök küresinin hareket ettiricileri olarak düşünülmüştür. Melekler hiyerarşisinde[4] gruplar halinde önce, *Serafim, Çerubim ve Thronlar,* sonra *Dominionlar, Virtuelar ve Powerlar* ve son olarak da *Principallar, Başmelekler (Archangels)* ve nihayet *Melekler* geliyordu. Serafim, Primum Mobile'yi hareket ettiriyor, Çerubim, sabit yıldızlar küresini v.b. ve nihayet Melekler de Ay küresini döndürüyordu. Meleksi varlıklar hiyerarşisinin yukarısında, üzerinde Tanrı'nın yer aldığı onuncu bir Ateş küre vardı. Aşağısında da, önce insan, sonra hayvanlar, bitkiler ve en sonunda da evrenin tortusu olmak üzere, Dünya'daki diğer nesneler bulunuyordu. Her yaratık düzeyi, ayrıca kendi içinde hiyerarşik olarak düzenlenmişti. Dionysios'un dediği gibi, Dünya'da Kilise nasıl, Patrik, onun Metropolitleri, vb., belli bir sırada aşağı doğru dizilmişlerse, yaratıklar da bir baş, Seraph ve onun altında da Seraphim olmak üzere rütbelerine göre sıralanmışlardı. Böylece evrenin, onun kenarında duran Tanrı'dan başlayan ve Dünya'nın merkezindeki cehennemde bulunan en aşağı yaratıklara kadar uzanan, sürekli bir yaratıklar zinciri oluşturduğu görülüyordu.. Zira, bir düzeyin en yüksek yaratığı, onun üzerindeki düzeyin en alt yaratığı ile hemen yanyana bulunmaktaydı.

Kilise tarafından dinden sapınakla suçlanan, İskenderiyeli altıncı yüzyıl yazarı John Philoponos, böyle bir evren düşüncesine fiziksel açıdan itiraz etmişti. Philoponos, gök cisimlerini meleksi yaratıkların hareket ettirdiklerini reddediyordu. Ona göre Tanrı, başlangıçta tıpkı ağır cisimlere Dünya'ya doğru düşme eğilimi verdiği gibi, gök cisimlerinin kendilerine de, zamanla azalmayan bir impetus, bir hareket ettirici güç vermişti. Bu bakımdan Dünya'daki ve gökteki cisimler birbirine benziyordu ve aralarında esas olarak bir cins farkı yoktu. Philoponos'un dediğine göre, hareket etmekte olan bir cisim, kendini hareket ettirmekte olan bir şey ile sürekli olarak fiziksel temasta olmak zorunda değildi. Çünkü, bir kuvvet bir cisme impetus kazandırdıktan sonra, cismi hareket halinde tutan şey bu impetustu. İmpetus teorisi, maddesel bir sürekli

[4] Melekler hiyerarşisi, din ve mezheplerde farklar göstermektedir; burada verilen melek sınıflarının Türkçe karşılıkları bulunmamaktadır. Bakınız: Ansikl. Angelology, (Ç.N.).

ortamın fiziksel temas yoluyla etki aktarımına ihtiyaç göstermediği için, bir boşluğun varlığını da mümkün hale getiriyordu. Bir ok da, böyle bir hava boşluğundan kendi impetusu ile geçebilirdi: yani okun, Aristoteles'in düşündüğü gibi, arkasında sabit bir hava basıncına ihtiyacı yoktu.

Philoponos tarafından öne sürülen impetus teorisi, on üçüncü yüzyılda tekrar canlandırılarak, Ortaçağ'da genellikle kabul edilen Aristoteles ve Dionysius'un görüşlerinden önemli bir sapmaya neden oldu. Dionysius'un, Aziz Paul'un hıristiyanlaştırdığı Aeropagus meclisi üyesi, Atinalı Dionysius olduğu sanıldığı için, kendisi o tarihlerde oldukça etkili olmuştur. Bizans imparatoru Michael, 827'de onun eserlerinin bir kopyasını, Batı İmparatoru Dindar Louis'e göndermiş ve bunlar Grekçe'den, İrlandalı filozof John Scott ve diğerleri tarafından tercüme edilmiştir. Aristoteles'in eserleri ise, daha dolambaçlı bir yoldan, yani İslamiyet aracılığıyla gelerek, onikinci yüzyıldan başlayarak, kutsal kitaplar ve Dionysius gibi Neoplatoncuların eserleri ile birlikte, Ortaçağ biliminin temel kitaplarını oluşturmuştur.

İKİNCİ KISIM

DOĞU'DA VE ORTAÇAĞ AVRUPASI'NDA BİLİM

7. Bölüm

Çinlilerde Bilim ve Teknoloji

ÇİN'de, ilk uygar toplumlara ait gelenekler başka yerlerdekine göre daha güçlü ve sürekli olmuş, ideografik yazı, sulu tarım, eski Bronz Çağı uygarlıkları ile ilişkili gördüğümüz bilginler bürokrasisi, modern zamanlara kadar yaşamıştır. Babilliler ve Mısırlılara benzer olarak, eski Çinliler de teorik bir geometri meydana getiremedikleri gibi, evrenin uzaysal yapısı hakkındaki teorilerini, kendi niceliksel astronomi gözlemlerine dayandıramadılar. Felsefe ve teknikleri modern zamanlara kadar birbirinden ayrık ve kopuk kalan eski Çinliler, bilimsel bir metod geliştirmemiştir.

Çin uygarlığının belirli bir kesinlikle saptanabilen en eski dönemi, İ.Ö. 1500 civarında Sarı Nehir üzerindeki Anyang'da hüküm süren Shang hanedanı devridir. Anyang'daki kazılar, o devir Çinlilerinin bronz işlediğini, çömlekci tekerleği ve atla çekilen savaş arabası kullandığını, fakat batıdaki arpa yerine pirinç ektiğini ve keten yerine ipek dokuduğunu göstermektedir. Şimdiki ideografik yazı henüz ilkel bir resim yazısı şeklinde idi ve Babil etkisi olarak kabul edilen altmış tabanlı bir yazı sistemi kullanılıyordu. İ.Ö. 1000 civarında, Shang hanedanı, sınırdaki Chou halkına yenildi. Galipler, Çin uygarlığının sınırlarını oldukça genişlettiler. Chou imparatorluğunun çevresel tımarları, zamanla bazı özerk feodal devletlere dönüşünce, merkezdeki Chou devletinin gücü zayıfladı ve İ.Ö. 480-220 devresinde bu devletler sürekli olarak birbiri ile savaş haline girdiler.

Çin'e demir, İ.Ö. altıncı yüzyıl civarında geldi. Buna dair ilk kayıt, İ.Ö. 513'dedir. Demir üretimine girişen ve en batıda bulunan Ch'in devleti, zamanla diğer devletleri yenerek İ.Ö. 221-207 arasında kendi hanedanı tarafından yönetildi. Bu imparatorluğu birleştirmek için, ilk Ch'in imparatoru, Çin'in sulama tesislerini genişletti, bir yol ağı kurdu ve Çin seddine önemli bazı eklemeler yaptı. Hatta, kendi konumunu güçlendirmek için, Ch'in hariç bütün devletlerin tarih kitaplarının bir kopyasını, İmparatorluk Kitaplığı'na koyup,

yasakladığı diğerlerini de yakmağa girişti. Yönetim tarzı, genellikle otoriter olup, kendisi öldüğü zaman küçük memurlarından biri, daha uzun ömürlü ve toleranslı olan Han hanedanını, İ.Ö. 202-İ.S. 220, kurdu. Han imparatorları, İ.Ö. 124'de imparatorluk üniversitesini açtılar ve ülkeyi yönetmek üzere bir bilginler bürokrasisi kurdular. Bu bilginler, yazılarını önce bambu yaprakları, sonra ipek ve sonunda da kağıt üzerine yazdılar. Kağıdın icadı İ.S. 105'de Tshai Lun'a kadar geri gitmekte olup, korunan kağıt örnekleri, İ.S. 150'den kalmadır.

Han devri, getirdiği teknik yenilikler nedeniyle de önemlidir. Bu devir, sadece kağıdın icadını değil, aynı zamanda İ.S. 100'de, mıknatısın yol bulma aracı olarak keşfini ve demir dökümünün de ilk kaydını kapsamaktadır. İ.S. 31'den kalan bir eserde betimlenen mekanizmada, yatay bir su değirmeni, makara ve kayışlarla bir körüğü çalıştırmakta, körük de tarım araçları döken bir demir ocağı için kullanılmaktadır. Daha sonra, İ.S. 290'da, Çin'de dik su değirmeni kullanıma girdi. Bununla, bir havan ve tokmak su ile çalıştırılarak, şahmerdan yapımı gerçekleştirildi.

Savaşan Devletler devri, İ.Ö. 480-221, denilen sürede, sonra Ch'in hanedanı, İ.Ö. 220-207, ve en sonunda da İ.Ö. 202'den İ.S. 220'ye kadar süren Han hanedanı sırasında, bilimsel ve felsefi karakterli sorular üzerinde çok durulmuştur. Savaşan Devletler döneminde felsefenin, 'Yüz Ekol' içirisinde sürdürüldüğü, söylenmektedir. Ancak bunlar arasında sadece, Hukukçular, Mantıkçılar, Mohistler ve daha da özellikle Taocular ve Konfüçyüzcüler önemliydiler. Bu ekoller, devletler arasındaki yok edici savaşların nasıl ortadan kaldırılacağı sorusu üzerinde birbirlerinden ayrılmaktaydılar. Hukukçular, kaosun ancak pozitif yasalarla, kendi sözleriyle –'Önceden belirlenmiş kanunlarla' düzene gireceğine inanıyorlardı. Bunlar, Ch'in hükümdarları zamanında etkiliydiler, fakat çoğu daha sonra efendileri ile birlikte yok oldular. Mohistler, geleneksel olarak Mo Ti'nin, İ.Ö. ~ 479-381, müridleri idiler. Bunlar, evrensel bir sevgi doktrini öğretmelerine rağmen pasifist değillerdi. Çünkü, kuvvetliler tarafından ezilen zayıf devletlere yardım etmek amacıyla, kendilerini askeri sanatlarda eğitiyorlardı.

Bu çabalar Mohistleri, özellikle optikte, mekanikte ve tahkimat yapımındaki fiziksel problemleri araştırmağa yöneltti. Mohistler, ışığın düzlem, içbükey ve dışbükey aynalardan yansımasını incelediler ve cisimlerle imgeleri

ve aynanın eğrilikleri arasındaki yer ve büyüklük ilişkileri hakkında ampirik kurallar çıkardılar. Mekanikte, manivela ve makara sistemlerine ilgi duydular ve bunları gene ampirik olarak incelediler. Işık hakkında teorileri olmadığı gibi, çalışmalarında geometrik çizimlerden de yararlanmadılar. Sonuçları deneysel olarak elde ediyor ve ampirik kurallar halinde belirtiyorlardı. Mohistler ve onlara akraba ekol olan Mantıkçılar, akıl yürütmek için bilimsel bir metod aradılar. Bununla, Savaşan Devletler dönemi insanlarının farklı görüşlere rağmen ortak bir anlaşmaya varabileceklerini düşündüler. Her iki ekol, bu konuda ayrılmaktaydılar. Mohistler, duyu deneyimlerinin insan bilgisinin en emin kaynağı olduğunu kabul ederlerken, Mantıkçılar, böyle deneyimlerin yanıltıcı olduğunu ve fikir birliğine ancak mantığa uygun tartışma ile varılabileceğine inanıyorlardı.

Han devrinin başlarında Hukukçular, Mohistler ve Mantıkçılar önemlerini kaybetmişler ve geride, ağır basan düşünce ekolleri olarak, Konfüçyüz ve Tao taraftarlarını bırakmışlardı. Geleneksel olarak Konfüçyüz, İ.Ö. 552-479, taraftarı olan Konfüçyüzcüler, Savaşan Devletler döneminin ve hatta her devrin problemlerinin çözümünün, eski geleneklere ve örflere uyulmasında olduğuna inanıyorlardı. Konfüzyüzcülük, Han imparatorları yönetiminde ortaya çıkmasından itibaren, bilimsel bürokrasinin resmî felsefesi olmuştu. İ.S. 960-1279 arasındaki Sung hanedanı sırasında oluşan Yeni Konfüçyüzcülük hareketine kadar, Konfüçyüzcüler doğa felsefesi ile hemen hiç ilgilenmediler. Fakat onlar bürokrasinin resmî astronomları ile ilişki içindeydiler ve onların evren hakkında görüşlerini paylaşıyorlardı. Konfüçyüzcüler, kimya ve el sanatlarının problemlerine ilgi duymadılar. Bunlarla sadece Taocular uğraştı.

Geleneksel olarak Taocular, Lao Tsu'nun taraftarları idiler. Kendisinin İ.Ö. altıncı ve dördüncü yüzyıllar arasında yaşamış olduğu söylenir. Taoculara göre insan, uygar toplumu terketmeli ve eski zamanların basit, eşitlikçi topluınlarına geri dönmeliydi. Mükemmel faziletler devri, 'insanların kuşlar ve yırtıcı hayvanlarla birlikte yaşadığı ve bütün yaratıklarla tek bir aile oluşturduğu' devirdi. Bu nedenle, eski Taocuların çoğu bakir doğa içine giderek, doğayı eski şaman büyücülerin sihirleri ile incelediler. Tao, doğanın yolu ve insanın yolu idi; o kozmik bir süreçti. Chuang Chou'nun, İ.Ö. 369-286.

dediği gibi, insanlar Tao'yu, 'evrenin doğallığının üzerine binerek' takip etmeliydi. Bu döneme ait Taocu bir öykü, ünlü bir kraliyet kasabından sözeder. Kendisinin satırı hiç körlenmezmiş, zira o, hayvanların Tao'sunu bilirmiş, yani her cins gövdede kemiklerin ve eklemlerin doğrultusunu bilir ve bunları ona göre hünerle kesermiş. Taocular, kendilerine ideal aldıkları kabile toplumlarının ilkel inançları doğrultusunda algıladıkları doğanın sırlarını arıyorlardı. Dünya ve içindeki bütün nesneler, cinsel bir birleşmedekine benzer bir süreç sonucunda, iki zıd ilkel maddenin etkileşmesiyle ortaya çıkmışlardı.

Dördüncü yüzyıldan itibaren, Taocular gibi başkaları da, Yin ve Yang adı verilen iki ilkel maddenin etkileşmeleri sonucu her şeyin üretiğini düşünmekteydiler. Yin, edilgen, koyu renkli ve dişi bir gücü, Yang ise etken, açık renkli ve erkek bir gücü simgeliyordu. Bu, iki ilkel madde, en başta varolan ve anaforla dönen, akışkan şeklindeki bir madde ve enerji karışımından çıkmıştı. Böyle bir hareket, ağır ve koyu renkli olanı, hafif ve açık renkli olandan ayırırken, ilk kısımdan dünya ve ilkel Yin maddesi çıkmış, ikinci kısımdan da, Gökyüzü ve ilkel Yang maddesi oluşmuştu. Bu iki ilkel maddenin etkileşimi, su, ateş, ağaç, metal ve toprak gibi beş elemanı meydana getirmişti. Önce ortaya çıkan su ve ateşten ilki, bileşimce geniş ölçüde Yin'den diğeri ise Yang'dan oluşmakta, daha sonra gelen ağaçta Yin biraz daha fazla bulunmakta, metalde ise Yang biraz ağır basmakta ve nihayet toprakta, iki ilkel madde de denge halinde yer almaktaydı. İki maddenin sürekli etkileşmesi, doğadaki diğer bütün nesnelerin ve dünyadaki 'onbinlerce şeyin' farklılaşmasına yol açmıştı.

Taocular, evrenin yolunu izleyerek, insan ölümlülüğünü kontrol etmek, yani insan ömrünü üzatmak ve gençliği sonsuz kılmak istediler. Bu amaçla embriyonun, rahim içindeki nefes alıp vermesi olarak düşündükleri şekli taklit eden, soluma teknikleri geliştirdiler. Erkeklerin güneş banyosu yapmasını, kadınların ise kendilerini ay ışığına açmalarını ve bu yolla Güneş ve Ay tarafından salınan Yang ve Yin özlerini massedeceklerini savundular. Cımnastik ve seksüel egzersizler geliştirerek, bunlarla erkeklerde hayat veren ilkel Yang maddesini, kadınlarda ise ilkel Yin maddesini arttırmak istediler. Fakat, hepsinden önemlisi, Yin ve Yang ilkel maddelerini kimyasal olarak izole etmek amacıyla yapılan çalışmalar sonucu, simya, beslenme bilgisi ve eczacılık bilimlerini geliştirdiler. İlk Ch'in imparatorunun ömrünün uzatılması olasılığı

hakkında danışmak üzere Taocu sihirbazlara başvurduğu söylenmektedir. Fakat simya ile ilgili ilk referans, Eski *Han Hanedanının Tarihi* adlı kaynakta bulunmaktadır. Burada anlatıldığına göre, İ.Ö. 133'de bir simyacı, imparator Han Wu-Ti'ye gelerek, zincifreden (cıva sülfür minerali) nasıl altın yapılabileceğini ve böyle altın kaplardan içilecek sıvıların, içeni ölümsüz kılacağını göstermeği teklif etmiştir. Çin simyası, başından itibaren ucuz metalleri altın yapmaktan çok daha fazla, onunla da ilgili olan, 'ölümsüzlük hapı' nın araştırılmasının peşine düşmüştür. Altının önemli olduğu, çünkü onun, hayat veren ilkel Yang maddesi ile dolu, sarı güneş metali olduğu düşünülmekteydi. Fakat, Zincifrenin değeri, kırmızı rengi ve ısıtıldığı zaman canlı metal, yani cıvayı vermesi nedeniyle, daha büyüktü. Çin simyacılarının en ünlüsü olan ve İ.S.4. yüzyılda yaşıyan Ko Hung şöyle yazıyordu:

'Saman ve odun yakıldığı zaman, kül olur. Fakat zincifre ateş üzerinde ısıtılırsa cıvaya dönüşür, ve bunun tersi de doğrudur. Bu, alelade bitkisel maddelerden çok farklı olup insanı ölümsüz kılar.'

Batıda olduğu gibi, mineral ve metallerin yeraltında büyüdüğü düşünülmekteydi. Bu öğreti, Çin'de İ.Ö. 2. yüzyıla kadar geriye gider. İ.S. 5. yüzyılda Ho Ting, zincifrenin toprak altında yeşil bir Yang tarafından döllendiğini ve böylece, iki yüz yıl sonra metallere gebe, yeşil bir madde verdiğini, söylemektedir. Bundan, önce kurşun, sonra gümüş ve en sonunda da altın doğuyordu. Bu nedenle altın, zincifrenin oğluydu. Ölüm ve dirilme konusunun ardından, Ho Ting'e göre, altının doğabilmesi için, Yang'ın ölmesi ve Yin'in yoğuşması gerekli idi.

Avrupa'da olduğu gibi, Çin'de de böyle doğal süreçlerin, laboratuvarda kopya edilebileceği düşünülüyordu. Ko Hung bu açıdan, ısıtmanın Yang etkisi ile, soğutmanın Yin etkisini birleştirdikleri için, buharlaşma ve damıtma süreçlerini en önemli süreçler olarak kabul ediyordu. İki ilkel madde, kimyasal olarak cıva ve kükürt şeklinde izole edilebilirdi. Cıva oldukça Yin, kükürt ise oldukça Yang özelliğindeydi. Bunların bileşimi Zincifreyi veriyordu ki, bu da metallerin gerek doğal ve gerekse yapay olarak oluşumu ve ölümsüzlük hapının hazırlanması için başlangıç noktasını teşkil etmekteydi.

Çin tıbbı da, ömür uzatmak ve hastalık iyileştirmek için benimsenen beslenme teknikleriyle, Taoizm tarafından şekillenmişti. Çin'de yılın ilk gününde, bütün yıl için insanı canlandırmağa yetecek bir öz taşıdığı düşünülen bir tavuk yumurtası yutmak âdeti vardı. Besin maddeleri, kaplumbağa gibi, uzun ömürlü olan hayvanlardan hazırlanıyor ve canlılığı arttırmak amacıyla da, kükürt ve güherçile gibi yüksek Yang içeriği olduğuna inanılan, mineral maddeler yeniyordu. İnsan vücudunun bütün anatomik özellikleri ve onun maruz kalabileceği bütün hastalıklar, Yin ve Yang karakterli idi. Ateşlenmeler Yang, ürpermeler ise Yin bozuklukları olarak kabul ediliyordu. Çin tıbbında nabza büyük önem verilmekteydi. Yang bozukluklarının nabzı kuvvetlendirdiği, Yin'inkilerin ise zayıflattığı düşünülüyordu. Nabızdan anlaşılan hastalıklar, Yin ve Yang fazlalığını düzeltici ilaçlarla tedavi ediliyordu. Uyarıcı, yakıcı ve sert ilaçlar Yang, temizleyici, acı ve kabızlık verici ilaçlar ise Yin kabul ediliyordu.

Standard Çin tıp kitabı, Han zamanından kalma *Tıp Kanunu* idi. Bunun içindeki anatomi ve fizyoloji teorileri, esas itibariyle, insan ile devlet, mikrokozmos olan insan ile makrokozmos olan evren arasındaki benzetmelere dayanıyordu. Gökler yuvarlak, dünya ise kare idi. Bu nedenle, kafa yuvarlak ve ayaklar da kare idi. Bir yılda dört mevsim ve on iki ay vardı ve bu sebeple insanın dört organı ve oniki eklemi mevcuttu. Kalp, vücudun prensi ve ciğerler onun bakanları idi. Bedenin generali karaciğerdi. Safra kesesi ise merkez bürosu idi. Dalak ve mide tahıl ambarı, barsaklar ulaşım ve kanalizasyon sistemi idi. *Tıp Kanunu*nun belirttiğine göre, 'kan, bir daire üzerinde durmadan akar'. Fakat bu, kan dolaşımının bulunmuş olduğu şeklinde anlaşılmamalıdır; çünkü Çinliler, atar ve toplardamarları ayırdetmemişlerdi. Bu, sadece kan hareketi ile doğanın çevrimi, mevsimlerin birbirini izleyişi ile gök cisimlerinin hareketleri arasında, gerçek olup olmadığı deneysel olarak gösterilemeyen bir benzetmeydi.

Tıp doktorları ile Çin bürokrasisi arasındaki ilişki bir Tıp Bürosu yardımı ile düzenleniyordu. Simyacılar ise bunun dışında tutuluyordu. Resmî yönetim ile en yakından ilişki içinde olan bilim adamları ve teknisyenler, Mısır ve Babil'de de olduğu gibi, matematikçiler, astronomlar, kadastrocular ve takvim yapıcılarıydı. En eski Çin matematik çalışması, ilk kez İ.Ö. ~ 1000'de eski Chou imparatorları devrinde yazılan, *Dokuz Kısımda Aritmetik* adlı eserdir.

Bununla birlikte, elde bulunan örnekler, İ.Ö. ~ 200'de Ch'ang Tshang tarafından tekrar yazılanlardır. Bu eserde ele alınan problemler ilkin yüzölçümleri, örneğin üçgenlerin, yamukların ve dairelerin alan ölçümleri ile ilgilidir. □'nin değeri önceleri 3 alınmış, sonra İ.S. ilk yüzyılda □10 olarak kabul edilmiştir. İkinci olarak, oranlarla, yüzdelerle ve ortaklıklarla ilgili ticari sorular ele alınmakta ve daha sonra da, şekillerin hacimlerini, onların kenarlarmdan, kenar uzunluklarını ise onların hacimlerinden belirleme ile ilgili, kare ve küp kök alma gerektiren metodlardan bahsediliyordu. Pythagoras'ın üçgenleri ve lineer denklem sistemleri inceleniyor ve *yanlış konum* kuralı[1] veriliyordu. Bu kural, bir problemin sonucunu tahmin etmeğe ve böyle tahminlerden ortaya çıkan hatalardan, doğru sonucu bulmağa dayanan bir yöntemdi.

Astronomide Çinliler, çok eski tarihlerde gözlemlere başlamakla ünlüdürler. On yedinci yüzyılda Pekin'e gelen Cizvitler, Çin astronomisinin kendi zamanlarından dört bin yıl daha eskiye uzandığını sanmışlardı. Fakat, İ.Ö. ~ 1500 deki Anyang devri kahin kemiği yazıtları, Çin astronomisinin en eski kayıtlarıdır ve İ.Ö. 400'den önceye ait elde güvenilebilir fazla bir şey yoktur. Tutulmalar, Anyang kahin kemikleri üzerine yazılmış ve İ.Ö. yedinci yüzyıldan itibaren, Batıda çok az gözlemin yapıldığı Karanlık Çağ gibi devreleri de kapsayacak şekilde. kuyruklu yıldız geçişleri ile birlikte düzenli olarak kaydedilmişti.

En ünlü Çinli astronom olan, Shih Shen, İ.Ö. ~ 350, sekiz yüze yakın yıldızın yerini belirlemişti. Kendisi, tutulmaların, gökcisimlerinin konumları arasındaki ilişkilerden oluştuğunu biliyordu ve bunları önceden belirleyebilmek için, Güneş ve Ay'ın bulunacakları yerlere dayanan kurallar vermişti. Ayrıca Shih Shen, bir yıldaki gün sayısına karşı gelecek şekilde, bir daireyi 365¼° ye bölmüştü ve 236 kameri aya eşdeğer olan 19 yıllık Meton çevrimini de biliyordu.. Daha sonra, bir resmî astronom olan Hu Hsi, İ.S. 336'da ekinoksların presesyonunu farkederek bunun değerini, 50 yılda 1° olarak tahmin etmiştir.

Kutup yıldızı ve onun çevresindeki, batmayan ve doğmayan yıldızlar, Çinliler için en önemli gök cisimleriydi. Kutup yıldızı, göklerin imparatoru, onun çevresindekiler ise prensler ve diğer yıldızlar da resmî şahsiyetler olarak

[1] Rule of false position, (Ç.N.).

kabul edilmekte idi. Bu nedenle, Çinlilerin gökcisimlerinin yerleri hakkında yaptıkları gözlemler, modern devirlerden önce batıda yapılanlardan ayrılmaktaydı. Onlarınki, yerküre üzerinde duran gözlemciye göre değil, sabit kutuplu gök küreye göre yapılıyordu. Eski astronomik gözlemlerde en güç şeylerden biri, gündüz vakti Güneş'in sabit yıldızlara göre konumunu belirlemektir. Çünkü, Güneş'in aydınlığı, yıldızları örtmektedir. Babilliler, Mısırlılar ve sonradan Grekler bu problemi çözmek için, şafaktan hemen önce doğan yıldızları gözlemlerdi. Bunlar, o anda Güneş'in yerini belirtmekteydiler. Örneğin eski zamanlarda Mısırlılar, Nil taşkınları sırasında Sirius yıldızının Güneş'le birlikte doğduğunu biliyorlardı. Yıldızların helis şeklindeki bu tür doğuşları, bir dünyasal ufuk olayı olup, astronomik ölçümler için temel eğri olan, Güneş'i sabit yıldızlar kuşağı üzerindeki görünen yıllık yörüngesini, yani ekliptiği veriyordu. Diğer taraftan, Çinliler çevrelerinde yer alan yıldızlar ile birlikte doğan ve batan yıldızları belirleyerek, onların, görünmedikleri zamanlarda bile nerede olduklarını hesaplayabiliyorlardı. Böylece, üzerinde referans noktaları olarak yıldızlar çakılmış gökküresi, gök cisimlerinin yerlerinin ölçümü için gereken bir koordinat sistemi rolünü oynuyordu. Burada ise temel eğri, ekliptik değil, gök ekvatoru oluyordu. Tarihin ilginç bir cilvesi olarak, on altıncı yüzyıl sonuna doğru Cizvitler, Çinlilere Grek metodu olan ekliptikel koordinatları kullanmağı öğrettiği sırada, Tycho Brahe de Avrupa'ya ekvatoryal ölçümleri tanıtmaktaydı.

Çinliler tarafından yapılan astronomi hesapları hemen tamamen cebirsel idi. Bu nedenle, onların astronomisi, kendilerine evrenin şekli hakkında bir resim verememişti. Bunun sonucu olarak Çin teknik astronomisi, Çinlilerin evrenle ilgili ve tarih boyunca niteliksel karakterini koruyan spekülasyonlarından oldukça uzak kaldı. Han devrinde üç temel dünya sistemi vardı. Bunların en eskisi, Ka Thien sistemi idi. Buna göre gökler, yarıküresel bir kubbe ve yer de kenarları doğrusal olan, ters dönmüş bir kase gibi olup, dışbükey bir kare oluşturuyordu. Gökyüzü düzgün bir yarımküre değildi. O, 'bir satranç tahtası üzerinde meyilli duran bir şemsiye' gibi, güneyde yükseltilmiş ve kuzeyde alçaltılmış bulunuyordu. Böylece, yarıküre ile birlikte dönen Güneş, güneyde olduğu zaman görünüyor, kuzeyde olduğu zaman ise görünmüyordu. Güneş, Ay ve gezegenler gökyüzü ile birlikte dönmekte, fakat denildiğine göre, dönen 'bir değirmen taşı üzerindeki karıncalar gibi' aynı zamanda kendi öz

hareketlerini de yapmaktaydılar. Dünyanın kenarları, gök kubbenin alçalarak içine daldığı bir okyanusla çevreleniyordu. Gökler ve yer, kendi kaselerinin altında sıkışıp kalmış olan hava tarafından taşmmaktaydı. Gökler dünyadan 80. 000 Li kadar yukarıda yer alıyordu (üç Li, bir İngiliz miline eşittir).

Bu 'Yarıküresel Gökyüzü' teorisi, Han devri sonunda ortadan kalkmıştır. Bunun yerine Ch'in, yani İ.Ö. 207'den sonraki resmi hanedan tarihlerinde, Hun Thien'in 'Gökküresi' teorisi geçmiştir. Hun Thien teorisinin İ.Ö. ikinci yüzyılda ortaya çıktığı ve onun ilk kez İ.S. birinci yüzyılda, Chang Heng tarafından ifade edildiği söylenmektedir. Bu teoriye göre, evren yaklaşık iki milyon Li çapında küremsi bir şekle sahipti. Bunun kuzey güney doğrultusundaki uzunluğu, doğu batı doğrultusundakinden 1000 Li daha kısaydı. Chang Heng, evreni bir yumurtaya benzetmekteydi. Bunun sarısı, su üzerinde taşınan Dünya, kabuğu da buharlar tarafından taşınan göklerdi. Üçüncü, olarak, Hsuan Yeh veya 'Sonsuz Boş Uzay' teorisinin daha eski olduğu söylenirse de, bazı kayıtlar onun Han devri sonlarına doğru ortaya çıktığını göstermektedir. Bu teoriye göre de, evrenin içinde, Dünya ve gök cisimlerinin ötesinde madde olmadığı gibi, onun bir şekli de bulunmamaktadır. Uzay sonsuz ve boştur. Gök cisimleri hiçbir şeye değmeden, 'sert rüzgarlarla' sürüklenerek, serbestçe hareket ederler. 'Sonsuz Boş Uzay' teorisi, Taocularla ilişkilendirilir. 'Gök küresi' teorisi ise, Konfüçyüz taraftarı resmî bilginlerce benimsenmişti. Bununla birlikte, Taocular zamanla dinsel mistikler haline gelirlerken, Konfüçyüzcüler de eski Taocu doğa felsefesini devraldılar. Böylece, özellikle on ikinci yüzyıldaki Yeni Konfüçyüzcülük hareketi sırasında, 'Sonsuz Uzay' teorisinin bazı unsurları resmi 'Gök küresi' teorisi içine ithal edildiler. Fakat daha dördüncü yüzyılda, ekinoksların presesyonunu keşfeden resmî astronom Yu Hsi, gökyüzünün, bir sınırı olmakla birlikte ölçülemeyecek kadar yüksek olduğunu ve gök cisimlerinin bunun altında serbestçe hareket ettiğini düşünmüştü.

Çinliler, gök cisimlerini kutsal ve yeryüzündeki olayları belirleyen güçlü bireyler olarak görmediler. Bir astrolojileri olmakla birlikte, bunun kendine has olan tarafı, gökyüzünün ve dünyanın belirlenmesinde iki yönlü bir etkinin yer almasıydı. Bir kuyruklu yıldızın görülmesi, felaket haberi verebileceği gibi, aynı zamanda alışılagelmişin dışındaki bir insani davranışın neden olduğu kozmik bir karışıklığın da işareti olabilirdi. Yani, evreni kontrol eden kutsal bir

yasa koyucu yoktu ve kozmik olaylar, doğanın çeşitli nesnelerinin arasındaki ilişkilerden oluşan bir doku idi. Taocular için kozmik süreçin tüm unsurları aynı ağırlıkta olup, hiçbirinin diğerlerine göre bir üstünlüğü yoktu. Taocu Chuang Chou, İ.Ö. 369-286, şunu yazmıştı:

'Sanki gerçek bir Yönetici var gibi görünüyorsa da, onun varlığı konusunda bir delil yok. Var olduğuna inanılabilirse de, onun şeklini görmüyoruz. İnsan vücudunun yüzlerce kısmı, dokuz deliği, altı iç organı, her şey tam olarak yerli yerinde. Hangisini tercih edelim? Kendilerinden başka gerçek bir yönetici var mı?'

Konfüçyüzcüler ise, kozmik olaylarda her şeyin aynı ağırlıkta olduğunu düşünmüyorlardı. Ancak, her şey örflerin gücü ile birbirlerine bağlı ve kendi aralarında ilişkili idi. Konfüçyüzcü Hsun Ch'ing, İ.Ö. ~ 300-240, Aristoteles'in Dünya'daki yaratıkları, bitki, hayvan ve akıllı varlıklar olarak sınıflandırmasını anımsatan, hiyerarşik bir doğa sınıflandırması yapmıştı. Bunda tüm sıralar, gelenek ve örfler ile hareket ediyor ve birbiriyle ilişkili bulunuyordu. Kendisinin dediğine göre,

'Gelenek odur ki, onunla Güneş ve Ay parlar, dört mevsim sıralanır, yıldızlar kendi yollarında yürür, nehirler akar, her şey gelişir, sevgi ve nefret yumuşar, sevinç ve öfke kendi uygun yerlerini korur, gökyüzü ve dünya birleşir. O, aşağı sıraları itaat ettirir, yukarıdaki sınıfları da yüceltir. Sayısız değişimle yoldan çıkmayı, o önler. Ondan ayrılan, mahvolur. Gelenek, ilkelerin en büyüğü değil midir? '

İnsanların, yılların, dört mevsimin, adetlere uygun davranışı, kolayca gözlenip, doğrulanabiliyordu. Fakat, daha ayrıntılı bilgiler için, kehanet metodları geliştirilmişti. Shang devrinde, hayvanların omuz kemikleri sıcak bir çubukla kırılıyor ve çatlakların gidişine bakarak olayların eğilimi konusunda öngörü yapılıyordu. Chou devrinde, biri uzun biri de kısa olan iki bambu çubuktan birini seçmeye dayanan bir kur'a çekimine başvuruluyordu. Seçme olanağı zamanla genişletilerek. Savaşan Devletler devrinde, uzun ve kısa çubuklarla yapılan sekiz üçlüden, rastgele çekim yapılıyordu. En sonunda da, Han devrinde karmaşık bir öngörü metodu geliştirildi. Bunda, üçlü çubuk guruplarının sıralandığı tahtanın üzerinde, kutup yıldızı çevresindeki en önemli küme olan Büyük Ayı'nın modeli olarak bir kepçe döndürülüyor ve sonuç,

kepçenin durduğu yere göre beliriyordu. İleri sürüldüğüne göre, mıknatıs taşından yapılmış bir kepçenin, sihirli bir şekilde, daima aynı yöne dönmesinden, mıknatısın doğrultu belirleme özelliği keşfedilmiştir.

Buraya kadar anlatılan gelişmeler, kabaca İ.S. 220'de Han hanedanının sonuna kadar Çin'in eski tarihi içinde olmuştur. Bundan sonra, Çin tarihi eski şekliyle yine tekrarlandı. Han imparatorluğu, üstünlük için savaşan çok sayıda bağımsız devletlere parçalandı. En sonunda Sui tarafından İ.S. 581'de egemenlik sağlandı. Sui hanedanı da, İ.S. 581-618. kendinden daha önceki Ch'in gibi, merhametsiz ve kısa ömürlü oldu. Onun yerine geçen Thang, 618-906 ve Sung, 960-1279, devirlerinde, daha hoşgörülü bir yönetim sistemi olan Konfüçyüz geleneği hakim oldu. Savaşan devletlerin ikinci dönemi olan 221-580 arasında, Çin'e Budizm gelerek, zamanın ahlaki boşluğunu doldurdu ve sağlamca yerleşti. Taoizm, artık mabetleri, rahipleri ve birbiri ardı sıra gelen papalarıyla, Budizme karşı yerli bir muhalefet oluşturan mistik bir din halini almıştı. Bununla birlikte, Thang devrinde Taoizm yeniden canlandı ve Çin simyacıları bir kez daha faaliyete geçtiler. Zincifreden cıva damıttıkları gibi belki bunun yanında alkollü içkilerin damıtılması da yapılıyordu. Uzun ömrün sırlarının araştırılmasına yeniden başlandı. Gerçekten de, yirmi iki Thang imparatorundan yedisinin, 'uzun ömür hapı'nın aşırı dozundan öldüğü söylenmiştir.

Han devrinde kaba bir ilkel porselen üretimiyle başlayan porselen yapımı, Thang devrinde yüksek bir mükemmelliğe ulaşmış ve 621'de, üretim için bir imparatorluk bürosu kurulmuştu. Beşinci yüzyılda el arabası icad edildiği gibi; yedinci yüzyılda ise ayakla döndürülen bir çarkla hareket ettirilen, su geçirmez bölmelere sahip ve kıçta geriye doğru uzanan bir dümenle kumanda edilen tekneler ortaya çıktı. İlk blok baskı, Thang devrinde Çin manastırlarında başladı. En eski basılmış kitap, İ.S. 868 tarihi biçilen ve Kansu'daki Bin Buda Mağaralarında bulunmuş olan Elmas Sutra'dır. Kitap basımı işi, Çin'de kısa zamanda yaygınlaşmış olup, Konfüçyüz klasikleri 932'den itibaren ve resmi hanedan tarihleri de, 994 ile 1063 arasında basıldılar. Baskı metodu, 1206'da Moğollar tarafından mağlup edilmelerinden önce sınır komşusu olan Uygur boyuna da yayılmıştı. Uygurlar, Budist eserlerini, Sanskritçe notlarla ve Çince sayfa numaraları ile kökü Suriye'ye uzanan alfabetik bir yazı kullanarak, kendi dillerinde, yani Türkçe bastılar. Serbest

Alçıdan yapılmış tek harf kalıbı, Çin'de 1040'larda Pi Sheng tarafından icad edildi. Biraz daha sonra da, tahtadan yapılmış harf kalıpları ortaya çıktı ki, bunların ~ 1300 tarihinden kalan örnekleri Bin Buda Mağaralarında bulunmuştur. Son olarak da, dökme metal harf kalıpları geliştirilmiş olup, bu kalıpların 1403 tarihinden kalan örnekleri Kore'de bulunmuşlardır. Bunlarla basılan kitaplar ise 1409 tarihlidir

Çin'de Thang devri sonunda, barutun yapıldığı ve ilk ateşli silahların Sung devri sonundan önce ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Adı ilk kez İ.Ö. birinci yüzyıla ait Çin metinlerinde geçen güherçile, Çin ve Hint topraklarında doğal olarak bulunmaktadır. İ.S. üçüncü yüzyıl Çin simyacıları, güherçile ile kükürtü barut yapımı için uygun oranda karıştırmayı başardılar ve karışımı yüksek sıcaklığa kadar ısıttılar. Böyle deneyler, yedinci asırda sözü edilen havai fişeklerin kaynağını oluşturabilir. Thang devri savaşlarında, ateşli oklar kullanılmışsa da bunların, ucuna yanan zift sürülmüş bir oktan ibaret olması mümkündür. 969'da yeni bir tip ateşli ok ortaya çıktı. Bunun bir roket olduğu anlaşılmaktadır. 1040'dan kalan bir kayıtta, yeni ateşli roketlerde barut kullanıldığı söylendiği gibi, barutun doğru formülü ve yapılışma ait açıklama da verilmektedir. 1067 tarihli bir Çin kararnamesi, kükürt ve güherçilenin yabancı ülkelere satışını yasaklamıştır. Bu, barutun o zamanki Çinliler tarafından ne kadar değerli görüldüğünün bir göstergesidir.

Çin bürokrasisinde, Moğollar devrinde yüksek bir konuma erişen Marco Polo, Çinlilerin İ.S. 1237'de ateşli silahlara sahip olduğunu söylemektedir. O zamana ait Çin kayıtları, birkaç farklı cins barutlu silahtan sözeder. Mermi atan ateşli silaha ait ilk kayıt, 1259 tarihli olup, Sung ordularının Tatarları bambu tüpler kullanarak geri püskürttüklerini yazmaktadır. Tatarlar ise Moğollara karşı barutu 1231'de, 'Göğü Sarsan Gürleme' adını verdikleri, mancmıkla fırlatılan, parça tesirli, fitille ateşlenen barut dolu demir bir kaptan oluşan, bir bomba şeklinde kullanmışlardır. Moğollar, 1233'de bir Çin cephane tesisini ele geçirdiler. Başlarındaki general Sabutay, birkaç yıl sonra Avrupa'yı istila eden Moğollara da kumanda edecekti. 1274-81'deki Japonya'yı istila teşebbüslerinde, Moğollar, üç kaynağa göre demir top kullandılar. Bunlardan birinde eklendiğine göre, demir gülle de kullanılmıştı. Tarihi belirlenebilen en eski Çin topları, İ.S. 1354, 1357 ve 1377 tarihlidir. En eski Avrupa topları ise, İ.S. 1380, 1395 ve 1410 tarihlidir.

Sung devrinde diğer bir gelişme de, kara ve deniz yolculuklarında magnetik pusulanın kullanıma girmesidir. 1086'da, su yapıları müdürü olan bilgin Shen Kua, kendi zamanında gördüğü, fosiller, kabartma haritalar, gerçek metal dönüşümleri ve yön bulmak için sihirli araçlar gibi, çeşitli harikalardan sözeden bir eser yazmıştır. Bahsettiği dönüşüm, demirin, bir bakır sülfat çözeltisi aracılığıyla bakıra dönüşümü idi. Batıda bu, çoktan beri bir metalin diğerine, gerçek bir dönüşümü olarak kabul edilmekteydi. Magnetik pusula hakkında dediğine göre ise, bir sihirbaz yön bulmak istediğinde bir iğneyi, mıknatıs taşma sürtmekte ve sonra onu ince bir iplikle yukarıya asmaktaydı. İğne çoğu zaman güneye, fakat bazen de kuzeye yönelmekteydi. 1150'ye gelindiğinde, böyle pusulalar deniz ve kara yolculuklarında düzenli olarak kullanılmakta ve onun gerçek kuzey ve güneyden sapması da bilinmekteydi.

Sung hanedanı da, Han gibi, matematikçi, astronom, takvim yapıcısı ve alan ölçücüleri açısından zengindi. Böyle şahsiyetlerin 1764'de yayınlanan resmi Çin biyografisinde, Han devrine ait otuzsekiz meşhur matematikçiye karşılık, Sung devrinden yirmi dokuz kişiyi zikreder. Aradaki hanedanlarda ise, en fazla sayıda kayıt, dokuz ile, Sui zamanında yapılmıştır. 1247'de Ch'in Kui Shao tarafından yayınlanan, *Matematiğin Dokuz Bölümü* adlı eserde, Çin sayılarına, hane değerinin ve bir sıfır rakamının eklendiği görülmektedir. Kendisi, trigonometrik problemleri çözmek için cebrik metodlar vermiş ve zor nümerik denklemlerle birlikte belirsiz denklemlerle de uğraşmıştır. Astronomi Bürosu Başkanı olan Chon Huo, 1011-75, karelerden oluşan bir serinin istenen sayıdaki teriminin toplama problemini çözmüştü. Chu Shi Kie, ~ 1280, ise Pascal'ın binom katsayıları üçgenini ilk kez göstermişti.

Astronomide Sung devrinde fazla bir şey yapılmadı. Zira Çin astronomisi özellikle takvim problemleri ile uğraşıyordu ki, bunlarda geniş ölçüde Han devrinde tamamlanmıştı. Fakat, Sung devrindeki Konfüçyüzcüler, daha eski Taocu düşüncelerin bazı unsurlarını alıp, bunları resmi 'Gök küresi' kozmolojisi içine yerleştirerek, kendilerine göre bir doğa felsefesi geliştirdiler. En dikkate değer olanı, Yeni Konfüçyüzcü Chu Hsi, 1131-1200, idi. Ona göre evren, başlangıçta, hareket halinde bulunan ilkel bir madde kaosu durumundaydı. Bu hareket, sonra bir anafor şeklini almıştı. Bu esnada, ağır madde hafiften ayrılıp, merkeze doğru giderek dünyayı oluşturmuş; hafif madde

ise yukarıda kalarak gökleri meydana getirmişti. Merkez, anaforun hareketsiz olan yegane yeriydi ve Dünya da evrenin merkezinde olmalıydı.. Anafor, evrene düzen getirmiş olup, Dünya'yı da yerinde tutmaktaydı. Dediğine göre, 'eğer gök bir saniye için bile duracak olsa, Dünya aşağı doğru düşerdi'. Chu Hsi, gök cisimlerinin de, 'sert rüzgarlarla' hareketlerini koruduklarına inanıyordu. Her gök cismi. kozmik anaforun ayrı bir tabakasını oluşturan kendi rüzgarına sahipti. Böyle dokuz rüzgar tabakası vardı. En dıştaki, o kadar hızlı ve 'sert' hareket ediyordu ki, bu, evrenin çevresini oluşturuyordu Halbuki uzay, bunun da ötesinde, sonsuza kadar uzanıyordu. Gezegenler, dış kürenin devinen rüzgarı tarafından döndürülmekle birlikte, kendileri de öz hareketlere sahip bulunuyordu. Güneş, dış göğe karşı günde sadece bir derece dönerken, Ay, günde onüç derece dönüyordu.

Bunun nedeni, Güneş'in bir prens iken Ay'ın sadece bir nazır olmasıydı. Bu sebeple Ay, kendi yolu üzerinde koşmalıydı.

Chu Hsi, fosilleri de organik varlıkların kalıntıları olarak tanımlıyordu. Yazdığına göre,

'yüksek dağlarda sık sık midye ve istridye kabukları, bazen kayaların arasına yerleşmiş olarak görülür. Bu kayalar çok eskiden topraktı ve midye ile istridyeler suda yaşıyorlardı. Sonradan herşey ters döndü. Alttaki şeyler üste çıktı ve yumuşak ise sert oldu. Bu gerçeklerin dikkatlice incelenmesi çok önemli sonuçlar verecektir.'

Fikir ve belirli bir gözlem keskinliğini birleştiren böyle bir pasaj, Çin bilimini en iyi şekliyle yansıtmaktadır. Çinliler, bu noktanın ötesine asla geçmediler. Bilim adamları pratik işleri kendileri için alçaltıcı gördüklerinden, teori ile deneyi biraraya getiremediler. Bizzat Chu Hsi'nin anlattığına göre,

'Sun Szu-mo, Thang devrinin ünlü bir edebiyat doktoru idi. Fakat, şifa vermeyi meslek olarak icra ettiğinden, kendisi daha aşağıda olan zanaatkarlar sınıfına sürülmüştü. Ne kadar yazık!'

Thang tarihinin kayıtlarına göre,

'Matematikçiler, alan ölçenler, fizikçiler ve sihirbazlar şarlatandırlar. Bilgeler, onları aydın olarak kabul etmemiştir.'

Bu nedenle, bilginlerin çalışmaları geniş ölçüde düşünsel kalırken, alan ölçen, takvim yapan ve astronomik gözlemle uğraşan insanlar da çalışmalarında daha ziyade ampirik ve teori dışı kaldılar. Çin astronomları, on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda Cizvitler aracılığıyla Copernicus-Ptolemy-Tycho Brache tartışmasını duydukları zaman pek ilgilenmediler. Çin matematikçilerinin, astronomlarının, alan ölçenlerinin ve takvim yapıcılarının biyografilerini yazan Yuan Yuan, onsekizinci yüzyılda şunları yazmaktaydı:

Eskiler, olayların peşinden gittiler ve teorik açıklamayı önemsemediler. Avrupalıların gelişinden beri, sorular hep açıklama ile, dairesel yörüngelerle, ortalama hareketlerle, tutulmalarla ve karelerle ilgilidir...(fakat) batıdaki teorik açıklamaları gözardı ederek, doğrudan gerçekleri dikkate almak, bana zor gelmiyor.'

Teorik ve deneysel araştırmanın birbirinden böyle ayrılması, sınıflaşmış bir tarımsal karaktere sahip ekseri toplumlarda görülen bir özelliktir. On sekizinci yüzyıldaki endüstriyel devrimden önce bilim, en fazla Yunanistan ve Rönesans Avrupası gibi, ticarete yönelmiş uygarlıklarda ilerledi. Çinliler böyle bir uygarlığa hiç sahip olmadılar. Onların yöneticilerinin politikaları da daima bağımsız tüccar ve üreticiye karşı olmuştur. Bir mal önem kazanır kazanmaz, hemen millileştirilmiş, -örneğin Chou devrinde tuz, Ch'in devrinde demir ve Thang devrinde çay- ve böylece, o malın kontrolu özel elden alınmıştır. Çin zanaat ve tüccar loncaları, Ortaçağ Avrupası'ndakilere göre çok küçük kaldıkları gibi, bunlar kendilerine ait bağımsız bir gelenek de geliştiremediler. Atomik felsefenin bilimsel olarak kullanılmasından önce, eski Yunanistan ve Rönesans Avrupası'nda olduğu gibi, onun popüler olduğu devrelere bakarak hüküm verirsek, Çinlilerde, ferdiyetçi ve ticari düşünceye yatkın bir akla cazip gelebilecek atomik bir felsefe hiç oluşamadı. Çin toplumundaki en bağımsız insan, toplumun dışında yaşayan Taocu münzevi idi. O da daima, kendince idealleştirilen, sadelik ve doğaya yakınlık kavramları ile belirli sınırlar içinde kaldı.

8. Bölüm

Hint Bilimi

UYGAR toplum, Hindistan'da da, Mezopotamya, Mısır ve Çin'de olduğu gibi, bir nehir vadisindeki Tunç Çağı kültüründen ortaya çıkarak gelişmiştir. Fakat, İndüs'te, İ.Ö. ~ 3000'de yeşermiş olan uygarlık hakkında bugüne kadar fazla bir şey bilinmemektedir. İndüs vadisi halkları, bir resim yazısına ve bir ondalık sayı sistemine sahiptiler. Onlar da Sümerler gibi hızlı dönen çömlekçi tekerleği kullanıyor, bakırı kalayla karıştırarak tunç alaşımı yapıyor ve doğudakiler gibi ipek veya batıdakiler gibi keten yahut yün yerine, pamuk dokuyorlardı. Bununla birlikte, İ.Ö. ~ 2000'de İndüs uygarlığı yok oldu.

Eski İndüs vadisi uygarlığının ortadan kalkması, belki de Hindistan'ı kuzeyden gelerek istila eden ve yendikleri yerli Dravitler üzerinde bir kast toplumu kuran, Sanskritçe konuşan Ariler yüzündendi. Prakrit dili, günlük dil olarak ortaya çıktıktan çok sonra da Brahmin rahipleri olan bilginler, ritlerini ve bilimlerini eski Sanskritçe ile sözlü olarak devam ettirdiler. Hıristiyanlık çağının biraz öncesinde, alfabetik bir yazı benimsenmiş ve eski bilimler bununla yazıya geçirilmişti. Böyle eski metinler olan Vedalarda, Güneş'e, Ay'a ve bazı yıldız burçlarına ait atıflar varsa da, gezegenler den söz edilmez. Bunlarda. mihrap yapımı ile ilgili olarak Pythagoras teoreminin bazı özel halleri belirtilmiş; altın, gümüş, kurşun, demir ve belki kalay da zikredilmiştir.

Greklerin İ.Ö. 327-323'de Hindistan'ı istilasının yarattığı kargaşayı izleyen Mauyra hanedanının üçüncü imparatoru Asoka, İ.Ö. ~ 260, tarafından benimsenen yeni Budizm dini, İ.Ö. altıncı yüzyılda güçlenmişti. Taş üzerine kazılmış yazıtlardan, Asoka'nın, Hindistan'ın ilk hastahaneleri ile şifalı bitki bahçelerini kurduğu ve bunları Hindu Brahminlerine olan muhalefeti nedeniyle, Budist rahiplerin denetimine bıraktığı anlaşılmaktadır. Ayrıca bu yazıtlar, o zamanlarda, modern Hindu Arap sayı sistemine bir ölçüde benzeyen bir sayı sisteminin kullanıldığını göstermektedir. Daha sonraki yazıtlar, hane değeri ve sıfır sembolünün de ortaya çıkması ile, bizim bugünkü rakam sistemimizin olası

gelişimini göstermektedir. İ.S. 595 tarihli bir levha, 346 tarihini, onlu taban sistemi ile vermektedir. Sıfırın en eski ve şüphe götürmeyen kullanımı, Gwalior'daki bir abide üzerinde görülmekte olup, İ.S. 876'da, 270 sayısının orada bugün yazıldığı gibi kazıldığını görüyoruz. Hindistan dışında Hindu rakamlarına ait ilk kayıt. Fırat üzerinde Kenneshre'deki bir manastırda yaşayan ve cemaatsiz piskopos rütbesini taşıyan Severus Sebokht'un yazdığı bir eserde bulunmaktadır. Kendisi Grek ve Suriye bilimlerini karşılaştırarak, İ.S. 662'de şunları açıklamaktadır:

'Hinduların bilimlerinin, değerli matematik metodlarının ve anlatılanlardan çok daha gelişkin olan hesaplarının üzerinde durmayacağım. Sadece, bu hesabın dokuz sembolle yapıldığını söylemek istiyorum.'

Müslüman istilası (İ.S. 664'den itibaren) öncesine ait, para, taş yazıtlar ve metal üzerine kazılmış arazi vakfiyeleri dışında, gerçek Hint kayıtlarının sayısı azdır. Hindular, Greklerin ve belki Babillilerin de bazı bilimlerini tanıyorlardı. Fakat, kayıt eksikliği nedeniyle, bu bilgilerin Hindistan'a nasıl ve ne zaman geldiği bilinmemektedir. Hintli astronomların Hipparchus'un çalışmalarını bilip, Ptolemy'ninkileri bilmemesinden, bu bilgi akışının İ.Ö. 150 ile İ.S. 140 arasında gerçekleşmiş olması mümkündür. Geliş yolu ise, Roma İmparatorluğu ile, Hindistan'ın batı ticaretinin merkezi olan Ujjain arasındaki deniz ticaretidir. Ujjain, Asoka'nın, babası Patna'nın hükümdarlığı sırasındaki şehzadelik yeridir. Ujjain ve Patna, bundan sonra gelen hanedanlar zamanında kraliyet şehirleri olup, güneydeki Mysore ile birlikte, Hindu biliminin ana merkezleri olmuşlardı. Kendileri hakkında kesin bilgimiz olan en eski Hindu bilim adamları, Patna'da çalışan iki Aryabhatalar, İ.S. ~ 475-550; Ujjain'de bir gözlemevi sahibi olan Varahamihira, ~ 505, ve gene Ujjain'de çalışan Brahmagupta, ~ 628, dir. Daha sonraki şahsiyetler, Mysore'daki Mahavira, ~ 850, ve güneyden gelerek Ujjain'de çalışan Bhaskara, 1114-85'dır.

Varahamihira, Hindu astronomi eserleri olan Siddhantalar üzerinde ilk dikkate değer değerlendirmeyi yapan kişidir. Kendisinden önce yazılmış olan böyle beş Siddhantadan sözetmektedir. Bunlardan dördü Grek astronomisine, diğeri ise, eski Veda astrolojisine dayanmaktadır. Dörtlünün biri olan, Romaka Siddhanta, batıdan (Roma'dan) geldiğini adı ile belli etmektedir. Varahamihira da kendi astronomisinin kaynağı olarak, Yavanaları veya batı halklarını zikretmektedir. O ve diğer Hindu astronomlar, Dünya'nın küresel olup,

Güneş'in, Ay'ın ve gezegenlerin kendi dolanım süreleri ile orantılı uzaklıklarda bulunduğunu kabul ediyorlardı. Bu görüşün dayanağı, bütün gök cisimlerinin Dünya etrafında dairesel yörüngelerde, aynı düzgün hızla döndüğü kabulü idi. Hindu astronomlarının çoğu, güneş sistemindeki her cismin, bir rüzgar etkisi ile oluşan bir öz hareketi olduğunu ve buna ek olarak da, daha büyük bir hava anaforunun bütün gök cisimlerini Dünya etrafında, her yirmi dört saatte bir kez döndürdüğünü düşünüyorlardı. Genel olarak kabul edilmese de, Aryabhataların biri veya ikisi de, yeryüzünden yüz mil kadar yukarda esen bir rüzgar etkisiyle, Dünya'nın kendi ekseni etrafında günlük bir dönme yaptığını kabul ederek, büyük anafordan vazgeçmişlerdi. Hindular, gezegen hareketlerinde görülen karmaşıklığı açıklayabilmek için, Greklerin episikl denen matematiksel aracını kullanmış ve sonuçları daha da iyileştirmek amacıyla ovoid episikl'den de yararlanmışlardı. Fakat, Ay'ın hareketlerini açıklamak için, Hindu astronomlarının kullandıkları metodlar, Babil etkilerinin açık izlerini taşır.

Hinduların matematiksel eserleri, astronomilerinden daha dikkate değer olup, bunlar Greklerin geometri geleneğinden daha çok, Babil matematiğinin cebirsel geleneğini sürdürmekteydi. Aryabhatalar, aritmetik serilerin toplamını inceleyerek, doğrusal ve kuvadratik belirsiz denklemlerin çözümleri için çaba göstermişlerdir. Kendileri, Grekler tarafından kullanılan yay yerine, açıların sinüslerini kullanmayı ortaya atarak, trigonometri çalışmalarına başlamışlardır. Brahmagupta, astronomi problemlerinde, açık olarak genel cebirsel metodların uygulanmasını geliştirdi. Kendisi, birinci dereceden belirsiz denklemleri çözmek ve ikinci dereceden denklemlerin bir kökünü bulmak için genel metodlar verdiği gibi, iki kenarı birbirine paralel olan herhangi bir dört kenarlımn alanı için genel bir formül bulmuştu.

Mahavira, sıfırı kullanarak, toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini anlatmıştır. O, herhangi bir sayının sıfırla bölümünün sonucunu sıfır olarak vermiştir. Sonucun sonsuz olacağına, daha sonra ilk kez Bhaskara işaret etmiştir. Mahavira tarafından verilen iki problem, Çinlilerin, *Dokuz Bölümde Aritmetik* (~ İ.Ö. 200) adlı eserinde bulunmaktadır. Problemlerden biri, İ.S. altıncı yüzyılda yazılmış bütün Hindu matematik eserlerinde mevcuttur. Budizm, bağlayıcı bir halka oluşturmuş, İ.S. ikinci yüzyıldan itibaren Hintli misyonerler Çin'e gitmişler ve Çinli hacılar da dördüncü yüzyıldan başlayarak Hindistan'ı ziyaret etmişlerdir. Sui hanedanının İ.S. 610'da tamamlanan resmî Çin tarihi, Çinceye tercüme edilmiş olan bir kısım Hindu, matematik, astronomi ve tıp eserlerinden söz eder.

Hinduların tıp ve kimyası. matematik ve astronomisi kadar önemli değildi. En eski Hindu tıp eseri, İ.Ö. dördüncü yüzyıldan kalan Bower elyazmasıdır. Bu elyazması, bir ilaç listesi ile bunların nasıl kullanılacağına ilişkin bilgileri içermektedir. Bunlar, daha sonraki eserlerde, özellikle İ.S. ikinci yüzyıla yerleştirilen Charaka adlı tıp eserinde ve ameliyatlar üzerine temel bir eser olan ve beşinci yüzyıldan kalan Susruta'da da verilmişlerdir. Daha sonraki eserler de Grek kaynaklarına dayanmaktadır. Örneğin Charaka. Aristoteles'den alınma, tasımsal (syllogical) akıl yürütme kurallarını vermektedir. Charaka, insan vücudunda üç yaşamsal süreç ayırt etmektedir. Birincisi, göbek altındaki bölgede havanın işlemleri, ikincisi göbek ile kalp arasındaki bölgeyi kontrol eden safra nedeniyle. ve üçüncüsü de kalb üzerindeki balgam etkisi ile oluşmaktaydı. Bu yaşamsal süreçler, kilüs, kan, et, yağ, kemik, ilik ve meniden oluşan. yedi ilkel maddeyi meydana getiriyordu. Sağlık, bu yedi ilkel maddenin niceliksel uyuşumuna bağlı olup, bunun herhangi bir bozukluğu, hastalığa sebep oluyordu.

Ameliyat kitabı Susrata, Charaka'ya üstündür. Orada, 121 farklı ameliyat aleti tarif edilmekte ve modern zamanlardan önce bilinen ameliyatların çoğu hakkında bilgi verilmektedir. Malarya ile sivrisinek arasındaki ilişki, şeker hastalarının çıkardığı tatlı idrar, Susruta'da kaydedilmektedir. Bu eserlerde, altın, gümüş, bakır, kalay, kurşun ve demir gibi altı metal ve yumuşak alkaliden ayrılan yakıcı alkaliler zikredilmektedir. Daha yeni bir tıp kitabı olan ve yedinci yüzyıldan gelen Vagbhata, cıvanın Hindistan'daki ilk kaydını içermektedir

O devrin Çinli hacılarının anlattığına göre, simya uygulamalarının, yedinci yüzyılda başladığı anlaşılmaktadır. Bu, Brahminizmin yeniden canlanması ile ilgili görülmektedir. Zira, Hinduların temel simya eserleri, eski Vedalara dayanan Tantralardır. Bunlar. Budizme karşıt olarak Brahma dinini yaymak amacıyla yazılmıştır. İddiaya göre, Hindu simyacıları, kuvvetli mineral asitlerini bilmekteydiler. Bu iddia, sekizinci yüzyıldan kaldığı söylenen bir kitaba dayanmaktadır. Bunda, metallerin bir sıvı tarafından 'öldürüldüğünden' sözedilmektedir. On ikinci yüzyıla dayandırılan bir Tantrada, bu sıvının yeşil sülfrik asitten hazırlanışı tarif edilmektedir. İ.S. 780'ye ait bır Çin kaydının belirttiğine göre,

'Hindistan'da Pan-ch'a-cho Suyu denilen bir madde vardır. Bu, dağlardaki minerallerden üretilir....O, bitkileri, odunları, metalleri ve demiri eritebilir. Gerçekten, o bir şahsın eline konsa, onu da yok eder.'

Çinlilerde olduğu gibi, Hindu simyasının da, öncelikle altın yapımı ile de ilgili olan, ölümsüzlük iksirinin araştırılmasına yönelmiş olduğu görülmektedir. Başka yerlerdeki gibi, altın yapımı ve yaşam iksiri hazırlamak için gereken temel maddeler, cıva ve kükürt olarak kabul ediliyordu. Bununla birlikte, Hindular, kükürtü erkek ve cıvayı dişi madde olarak düşünen Çin ve batının tersine, cıvayı erkek ve kükürtü dişi kabul ediyorlardı. Cıva ve kükürt gibi ilkel maddelerin yanında, Hindularda toprak, su, hava, ateş ve esir, veya kendi başına uzay, gibi beş eleman vardı. Sonuncusunun Greklerden alınmış olduğu düşünülebilir. Beşinci yüzyılda Brahminler ile Budistlerin Jain mezhebi arasında iyice yerleşen Atomik felsefe de böyledir

Hinduların modern bilime en önemli katkısı, bizim modern sayı sistemimizi ve genelleştirilmiş cebirsel işlemleri geliştirmeleridir. Onların diğer bilimleri, ödünç alınmış olmanın yanı sıra, biraz da eskiden kalan Veda bilgilerinin direnişi dolayısı ile, değer kaybetmiştir. Matematiklerinin niteliği de biraz karışıktır. 1017'den 1030'a kadar Afganistan'ın Gazne şehrinde yaşayan İranlı el-Biruni, 973-1048, Sanskrit edebiyatını incelemiş, Hinduların ve bilimlerinin bir tarihini yazmıştı. Onların matematiksel bilimleri hakkında şunları söylemiştir:

'Ben onların astronomi ve matematiğe dair eserlerini ancak incili istridyelerle ekşi hurmaların karışımına, yahut birarada duran pahalı kristaller ile çakıl taşlarına benzetebilirim. Kesinlikle bilimsel akıl yürütme metodlarına başvuramadıkları için, her iki cins şey de onların nazarında eşittir.'

9. Bölüm

İslam Dünyasında Bilim ve Teknoloji

İSA'dan sonra, 634-750 yılları arasında, batıda Pirenelerden doğuda Çin sınırına kadar büyük bir imparatorluk kurmuş olan Arabistan sakinlerinin, bu fetihlerine başlamadan önce bütünüyle barbar bir yaşam sürdükleri söylenemez. Arap tacirleri, Hindistan'daki Ujjain ile Mısır'daki İskenderiye limanları arasında deniz ticaretinde söz sahibi olarak Aden'den Hindistan'a kadar deniz yollarını geniş ölçüde tekelleri altına almışlardı. Doktrinleri ile Arap fütuhatının esin kaynağı olan Muhammed Peygamber'in kendisinin de bir tacir olduğu söylenir. Roma ve Bizans imparatorluklarının uçlarında yaşayan Arap kabileleri, yer yer Romalılar ile Bizans Rumlarının hizmetlerine girerek efendilerinden bazı şeyleri öğrenme olanağını bulmuşlardı. Başlıca Suriye'de olmak üzere, bazı Araplar hıristiyanlığı kabul ederek Bizans imparatorluğunda devlet hizmetine de alınmışlardı. Görülüyor ki, İslamın yükselişinden önce Araplar arasında eğitim görmüş olanlar vardı ve bunlar daha sonra Yunan bilimlerinin Müslümanlar tarafından benimsenmesinde kolaylaştırıcı bir rol oynayacaklardı.

Romalıların hizmetinde bulunan ve böyle bir sınır kabilesi olan Emeviler, Suriye'yi olduğu gibi devralarak, 661 yılında Şam'da ilk İslam Halifeliğini kurdular. Emeviler daha başlangıçtan itibaren Helen etkisinde kalmışlardı. Şam'a getirdikleri yabancı uzmanlarla, Emeviler, 700 yılında bir astronomi gözlemevi kurdular. Ne var ki, Helenleşmiş bu Emeviler, dinin itici gücünden yeteri kadar yararlanamadıklarından, 749 yılında daha mutaassıp olan Abbasiler tarafından dize getirildiler. Kendi halifeliklerini Bağdat'da kuran Abbasiler, Helenize olmak yerine, fethettikleri ülkede Pers kültürünün etkisi altında kaldılar. İkinci Abbasi halifesi el-Mansur, beşinci yüzyılda Jundishapur'da bir tıp ve astronomi okulu kuran Perslerden örnek alarak, bilim adamlarını Bağdat'a davet etti. Manka isimli bir Hintli astronom 773 yılında el-Mansur'a başlıca Hint bilim eserleri olan Siddhantalar, Charaka ve Susrata'nın

çevirilerini takdim etti. Üçüncü halife Harun er-Reşid özgün Yunanca makalelerin toplanmasını emretmişti. Nihayet, dördüncü halife el-Me'mun ~ 828 yılında, bu tür eserlerin çevirilerini sağlamak üzere 'Bilgelik Evi'ni (Beytü'l-Hikme) kurdu. Burada, ~ 809-77 arasında baş çevirmen olarak çalışan Nasturi kökenli, Huneyn İbn İshak. Galen'in tıbbi makalelerinin çoğunu çevirdiği gibi, arkadan da Ptolemy astronomisinin çevirisine başladı. Kendisinin ölümünden sonra, 910 yılında ölen ve Ptolemy ile Euclid'in tüm eserlerini çeviren oğlu İshak ile birlikte. Hippocrates ve Dioscorides'in eserlerinin çeviren yeğeni Hubeyş başlarında olmak üzere, onun 90 öğrencisi çalışmaları sürdürdü.

El-Me'mun ayrıca, 829 yılında, Bağdat'da bir astronomi gözlemevi kurdu. Burada gözlemler, 850 yılındaki ölümüne kadar, el-Fergani tarafından başlatıldı ve daha sonra yıldızlara tapan Sabilerden el-Battani, ~ 858-929, ve Sabit bin Kurra, 826-901, tarafından sürdürüldü. Bu bilim adamları, Mezopotamya'nın Harran bölgesinde astroloji ve yıldızlara tapınmayı içeren eski Babil dininin bir devamı olan ve on üçüncü yüzyılda Moğollar tarafından tümü yokedilene kadar Mezopotamya'yı ardı ardına hükümranlığı altına almış yönetimler tarafından hoşgörü ile muamele gören putperest Sabi mezhebinden geliyorlardı. El-Battani'nin ekliptik düzlemin eğikliği ve gün dönümü noktalarının saptanması ile ilgili olarak elde ettiği değerler, Ptolemy'nin hesapladığı değerlerden daha doğru idi. El-Battani ayrıca, Güneş eksantrisitesinin değişkenliğini ilk keşfeden kişi olmuştur (modern ifade ile, Dünya'nın yörüngesi, değişen bir elipstir). Bu arada, 835 yılında ölen el-Harezmi. İslam dünyasına ilk olarak Hint rakkamlarını ve Hint hesap yöntemlerini tanıtmıştı. Ne var ki, onun ortaya koyduğu cebir, Hint cebri kadar gelişmiş değildi.

Tıbbi konularda ilk özgün Müslüman yazar, Huneyn'in öğrencilerinden biri tarafından Bağdat'da yetiştirilmiş olan el-Razi'dir, 865-925. El-Razi, ya da, batılıların tanımı ile Rhazes, yüze yakın eser vermiştir. Bu eserlerin arasında en çok tanınanı Yunan, Hint ve Ortadoğu tıbbını kapsayan '*Kapsamlı Kitap'dır*. Razi'nin döneminden biraz sonra, 981 yılında eserler vermiş olan El-Nedim, Çin'den gelen bilim adamlarının, yaklaşık bir yıl kadar Razi'nin yanında kalarak Arapça öğrendiklerini ve Galen'in eserlerini Çinceye çevirdiklerini söylemektedir. Galen'in Çin tıbbını etkilediği yönünde herhangi bir bilgiye

sahip değiliz. Bununla birlikte, Çin tıbbında önemli bir yer tutan nabız atmasının, İslam tabiblerinin daha sonraki kuşağından gelen ve 980-1037 yıllarında yaşamış olan Buharalı İbni-Sina'nın, '*Tıp Kanunları*' isimli kitabında yer almış olduğunu görüyoruz. Ne Razi ne de İbni-Sina'nın, (batılıların tanımı ile Avicenna) Galen'in kuramlarını geliştirmiş oldukları söylenemez. Ne var ki, her iki bilim adamı da uygulama yönünden çok daha fazla sayıda ilaç tanımaktaydılar.

İslamda simya, dokuzuncu yüzyılda 'Mistik' ismi ile de tanınan Cabir bin Hayyan'la ortaya çıktı. Cabir'in, veya Ortaçağ Avrupası'nda tanınan ismiyle Geber'in eserleri olarak, günümüzde bilinen metinler, aslında, onuncu yüzyılda ortaya çıkmış olan ve kendilerine 'İhvan as-Safa'[2] adını veren mistik bir mezhebin koleksiyonuna aittir. Simya bilimi bir taraftan mistik dinle, öbür yandan da Kimya zanaatı gelenekleri ile ilişkili görüldüğünden, her devirde biraz 'gayri resmi' bir hüviyete sahip olmuştur. Bu ilişkiler, belki de İslam toplumunda daha da belirgin olarak ortaya çıkıyordu. Ortodoks İslam dinini resmi Sünni mezhebi oluştururken, bu dinin tüm önemli toplumsal kademelerinde, Sufi mistisizmi hakimdi. Sufiler içerisinde en köktenci mezheplerden biri, tüm insanların eşitliğini savunan ve bu eşitliğin sağlanması için fertlerin, hemcinslerine okullar açma ve ansiklopediler yayınlanma yolu ile eğitimsel faaliyette bulunmasını destekleyen, Karmati mezhebi idi. Bunlar, özellikle, sanatkarlarla ilgileniyorlar ve kurmasalar bile, zanaat lonca örgütlerinin hiç olmazsa mevcut olanlarını geliştirmeye çaba sarfediyorlardı. Bu amaçla bunlar, çeşitli İslam kentlerinde, 'İhvan as-Safa' okulları açarak fikirlerini yaymaya çalıştılar. İslam simyasının ana hatlarını kaleme almış olan bu mezhebin mensuplarının, dokuzuncu yüzyılda Sufizmin doğduğu Basra kentinde de bir, 'İhvan as-Safa'okulu açtıkları anlaşılmaktadır. Bu kimselerin yazdığı ansiklopedideki elli iki makaleden on yedisi bilimsel konuları kapsarken, geliştirmiş oldukları simya bilimi bunların sadece bir kısmını teşkil ediyordu... Bu eser bilime karşı bulunarak, Bağdat'taki ortodoks Sünniler tarafından yakılmış ve sonuçta, 'İhvan as-Safa' mezhebi, on birinci asırda tamamiyle bastırılmıştı.

---

[2] Brethren of Purity (İng.): Saf Kardeşler Topluluğu, (Ç.N.).

'İhvan as-Safa', ortodoks İslam bilim adamlarının eski Yunanlılardan devraldığı tümden gelimci, geometri benzeri bir mantığa karşı çıkıyorlardı. Onlar, mantığın üzerine yücelttikleri gizemciliğin, ampirik yollardan keşfedilebileceğini ileri sürüyorlardı. Tarih boyunca simyacılar ve din mistikleri arasında rağbet gören, insanın evren içerisinde bir mikrokozmos olduğu kavramı, 'İhvan as-Safa' tarafından benimsenerek, onların inandıkları dünya sisteminin temelini oluşturdu. İnsanın bir mikrokozm veya tüm evrenin bir örneği olduğu fikrinin sonuçları, insan anatomisi ve fizyolojisi ile o günkü bilgilere göre evrenin yapısı ve işleyişi arasındaki ilişki ve benzerlikler araştırılarak, ilk kez bu mezhep mensupları tarafından ayrıntılarıyla incelendi. İnsanın beden ve ruh'tan oluştuğu fikrine benzer olarak onlar, özellikle kimya alanında, doğada bulunan maddeleri 'bedenler' ve 'ruhlar' olmak üzere iki esas sınıfa ayırmışlardı. 'Ruhlar' uçucu maddeler iken, 'bedenler' de uçucu olmayan maddelerdi.

Onlar her şeyin, özellikle, metallerin cıva ve sülfür özlerinin karşılıklı etkileşimi ile oluştuğunu savunan bir doktrin ileri sürdüler. Böyle bir doktrinin başlangıcı, hem Çin hem de İskenderiye'de geliştirilen simya bilimlerinde mevcuttu. Sülfür özü, etkin, erkek ve ateşli bir cevher olup, Çinlilerin Yang'ına ve Aristoteles'e atfedilen *Meteoroloji* kitabında sözü edilen 'Dumanlı Nefes'e karşı gelmekteydi. Cıva özü ise, edilgen, dişi, sıvı bir cevher olup, Çinlilerin Yin'ine ve *Meteoroloji*'nin Nemli Nefes'ine karşı gelmekteydi. İslam simyacıları, eski Yunanlıların dört eleman doktrinini alarak, bir metalin içerisinde bulunan eleman oranlarının niceliksel olarak değiştirilmesi yolu ile başka metaller elde edilebileceğini savunuyorlardı. Uygulama alanında çalışan İslam simyacıları ise, terazi kullanmak suretiyle kimyasal işlemleri niceliksel olarak yürütmeleriyle ün yaptılar. Onlar aynı zamanda, eski Yunanlıların bilmedikleri mineral asitlerini ve 'Çin Karı' ismini verdikleri, güherçile gibi bazı kimyasal maddeleri de biliyorlardı.

Müslümanların Çinlilerden öğrenip batılılara aktardıkları diğer bir teknik de kağıt yapımı idi. 704 yılında Semerkant savaşı sonucu Müslümanlarca ele geçirilen kağıt yapımcısı bazı Çinliler bu sanatı, savaşı kazanan Müslümanlara öğretmişlerdi. Böylelikle, ilk kağıt imalathanesi 751 yılında Semerkant'ta kuruldu ve onu 793 yılında Bağdat'daki imalathane izledi. Kağıt yapımı daha sonraları 900 yılında Mısır'a, 1100 yılında İspanya'ya ve nihayet, Pirenelerdeki Herault kentinde 1189 yılında üretime geçen imalathane ile de kuzey Avrupa'ya yayıldı.

Selçuklu Türkleri'nin başlangıçta paralı asker olarak girdikleri doğu halifeliğinin kontrolunu adım adım ele geçirmeleri sonucunda, Bağdat giderek önemini yitirdi. Türk yönetimi altında kalan bazı bilim adamlarından, 1123 yılında ölen şair ve matematikçi Ömer Hayyam, matematikte kuadratik denklemlerle ilgili çalışmalar yapan El Harezmi'nin buluşlarını geliştirerek, bunları kübik denklemlere uygulayan önemli bir araştırıcıdır. Diğer bazı bilim adamları ise doğuya doğru göçerek, Hindistan'ın Müslüman kesimlerine yerleştiler. Bunlardan El Biruni, Afganistan'daki Gazne kentine yerleşerek Hindistan tarihini kaleme aldı. Bununla beraber Müslüman bilim adamlarının çoğu, 995 yılında bir 'Bilim Evi' kurmuş olan Fatimi halifesi El Hakim'in, 926-1020, saltanatı sırasında, Kahire'ye gelip yerleştiler.

Basralı İbnü'l Heysem, 965-1038, özellikle optik alanındaki çalışmaları ile ünlüdür. Bu bilim adamı, Euclid, Ptolemy ve diğer bazı eski bilim adamlarının, gözün görmesi için, ışık ışmları gönderdiği, şeklindeki kuramma karşı çıkmıştır. İbnü'l Heysem'e göre, herhangi bir kaynaktan küresel olarak dağılan ışığın, üzerine düştüğü cisimlerden yansıması sonucu bu cisimler görünür hale gelirler. İbnü'l Heysem'in büyüteçler üzerinde yaptığı çalışmalar, kendisini dışbükey merceklerle ilgili modern teoriye yakınlaştırdığı gibi, genel olarak kırınım olayında, o, Ptolemy'nin, verilen bir arayüzey için ışığın giriş açısının, oluşan kırılma açısı ile orantılı olduğu şeklindeki yaklaşık kuralının, ancak ufak açılar için geçerli olduğunu göstermiştir.

El Hakim döneminde Kahire'de çalışmalarını sürdüren diğer bir bilim adamı da, 1009 yılında ölen İbn-i Yunus idi. Bu bilim adamı geçmiş iki yüzyıl boyunca yapılmış olan tüm gözlemleri toplayarak bu verilerden, kendi patronunu onurlandıran bir isim altında, Hakimi astronomi tablolarını hazırlamıştır. Bu olaydan kısa bir süre önce, Kahireli el-Mesudi, ölümü 957, yazdığı ansiklopedik bir doğa tarihinde, ilk kez, yeldeğirmenlerinin tanımlanmasını yapıyordu. Bu değirmenler, düşey bir dönme eksenine sahip olup, gemilerdeki gibi yelkenlerle donatılmıştı.

Mısır'da, Eyyubi sultanlarının egemenliği sırasında bilimsel araştırmalar sürerken, Yahudi filozof Maimonides İspanya'dan gelerek saltanatın kurucusu olan ve 1174-93 yılları arasında sultanlık tahtında oturan Salaheddin Eyyubi'nin özel doktorluğunu yaptı. Maimonides, 1135-1204, tababet sorunları

ile ilgilenmesine rağmen eserlerini genellikle felsefi konularda vermiştir. Maimonides bir tabib olarak Galen'in kuramlarını eleştiriyordu. Daha sonra Şam'dan gelerek Kahire'deki Nasıri hastanesinin baştabibliği görevini devralan İbnü'n Nefis, 1210-1288, Galen'in eleştirilmesini daha belirgin çizgilerle sürdürdü. Ona göre, yüreği iki parçaya ayıran septum duvarı katı bir maddeden yapılmıştı. Bu duvarın üzerinde Galen'in kuramsallaştırdığının tersine, kanın bir yandan diğer yana geçmesine olanak sağlayan süngerimsi bir yapı mevcut değildi. Sonuç olarak bu bilim adamı, kanın, yüreğin sağ yanından sol yanına geçmesinin ancak akciğerler yolu ile olabileceğini işaret etmişti. Böylelikle İbnü'n-Nefis, gerçekte küçük kan dolaşımından söz etmekteydi. Ne var ki, onun bu buluşu o günkü bilimin kapsamına girememiş ve ancak bu yüzyılda gün ışığına çıkmıştır.

İslam bilim adamları arasında bir üçüncü gurup, İspanya'da ortaya çıkmıştı. Bu ülkede Şam kökenli Emevi halifelerinin hayatta kalan torunları, 755 yılında Endülüs'te bağımsız bir krallık kurmuş ve bunların torunları, onuncu asırdan itibaren kendilerine Kurtuba Halifeleri ünvanını vermişlerdi. 970 yılında bu kentte bir kütüphane ile birlikte bilimsel bir akademi kuruldu. Bir süre sonra bu kurumların benzerleri Toledo'da çalışmaya başladı. Bu devirde yaşamış olan (ölümü ~ 1093) Kurtuba'lı kraliyet doktoru Ebu'l-Kasım Zehravi (Abulcasis), otuz bölümden oluşan büyük bir tıp el kitabı yazmıştı. Bu kitabın son bölümü, Müslüman bilim adamlarının o güne kadar ihmal etmiş oldukları bir konu olan cerrahiye tahsis edilmişti.

Astronomi, Batı halifeliğinde Toledolu İbnü'z-Zerkale, 1029-87, ile gelişme çizgisine oturdu. Bu bilim adamı, 1080 yılında Toledo astronomik tablolarını düzenledi ve Merkür gezegenin episikli için eliptik bir deferentin uygunluğuna işaret ederek, Ptolemy sistemini değiştirdi. İbn-i Rüşt'ün, 1125-98, eserlerinde filozofik ifadesini bulmuş olan Aristotelesci düşünce akımından bir hayli etkilenen İspanya Müslümanları, evrenin gerçek anlamda bir fiziksel tanımının yapılmasını arzu ettikleri için, Ptolemy sistemini acımasızca eleştiriyorlardı. Bu hareket Saragozalı İbn-i Bâcce, (Avempace) ölümü 1139, ile başladı ve 1185'de ölen Granadalı İbn-i Tufeyl (Abubacer) ve ~ 1200'de ölen El-Bitruci (Alpetrugius) tarafından sürdürüldü. Bu bilim adamları, Ptolemy'nin episikl modelini, gezegenlerin herhangi bir geometrik nokta etrafında değil de

fiziksel olarak gerçekte varolan merkezsel bir kütle çevresinde döndükleri gerekçesiyle, tümden reddediyorlardı. Dolayısıyla onlar, Aristoteles'in benimsediği, eşmerkezli kürelerden oluşan Eudoxus sisteminden hareket ederek, fiziksel açıdan olanaklı bir göksel sistem modeli yaratmaya çalışıyorlardı. Ne var ki, Eudoxus bile gezegenlerin en çok bilinen yaklaşma ve uzaklaşma özelliklerini açıklığa kavuşturamamışken, bu Müslüman bilim adamları şimdi hem sayıca daha çok ve hem de nitelik bakımından daha karmaşık sorunlarla karşı karşıya geldiklerinden, bu gayretlerinde başarısız kalıyorlardı.

Batı halifeliğinde bilimin yükselişi, İspanya'nın Hıristiyan istilasından çok kısa bir süre önce olmuştur. 1085'de Hıristiyanların eline düşmüş olan Toledo başta olmak üzere, İslam bilimi, Hıristiyan egemenliği altına giren birçok kentte gelişmesine devam etti. Bu nedenle, İspanya, eski bilimlerin batıya girdiği tek yol olarak varlığını sürdürdü. Müslümanlar, diğer birçok uygulamalı tekniği benimsemeye pek fazla istekli olmamakla birlikte, Çin kağıt yapma sanatı da bu yoldan batıya geçti. Müslümanlar, barut ve ateşli silahlara Moğol istilasına kadar yabancı kaldıkları gibi, Çinlilerin matbaa tekniklerini de çok sonra benimsediler. Çinlilerin kullandığı matbaa yöntemlerinden söz eden ilk İslam kaynağı, İranlı bilim adamı el-Banakati'ye, ~1200, ait bir eser olmakla birlikte, fiilen ilk baskı, tahminen 900-1350 yılları arasında Mısır'da uygulanmıştır.

Bir yandan doğu halifeliğini, öbür yandan Çin'deki Sang sülalesine kadar Asya'yı baştan başa fetheden Moğollar, tarih sahnesine çıktıkları ilk devirde, belki de Arapların ilk günlerindekinden daha da barbardılar. Ne var ki, onlar zamanla, egemenlikleri altına aldıkları toplumların uygarlıklarını benimseyerek geliştiler. Moğol istilaları tamamlandığında, doğu ile batı arasındaki her türlü ilişki, eskiye kıyasla çok daha dolaysız ve kolay bir hale gelmişti. Bu nedenledir ki, Marco Polo, 1254-1324, Çin'e kadar giderek orada, imparatorluk tuz bürosunda yüksek bir görev alabildiği gibi, Çinli Mar Jaballaha, 1244-1317, da batıya gelerek, 1281 yılında, Nasturilerin Patriği makamına oturabiliyordu.

Çin'e karşı yöneltilen ilk Moğol saldırıları, 1214 yılında Cengiz Han'ın kumandasında yapıldı. 1233 yılında Moğol general Sabutay, Pien Çhing'de bir cephane fabrikasını zaptedince orada çalışan işçilerin hayatlarını bağışlaması

sayesinde, 1235 yılında Avrupa'daki savaşlarında ateşli silahlardan yararlanamasa bile, düşmanlarına karşı barut ve el bombası kullanabilmişti. Dolayısıyla, Avrupa'ya barut ve ateşli silahların Moğollar tarafından getirildiği rahatlıkla söylenilebilir. Yine matbaa fikrinin, tüm teknik ayrıntıları ile birlikte olmasa bile, Batı'ya bu yoldan geçmiş olması çok olasıdır. Zira, bir süredir Çin'de basılan oyun kağıtları, Moğol istilasından hemen sonra Avrupa'da yaygınlaşmış ve bunlar doğu çıkışlı olarak tanınmıştı. Ayrıca, el arabasının ve demir dökümü tekniklerinin de Avrupa'da aynı devirde ortaya çıktığı bilinmektedir. Ne var ki, bu gelişmelerin rastlantısal olarak her iki kıtada da aynı zamanda olması kuvvetle olasıdır. Buna karşılık, gene Moğollar aracılığı ile, damıtılmış alkollü içkiler ve gözlük camları, onüçüncü yüzyılda Avrupa'dan Çin'e götürülmüştür.

Moğollar, Çin uygarlığını olduğu gibi benimsediler. Bilim adamlarından oluşan mevcut sivil yönetimin çalışmalarından yararlandılar. Lakin bu idarenin başına Marco Polo gibi yabancıları atamayı tercih ettiler. Moğollar Pekin'de, batıdan gelen Müslüman bilim adamlarının yanında yerli Çinlilerin de çalıştığı bir gözlemevi kurdular. Burada kullanılan araçların bazıları, günümüze kadar gelmiştir. Bunlar arasında, özellikle, devsel halkalı küreler ile duvar kuvadrantları önemlidir İlk sayfası Arapça ve Çince karakterlerle kaleme alınmış bulunan ve Semerkantlı Abn Ahmad'ın[3] Pekin'deki Moğol efendisi için 1362 yılında hazırlamış olduğu bir dizi Ay tabloları da bugün Paris'te bulunmaktadır.

Cengiz Han'ın torunu Hulagu Han, 1258 yılında daha batıdaki Bağdat'ı yağmalayarak doğu halifeliğine son verdi. Hulagu Han, Azerbeycan'da, Tebriz'in güneyindeki Meraga'da bir gözlemevi kurarak bu gözlemevine kendisi de bir Astronom olan Veziri Nasireddin Tusi'yi, 1201-1274, atadı. Bu gözlemevinde, bir yandan 400 bin ciltlik bir kitaplık kurulurken, öbür yandan, dünyanın dört bucağından, hatta Çin ve İspanya gibi ülkelerden getirilen

[3] Bu isme başka bir kaynakta rastlayamadım. İsim, Abu veya Ebu Ahmad olabilir. Maraga gözlemevi
1316 civarında yıkıldığına ve Semerkant gözlemevi 1420'de açıldığına göre; bilimin İslam Dünyası'nda zorda bulunduğu bir sırada yaşamış olması gereken bu kişinin Pekin'deki efendisi (Kubilay Han'ın torunu) altı yıl sonra, 1368'de Tahttan ayrılmak zorunda kalmıştır. Danıştığım Prof. Mason, bu referansı çıkarabileceğimi söylemişse de, orijinal metne sadık kalmak için aynen veriyorum (Ç.N.).

Astronomlar görevlendirildi. Çin'den gelen Fu Meng-chi ile Endülüs'ten gelen el-Magribi, Çin ve Uygur takvimleri hakkında bir monografi yazdılar. Nihayet on iki yıllık gözlemleri içeren bir çalışma sonunda, Nasireddin ve yanındaki astronomlar, "Ziyc-i İlhani" adlı tabloları düzenlediler. Tebriz'de ise, 1294 yılında. Çin ve Arap karakterleri ile yazılmış ilk kağıt para piyasaya sürüldü. Bunu izleyen birkaç yıl içerisinde, İranlı hekim Raşid el-Din, 1247-1318, Çin'de uygulanan baskı teknikleri konusunda ayrıntılı bir çalışma ortaya koydu. Tatar bilimi son büyük aşamasına, Timur'un torunu olan Uluğ Bey'in, 1394-1449, Semerkant'da 1420 yılında bir gözlemevi kurmasıyla ulaştı. Bu gözlemevinde, Hipparchus'un daha önce incelediği yıldızların konumları hakkındaki haritalar yeniden düzenlenmiştir. Bu gözlemler, on altıncı yüzyılda Tycho-Brahe'den önce yapılmış olanların en doğrusudur.

10. Bölüm

Ortaçağ Avrupası'nda Teknoloji ve Zanaat Geleneği

YAKLAŞIK olarak, Roma'nın 455 tarihindeki düşüşünden, Batının, Papa Sylvester II, 999-1003, yönetimindeki ilk entelektüel uyanışına kadar sürmüş olan Karanlık Çağlar'a, geleneksel olarak Avrupa uygarlığının kısır bir dönemi olarak bakılır. Bu, doğa felsefesinde böyle olmakla birlikte, o asırlar süresince çoğu insan için, klasik antik çağlara göre maddi olarak daha üstün bir yaşam tarzına temel oluşturan birtakım yenilikler de ortaya çıkmıştır. Roma imparatorluğunu dağıtarak istila eden barbar Tötonlar; sarınarak giyilen toga yerine pantolan, zeytinyağı yerine tereyağ kullanımı, keçe yapımı, kayak, fiçı ve tekne yapımı v.b. gibi, alıştığımız bir sürü ufak tefek şeyleri de beraberlerinde getirmişlerdir. Daha da önemlisi, çavdar, yulaf, kılçıksız buğday ve şerbetçi otu gibi bazı besin maddeleri tarımına giriş, ata binerken üzengi kullanımı, ortaçağ malikanelerinin yaşam tarzının temelini oluşturan, üç tarla sistemi (tarlaları üçe bölüp, bir veya iki parçayı nadasa bırakıp birini ekmek) için gerekli ağır tekerlekli saban. barbar istilasından sonra kullanılmaya başlanmıştır.

Antik devirlerde kullanılan eski saban, Tunç Çağı başlangıcından o günlere kadar temelde değişmeden kalmış ve İ.Ö. 1000 yıllarından itibaren, saban keskisi denilen ahşap parçanın demirden yapılma geleneği sürdürülmüştür. Başlangıçta tekerleği olmayan sabanı kullanan kimsenin, toprağı gereken yükseklikte kesebilmesi için, sabanı ustalıkla yönetmesi ve bunun için de ayrıca bir güç harcaması gerekmekteydi. Sonunda açılan iz doğrusal olmadığı gibi toprak da istenilen derinlikte sürülememekteydi. Böylece. toprak sadece yüzeysel olarak kazılmakta olduğundan, onu arzulanan derinliğe getirebilmek için, birincisine dik olarak ikinci bir kez sürmek gerekiyordu. İki aşamalı bir sistem uygulanan Akdeniz bölgesinin hafif, kuru topraklarında. bir yıl mahsul alınan tarla, ikinci yıl nadasa terkedilmekteydi. Buralarda, eski saban makul derecede etkili olabilirken, kuzeyin daha ağır, nemli ve daha zengin topraklarında yeni saban kendini kanıtladı.

İ.Ö. 100 yıllarından önce, barbarlar tarafından kullanılmaya başlayan yeni sabanın, tekerlekleri vardı. Bununla, sabanın toprakta açtığı izin derinliği kontrol edilebildiği gibi, saban sürücüsünün gücünden de tasarruf sağlanabiliyordu. Toprağı kesmeye yarayan bir keski ve yine kesilen toprağı ufalayıp yana savuran bir kulakla donanmış olan yeni saban, toprak üzerinde derin ve düz izler bırakarak, güneyde kullanılmakta olan çapraz sabanlama uygulamasını safdışı bıraktı. Böylelikle bu yeni saban, Alpler ve Loire bölgesinin güneyinde uygulanan ikili sistemdeki kare şekilli tarla ekimine karşılık, kuzeyde kullanılan üçlü sistemde, uzun tarla şeritlerinin ekimine yol açtı. İlk kez İ.S. 765 yılında adı geçen üçlü sistemin getirdiği başlıca yenilik, geleneksel kış ekimine ek olarak ürünlerin bahar aylarında da ekilebilme olanağını sağlamasıydı. Bu bağlamda tipik bir ekim çevrimi şöyle olmaktaydı: İlk yıl buğday ve arpadan oluşan kış ekimi yapılırken, ikinci yılın baharında, yulaf, arpa ve baklagiller ekilir, üçüncü yılda ise toprak dinlenmeye terkedilirdi. Böylelikle birim başına aynı üretim kapasitesine sahip eşit alanlı iki tarladan, kuzeyde üçlü sistemle ekileni, güneydeki ikili sistemle yapılan ekimden 1/3 oranında daha fazla ürün sağlamaktaydı.

Yeni saban eskisinden daha ağır olduğundan eskiye göre daha büyük bir çekme kuvvetini gerektiriyordu. Bu durumda köylüler çekici olarak, onuncu ve on birinci asırlarda âdet haline gelen atların kullanılmasından önce öküzlerini ekimde ortaklaşa kullanıyorlardı. Atların koşum takımları, onların çekici gücünü yarıyarıya düşürdüğünden, antik devirlerde atlar sabana ender olarak koşulurdu. Eski devirlerde koşum takımı, öküzler için kullanılan boyunduruk şeklinde olduğundan, bunu omuzları ile itmek zorunda olan atın tüm gücünden, çekmede yararlanmak mümkün değildi. Boyunduruk atın boynunun sırt tarafına yerleştirilir ve burada durması için bir kayışla alnından dolanırdı. Bu durumda herhangi bir şeyi çekme hizmetinde kullanılan hayvan, boğulma tehlikesi ile karşı karşıya kalırdı. Ayrıca eskiler, çekme güçlerini birbirine eklemek amacı ile ardarda dizilen atların koşumlanmasını bilmedikleri gibi, taşlı arazide at tırnaklarının zedelenmesini önleyen nalı da henüz tanımıyorlardı.

Dokuzuncu ve onuncu yüzyıllarda at, kuzey Avrupa'da daha verimli olarak kullanıldı. İngilizcede 'harnes' adı verilen hamut, Asya'dan alınarak kullanıma sokuldu, zira bu kavramın Tötonca ve Slavca karşılıkları Orta Asya

kökenlidir. Birbiri ardına koşulan atların koşum takımları ile demir at nalı da devreye girmiş ve böylelikle antik çağlardakinin üç veya dört katı bir çekme gücü sağlanmıştır. Böylelikle at, genellikle kuzey bölgelerdeki üçlü sistemde tarıma uygulanmaya başlanmış ve artan hububat ile beslenmesi mümkün olmuştur. Buna karşılık, öküzün, ikili sistemde kullanılması sürdürülmüştür. Böylelikle öküzün, kuru ot ile beslenmesine ve besin bakımından ekonomik olmasına karşılık, at, zaman ve işgücü tasarrufu sağlamıştır.

İnsan gücünden ekonomi sağlamak amacı ile kullanılan diğer bir buluş da, su çarkıdır ve bu, karanlık çağlar boyunca mısır tanelerini öğütmek için geniş ölçüde uygulanmaktaydı. İ.Ö. 16'da Romalı Vitruvius tarafından tarif edilen düşey su çarkına karşılık, yatay su çarkı muhtemelen daha önce de mevcuttu. Bununla birlikte, mısır tanelerini öğütmek için genellikle insan veya hayvan gücü ile döndürülen el değirmenlerinin kullanılması antik çağlarda başlamışken, su değirmenleri ancak karanlık çağlarda yaygınlaştı. Ortaçağlar boyunca, Avrupa'da ekseri köyün kendi değirmeni vardı. 1086'da İngiltere'de tutulan arazi kayıt kitabı 'Domesday'de, o çağlarda İngiltere'de 5.000 değirmen bulunduğu yazıldığına göre, ortalama her 400 kişiye bir değirmen düştüğü ortaya çıkmaktadır. Bir sonraki asırda ise, rüzgar değirmeni ortaya çıkmıştır. İlk kaydedilen değirmen, 1180 tarihli bir Normandiya değirmeni olup, dönen yatay bir mile ve düşey kanatlara sahipti ve muhtemelen, düşey milli, onuncu asrın oryantal değirmeninden bağımsız olarak keşfedilmişti.

Bütün bu çeşitli yeniliklerin sonucu olarak, insanların büyük çoğunluğu, eski çağlarda harcamaları gereken kaba fiziksel güçten büyük ölçüde kurtulmuş olup, malikanelerin ihtiyacının dışında kalan bir miktar fazla besin de elde etmekteydi. Bu ihtiyaç fazlası, ticaret ve zanaat ile birlikte kentlerin gelişmesine yardım ettiği gibi, onbirinci ile onüçüncü asırlar arasında yer alan, haçlı seferleri, katedrallerin inşası ve üniversitelerin kurulması gibi önemli girişimleri gerçekleştirecek zenginliği sağlamıştır. Büyük şehirlerde yaşayan zanaatkarlar ve öğrenciler, zamanın zayıf ulaşım olanaklarının sınırladığı bölgelerden gelen bu ihtiyaç fazlası ile beslenmiş ve desteklenmiştir. Bir Amerikan yazarının fikir vermek amacı ile ifade ettiğine göre, Fransa'da 1170 ile 1270 yılları arasında seksen katedral inşa edilmiş ve bunlar için malzeme ve işçilik olarak bir milyar dolara eşdeğer bir harcama yapılmıştır.

Karanlık çağlarda başarılmış olan bu teknik yeniliklerin bir başka sonucu da, uygarlık merkezlerinin Akdeniz bölgesinden, gelişmelerin çok daha etkili olarak kullandığı kuzey Avrupa'ya kaymasıdır. Özellikle kuzey Avrupa, Baltık ve Kuzey Denizlerinde on birinci ve on üçüncü asırlardaki besin maddeleri fazlalığı ile zanaat ürünlerinin ticaretindeki gelişme, buralarını ticaret hacmi bakımından, Akdeniz bölgesine bir rakip haline getirmiştir. Bu tür gelişmeler, İ.S. 1241 yıllarında ticaret yapan şehirlerin, aralarında birleşerek Hansa Birlikleri'ni oluşturmalarında etkin olmuştur. Birliğin Novgorod'dan Londra'ya kadar uzak yerlere yayılan imtiyaz hakları olsa da, asıl Hansa şehirleri, Lübeck, Cologne, Breslau ve Danzig idi.

Ticaretin yayılmasma eşlik eden, arka dümeni ve civadra[4] gibi, denizcilikle ilgili yeni keşiflerin, ilk olarak Avrupa'da on üçüncü yüzyılda, Hansa Birliği gemilerinde ortaya çıktığı söylenir. Eski devirlerde gemilerin yönetilmesi, kanodakine benzer olarak arka yanlarından sarkıtılan bir kürekle gerçekleştirilirdi. Rüzgar üstüne seyirin gerektirdiği hassas yönetimi iyi sağlayamadığından, bu tarz dümen büyük gemilerde pek etkili olmuyordu. Arka dümen donanımı bu kısıtlamayı ortadan kaldırırken, civadra, ana yelkenin ön alt köşesini gemi burnunun ötesine taşımak suretiyle, geminin rüzgar üstüne daha yakın seyrini sağlıyordu. Rüzgâr üstüne gidişi sağlayan ön ve arka yelken donanımı, daha karanlık çağlardan beri bilinmekteydi. Bu tür donanımların ilk örneğini teşkil eden latin yelkeni, güney Filistin'de, İslam öncesi döneme ait bir kilisenin duvar resimlerinde ve daha sonra da, dokuzuncu asra ait bir bizans minyatüründe de göze çarpmaktadır.

Gemicilikte başarılan bu tür keşifler, kadırgalardaki kürek esirlerinin kol emeğinden tasarruf sağladığı gibi, deniz ticaretini de daha uzak mesaflere taşımakta yardımcı olmuştur. Daha büyük gemiler yapılmış ve daha etkili dümen donanımları kullanılarak, eski zamanlardaki sahil gemiciliğinin yerine, okyanus aşırı seyirlere olanak sağlanmıştır. Manyetik pusula Avrupa'da on üçüncü asırda ortaya çıkmış, böylece okyanus geçişlerinde, kapalı havalarda, kıyıların ve yıldızların görülmediği zamanlarda, yön saptanabilmesi mümkün olmuştur. Akdeniz'de görüş ekseri açık olduğundan, bu konuda Kuzey ülkeleri bir kez daha öne geçmekteydi. On beşinci asırda pusulanın gerçek kuzey doğrultusundan gösterdiği sapma, Flanderli pusula yapımcıları tarafından gözönüne alınırken, Cenovahlar tarafından henüz dikkate alınmıyordu.

---

[4] Yelkenli teknelerin önüne yatay olarak takılan ve flok yelkenini taşıyan direk, (Ç.N.)

Ticaretin dayandığı zanaatlerde de buna paralel olarak, teknik ilerlemeler sağlanmıştır. Tekstil alanında çıkrık tekerleği onüçüncü asırda geliştirildiği gibi, dokuma tezgahı da, kesin olarak bilinmeyen bir tarihte gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık aynı tarihlerde, kumaşın yoğunluğunu ve dayanıklılığını arttırmak için çekmesini sağlamak amacıyla, çırpma, yahut su içinde yapılan dövme işlemine, su gücü uygulanmaya başlanmıştı. Vurma, başlangıçta el ile yapılırken, on ikinci asrın ikinci yarısında, çırpma için su çarkı ile çalışan fabrika çekiçleri devreye girmiştir. Kısa bir süre sonra, boyacıların çivitotunu ve dericilerin tabaklamada kullandığı ağaç kabuklarını ezmek için, su ile çalışan fabrika çekiçleri kullanılmaya başlanmıştır. Böylelikle, su gücüne dayanan çeşitli meslek türleri ortaya çıkmıştır. Su gücü, onüçüncü asırda bıçkı atölyeleri ve demirhanelerdeki körüklere; on dördüncü asırda demir atölyelerindeki dövme şahmerdanları ile taş öğütme araçlarına ve on beşinci asırda ise maden ocaklarındaki drenaj için pompalara uygulanmaya başlanmıştır. Su gücünün olasılıkla en önemli bir uygulaması, demir ocaklarında kullanılan körüklerin çalışması üzerine olanıdır. Hava basılmasıyla, sıcaklık yükselmekte ve erimiş demirin istendiği gibi dökülebilmesi sağlanmakta idi. Böylelikle, dökme demir Avrupa'da on üçüncü asırda ortaya çıktığı halde, körükle hava verilen fırınlar on beşinci asıra kadar yaygınlaşamadı...

Diğer teknik buluşlar, Avrupa'ya Çin'den Müslümanlar tarafından ve olasılıkla Moğollar aracılığı ile getirilmiştir. İlk gelen kağıt yapımı tekniği, 1150'de Müslüman İspanya'da iyice yerleşmişti. Birkaç yıl içerisinde, 1189'da, Hıristiyan âleminin ilk kağıt fabrikası Fransa'da Herault'da kurulmuştur. Kağıt yapımı 1276'da İtalya'da Montefano'ya,1391'te Almanya'da Nürmberg'e ulaşırken, İngiltere'de ilk kağıt fabrikası 1494'te kurulmuştur. Baskı tekniğine gelince, çok olasıdır ki, Moğollar Avrupa'yı istila ettikleri zaman beraberlerinde bu tekniklerle ilgili bilgileri ve belki de bazı örnekleri yanlarında getirmiş ve burada bu tekniklere ait detaylar yeniden geliştirilmiştir. Ortaçağ Avrupası'nda el yazmalarında, alfabenin büyük harfleri, Moğol istilasından ve Çin baskı tekniği ile ilgili İslam kaynaklarından evvel, 1174 yılında Engelberg manastırında yontulan tahta kalıplarla basılmaktaydı. Blok baskılarla ilgili Avrupa'daki ilk kayıtlar bu tekniğin 1289 yılında Ravenna'da uygulanmakta olduğunu göstermektedir. 1381'de Limoges 1417'de Antverp ve 1435'de Haarlem'deki örneklerden görülebileceği gibi, hareketli ve metal parçalardan

yapılmış harflerin geliştirilmesi çok gecikmedi. Nihayet Mainz'de 1436 ve 1450 yılları arasında Gütenberg, baskı ile ilgili ilk modern yöntemleri tam anlamı ile geliştirdi.

Barutun Avrupa'da ilk olarak ortaya çıkışı on üçüncü yüzyıldadır. Bu madde, ilk kez Moğol istilasından birkaç yıl sonra, 1249'da Roger Bacon'un yazdığı bir mektupta konu edilmektedir. Top ilk olarak 1325'de zikredilmiş ve ilk resimli açıklamaları 1327'de yapılmıştır. Bu resme göre, eski top, bir vazo şeklinde olup, sivri uçlu bir kitleyi fırlatmaktaydı. Büyük bir olasılıkla ilk top, Çinlilerin geliştirdiği, bir mancınıktan fırlatılan, içi barut ile doldurulmuş bir demir kaptan oluşan bombadan esinlenmişti. Bu kap sadece kısmen barutla dolduruluyor ve bir mermiyi ağzından dışarı doğru fırlatılıyordu. Daha sonraki Avrupa topları, çember üzerine yanyana dizilerek bağlanmış demir çubuklardan oluşuyordu. Kısa süre sonra, bunlar, önce tunç ve sonra da demirden döküldüler.

Baskı tekniği ve ateşli silahların ortaçağın sonunda yaptığı etkiler, alfabe ve demirin keşfinin, Tunç Çağı'nı etkilemesine oldukça benzemektedir. Baskı, ondan önce alfabede olduğu gibi, okur yazarlığın artmasına katkıda bulunmuş; insan uygarlığının birikimlerinin, kullanılabilmeleri için kaydedilmelerini sağlamış; zanaat ve topluma ait literatürün çoğalmasını gerçekleştirirken, zanaatkarların deneyimlerinin tarihte ilk kez kaydedilerek, geleneklerinin değerlendirilmesine hizmet etmiştir. Baskı, ayrıca, İncil'i daha yaygın hale getirerek, reformcuların dediği gibi, insanların dinsel gerçekleri. Kutsal Kitap aracılığı ile kendi deneyimlerine dayanarak daha iyi araştırabilmelerini sağlamıştır.

Daha önce, nasıl demir silahlar, Tunç Çağı şövalyelerini, savaş arabaları ve tunç kılıçları ile birlikte ortadan kaldırmışsa, barut ve ateşli silahlar da zırhlı şövalyeler ile onların güçlü kalelerinin devrini sona erdirmiştir. Bununla birlikte, ateşli silahlar başlangıçta insanların savaşma potansiyelini düşürmemiştir, zira top, on altıncı asra kadar atlı şövalyelere etkili bir engel oluşturan, kısa mızraklı İsviçre falanjlarını yok etmiştir. Üstelik, askeri kuvvet zamanla, barut yapımcıları ile top dökümcülerini büyük ölçüde denetleyen prenslerin eline geçmiştir. Böylelikle, ateşli silahların gelişimi, on altıncı ve on yedinci asırların mutlak monarşilerinin yükselmelerine hız kazandırmıştır.

Ortaçağlarda, sadece yeni teknikler gelişmemiş, bunun yanı sıra, hünerlerde etkili bir ustalaşma ile, zanaatlar arasında geniş bir farklılaşma da ortaya çıkmıştır. Mekanik saatler, onüçüncü asırda geliştirilmiş ve 1232 ile 1370 arasında otuz dokuz saat yapıldığı kaydedilmiştir. İlk mekanik saatler büyük, ağır ve kaba olup sadece kamu binalarında, manastırlarda ve katedrallerde kullanılmıştır. Fakat zanaatkarlar bunları çabucak geliştirmişler ve on altıncı asırda Nürmberg'de ilk cep saati yapılmıştır. Benzer olarak, yapılarda döşeme alanlarının yük taşıyıcı duvar kesit alanlarına oranının, ortaçağlarda dörtten sekize yükselmiş olması, kullanılan malzeme ve inşaat maharetinde ekonominin zamanla ne kadar arttığının bir göstergesidir. Teknikteki bu ilerlemelerle birlikte zanaatlarda da farklılaşma ortaya çıkmıştır. Bunun sonunda mühendisler ve araç yapımcıları, değirmen yapımcıları ve demircilerden; heykeltraş ve ressamlar ise, taş yontucuları ve süslemecilerden tamamen ayrılmışlardı. Uzman zanaatkarların daha da usta olanları, okur yazar hale gelmiş ve sanatlarında elde ettikleri deneyimleri kaydetmişlerdir. Daha sonra da, bu tür sanatkarlar, bilimsel geleneğin bazı alanlarını özümseyerek, modern bilimin gelişimine katkıda bulunmuşlardır.

Macaristan'ın Moğol istilasında tahrib edilmiş kiliselerinin yeniden onarımını üstlenip, gördüğü hemen her şeyin kayıtlarını çıkarmış olan Üstat taş ustası, Villard de Honecourt'un 1250 yıllarına dayanan kayıt defterleri, bugün elimizin altında bulunmaktadır. Canlılarla ilgili resimleri gerçekçi olup, gözlemlere dayanmaktadır. Özellikle, asalet armalarındaki yaratığa benzese de, kendisi çizdiği arslanın canlı olduğunu söylemektedir. Bilimsel olarak çizilmiş hayvan ve bitki resimlerinin, daha önceki el yazması belgelerden kopya edildiği anlaşılıyor. Bu durumda, resimlerindeki gerçekçilik hızla bozulmuş ve biyolojiye ait çizimleri, formelleşerek olağan bir şekle bürünmüştür. 550 yıllarına ait otlarla ilgili bir Fransız kitabında, çilek olarak zikredilen bitki, kendisinden sözedilmeden yapılan sayısız kopyalardan sonra, 1050 yıllarından zamanımıza kalan bir Ren bölgesi bitki kitabında böğürtlene benzetilmiştir.

Zanaatın değerlerinden söz eden en eski belgelerden biri, Floransalı ressam Cennini'nin 1400 yılında yerel dille yazdığı, ressamlıkla ilgili bir el kitabıdır. Bu kitapta ilk kez olarak, özellikle boya pigmentlerinden ve resim tekniklerinden söz edilen kısımlarda deneysel bir tavır ortaya çıkmaktadır.

Çünkü, Cennini kitabının bir yerinde, 'kendi eliyle denediği şeyleri kaydedeceğini' söylemektedir. Cennini'nin el kitabında, Lonca geleneğinin ruhu farkedilmektedir. Bize, eserini, hocalarına saygı duyarak ve zanaat çıraklarının yararlanması için yazdığını, söylemektedir.

Cennini'nin işlediği konular, daha sonra bu zanaat kolunda eser veren diğer yazarlar tarafından geliştirilmiştir. Gotik bina ustası Mathias Roriczer, 1486'da yapı konusunda yazdığı bir eserde. kendisi tarafından keşfedilen bazı geometrik bina konstrüksiyonlarının listesini vermiştir. Kendisi, Cennini'ninkinden daha genel bir eser yazmak hedefine yönelmiş ve sadece kendi zanaatını geliştirmeyi değil 'nerede daha iyileştirilecek bir şey varsa onu iyileştirmek ve sanatlarda düzeltme ve açıklama' yapmayı da amaçlamıştır. Bu tür değerlendirmeler, bilimsel gelenek için hala yabancı idi, çünkü, ampirik sorgulamalara değer verilmiyor ve eski doğa felsefesi, insan aklının aşılamaz yükseklikleri olarak görülüyordu.

Nihayet, Rönesansın ressam mühendisleri ile. bilim adamlarının birikimlerinin, zanaat geleneğinin daha becerili ve yetenekli elemanları tarafından özümsendiğini görüyoruz. Boticelli. 1444-1510, Dürer, 1471-1528, Michael Angelo, 1475-1564, ve Leonardo da Vinci, 1452-1519, gibi ressamların tümü, pratik teşrih yöntemleri ile insan bedenini araştırmışlardır. Boticelli ve Dürer optik alanmda çalışırken, Dürer orantı yasalarını da ifade etmiş; yine Dürer ve Leonardo gök cisimlerini gözlemlerken, Leonardo, o zaman bilinen bilim ve teknolojinin birçok alanında araştırmalar yapmıştır.

Rönesans sanatçılarının çoğunun çalışmalarını hala birden fazla alana yaydıkları gözününde tutulursa, bu dönemde oluşan zanaatlar arası farklılaşmanın derecesini abartmamak gerekir. Leonardo da Vinci sadece bir ressam ve heykeltraş değil, aynı zamanda bir kaşif, bir sivil ve askeri mühendisti. Rönesans sanatçılarının ilgileri çok yönlü olduğundan, çalışmaları da geniş alanlara yayılı bir karakter gösterınektedir. Belki de bu nedenle, eserleri özelliksiz ve biraz da sonuçlanmamış gibi bir görünüme sahiptir, zira kendileri dikkate değer bilimsel buluşlar yapmamışlardı.

Bununla birlikte, onlar bilimsel yöntemin deneysel tarafını geliştirmişlerdir. 1525'de bir geometri çalışması yayınlayan Albrecht Dürer bu eserinde, Alman ressamlarının çoğunun fazla geometri bilmediklerini

açıklamakta ve bu nedenle, bu kitabı yazdığını ifade etmektedir. Bunu okuyan bir ressam. 'sadece iyi bir başlangıç yapmakla kalmayacak, günlük pratiklerinin ışığında konuyu daha iyi anlayabilecek ve benim gösterdiğimden daha ilerisini araştıracak ve sonuçlara varabilecektir, demektedir.

Leonardo da Vinci, bilimsel metodun ampirik tarafını daha da derin bir şekilde anlamıştı. Yöntem üzerine olan bir yazısında şunları söylüyordu :

'Bilimsel problemlerle uğraşırken, önce birçok deney hazırlayarak işe koyulurum. Çünkü benim amacım, problemi deneyler çerçevesinde tanımlamak ve ondan sonra da, cisimlerin niçin böyle davranmaya zorlandıklarını açıklamaya çalışmaktır. Doğa olaylarını inceleyen bütün araştırmalarda kullanılması gereken yöntem budur...

'Deneylerde egemen olan genel kuralı ortaya çıkarana kadar, her durum ve konumda deneye başvurmalıyız. Bu kurallar hangi amaçlar için geçerlidir? Bu kurallardır ki, bizi doğanın yeni derinliklerinin araştırılmasına ve sanatta yaratıcılığa götürür. Gene bu kurallardır ki, bizim, elde edilmesi söz konusu olmayan sonuçların rüyasına kapılmamızı önleyerek, kendimizi ve başkalarını aldatmamıza engel olur'

Bu sözler, bilimsel geleneğe sahip kişilerin, bilimsel metodun deneysel tarafını geliştirmesinden ve bilimde ampirik yöntemin yeri konusunda benzer kavramlara varmasından bir hayli zaman evvel söylenmişti. Yine bu sözler, Rönesans zanaatkarının formüle edemediği yeni bilimsel fikirleri ortaya çıkararak, matematiksel metodu bilimdeki yerine oturtmaktadır.

11. Bölüm

Ortaçağlarda Bilim Geleneği

ORTAÇAĞLARDA bilimin yeniden canlanışı, on birinci ve on üçüncü yüzyıllar arasında ortaya çıkan, zanaat ve ticaretin gelişmesi, katedrallerin inşası ve üniversitelerin kurulması gibi diğer önemli olaylarla birlikte gerçekleşti. Toledo, İslam egemenliği süresince bir Hıristiyan başpiskoposluğu olarak kaldığı için, eski Yunan bilim ve felsefesinin daha da önce canlanabilmesi mümkündü. Gerçekten de, bir Roma kilisesi mensubunun, dokuzuncu yüzyılda İspanyol Hıristiyanlarının Arapça eserleri incelemeleri dolayısıyla endişesini ifade ettiğine bakılırsa, Yunan biliminin batıya doğru yayılması belki de hoş karşılanmamıştı. Öyle anlaşılıyor ki, bu eserlerin Arapça'dan çevrilme fırsatları pek fazla teşvik görmediği gibi, İstanbul'un 1204-61 yılları içerisinde Latinler tarafından işgali sırasında da, bu eserlerin doğrudan Yunancadan tercüme olanakları tam olarak değerlendirilmemişti.

İspanya Müslümanları üzerine Batı yönünde yapılan Haçlı Seferlerinin sonucu olarak, 1085'de Toledo düştü. İşte bundan sonradır ki, Yunanca eski bilimsel eserlerin Arapça metinleri Batı dillerine çevrilmeye başlandı. Bu çevirilerin en yoğun olduğu dönem ise, 1125-1280 arasıdır. İspanya, İslam ve Hıristiyan dünyaları arasındaki en önemli temas merkeziydi. Zira burada, iki dil konuşan, Müslümanlarla kaynaşmış Hıristiyanlardan oluşan Mozaraplar ve Hıristiyanlarla kaynaşmış Müslümanlardan oluşan Mudejarlar yanında, bazıları üç dil konuşan büyük bir Musevi topluluğu da bulunuyordu. Toledo'nun düşüşünden kısa süre sonra, başpiskopos Raymond burada bir çeviri okulu kurdu. Avrupa'nın birçok ülkesinden bu okula gelen bilim adamları, Müslüman bilimini öğrenmeye başladılar. Çevirmenlerden en önemlisi, 1114-87 yılları arasında yaşamış olan Cremonalı Gerard'dır. Kendisi, Müslümanların Almagest dedikleri Ptolemy'nin Astronomi ile ilgili eserlerini aramak için İtalya'dan Toledo'ya gelmişti. Gerard, Almagest'i 1175 yılında çevirdiği gibi, ölümüne kadar İslam biliminin bütün alanlarını kapsayan diğer seksen eserin çevirisini de tamamlamıştı.

İslam bilimi ile ikincil bir temas da, yüz otuz yıllık Müslüman egemenliğinden sonra 1091 yılında Hıristiyanların eline geçen, Sicilya'da oldu. Sicilyalılar Latince ve Arapça'nın yerel ağızlarının yanı sıra Yunanca da konuşuyorlardı. Özellikle Yahudiler arasında bulunan bazıları da, bu üç dilde yazılı belgelere aşina idiler. Sicilya'da 1235 yılında ölen Michael Scot, Sicilya kralı II. Frederik'in himayesinde, Aristoteles'in biyoloji ile ilgili eserleri yanında, İslam simyasının da önemli bir bölümünü çevirdi. Bunlara ek olarak, kuzey Afrika ve Sicilya arasında ticaret bağlantıları bulunmaktaydı ve bazı Arapça eserler de bu yolla Avrupa'ya geldi. Bunlar arasında en önemlileri, Pisalı Leonardo'nun getirdiği matematiğe dair yazılar ve Afrikalı Constantin'in sağladığı tıbbi eserlerdi.

Pisalı Leonardo'nun 1202 yılında kaleme almış olduğu, *Liber Abaci* isimli eser, İslam matematiğinin çeşitli kaynaklarına ışık tutarken tesadüfen kendi matematiğimizden de bahseder. Leonardo eserine önce, 'Novem figure indorum' adını verdiği Hind-Arap rakkamlarının okunması ve yazılması ile ilgili bilgileri vermekle başlar. Bunun ardından, aritmetik işlemler ve ürün fiyatları, değiş tokuş, ortaklık ve benzer kavramlarla ilgili soruları açıklar. Kitabın daha sonraki kısımlarında, çeşitli problemlerin incelenmesine yer verilir. Bunlardan biri, hemen kelimesi kelimesine, biri Babil zamanından kalma, ikincisi de Helenistik devirden gelen iki çivi yazısı metinde ortaya atılan bir problemdir. Daha sonra da, kitapta, Deneme-Yanılma Kuralından veya Leonardo'nun Arapça *'Hisab al-Khataayn* 'dan aktararak, regulis elchatayn dediği Çin Kuralı'ndan[5] söz edilmektedir. Deneme-Yanılma Kuralı, kuşkusuz eski Mısırlılar tarafından da bilinmekteydi. Fakat öyle anlaşılıyor ki, bu kural Avrupalılara, onu Çin'den alan Müslümanlar tarafından iletilmişti.

Hıristiyan çevirmenler, Roma dünyası ile doğrudan doğruya ilişki kurarak tanıştıkları Romalı ve Yunan yazarların eserlerini tercih ettiklerinden, Müslümanların topladıkları ve keşfettikleri bilgilerin tümünü Batı Avrupa'ya getirmediler. Örneğin, Ibn al-Nafiz'in buluşu olan küçük kan dolaşımı, içinde bulunduğumuz yüz yıla kadar kimsenin dikkatini çekmemişti. Ve gerçekten, bu şekilde birçok Arapça ve Farsça eser günümüze kadar çevrilmemiştir.

[5] Yazar burada, Arapça, khataayn=hatalar kelimesini Cathayan=Çinli, şeklinde yanlış olarak anlamış olabilir. Bu kurala bugün, 'deneme-yanılma kuralı' diyoruz, (Ç.N.).

Böylelikle, yeni bilgilerin çoğu, eski bilimleri güçlendirdi ve üniversite öğretim programlarına kolayca girdi. Bu yönde sağlanan en önemli bir yenilik, Aristoteles'in eserlerinin tam olarak anlaşılmasıydı. Böylelikle, kilise kurucularının eski platonik eğilimleri, skolastik filozofların Aristotelesciliği ile değişmiş oldu.

Katedral okullarında biraraya gelen usta ve çırakların kurduğu lonca tipi derneklerden, üniversiteler ortaya çıkmıştır. On birinci yüzyılda, 'üniversite' ve 'lonca', zanaat derneklerini tanımlayan hemen hemen eşdeğer iki kelime idi. Fakat on üçüncü yüzyıla gelindiğinde, 'üniversite' sözcüğü, özellikle bir öğrenci derneği anlamında kullanılıyordu. Başlıca üç tür üniversite ortaya çıkmıştı. Bunlardan birincisi, kilise kuruluşları olup, usta ve öğrencilerin bir şansölye yönetiminde, kapalı bir örgüt oluşturmaları sonucu gelişmişti. Bu tip üniversitelere örnek olarak Paris, Oxford ve Cambridge'i gösterebiliriz. İkinci olarak, Bologna ve Padua üniversitelerinde olduğu gibi, öğrenciler tarafından seçilmiş bir rektörün yönetimindeki Kent Üniversiteleri gelir. Üçüncüleri ise, Papalığın icazeti altında faaliyet gösteren ve hükümdarların kurduğu devlet üniversiteleridir. Bunlara, Sicilyalı II. Frederik'in kurduğu Napoli ve Kastilyalı III. Ferdinand'ın kurduğu Salamanka üniversiteleri örnek olarak gösterilebilir.

Üniversitelerin kurulmasından ve eski bilimin Arapça'dan çevrilmesinden sonra, on üçüncü yüzyılda Avrupa'da kısa süren bir deneycilik fırtınası esti. Bu, bir dereceye kadar simyacıların katkısı ile modern zamanlara kadar sürdürülecekti. Bu hareketin başını çeken, Oxford Üniversitesi Franciscanlarından, ~1214-94 yılları arasında yaşamış olan, Roger Bacon'dı. Bacon, fikirlerini, yanılabilen otoritelere, ya da adetlere dayandıran ve cehaletini laf kalabalığı arkasına saklayan bilginleri eleştiriyordu. Bacon'a göre gerçek bir bilimci, 'doğa bilimlerini deneylerle öğrenmeli, ilaçları, simyayı ve göklerde ve onun altındaki yerde saklı olan her şeyi bilmeliydi. Eğer sade bir insan, yaşlı bir kadın ya da bir köylü veya asker, toprak hakkında onun bilmediği bir şeyi biliyorsa, bilim adamı bundan büyük bir utanç duymalıydı.' Bacon, Al-Hazen'in eserlerinden esinlenerek bir dizi optik deneyler yaptı. Düzlemsel konveks merceklerin büyütücü özelliklerini görerek, bu merceklerle bir teleskop yapılmasını önerdi. Bacon, bilimleri deneysel olarak inceleyerek, insanların, kendi kendine gidebilen tekne ve kara vasıtaları ve hatta denizaltı ve

uçak yapabileceğine inanıyordu. Bütün bunlara rağmen, bu fikirler popüler olmadıklarından şiddetle eleştirildi ve Bacon mensup olduğu ekolun üst makamları tarafından gözetim altına alınarak cezalandırıldı. Franciscan okulunun başkanı olan Bonaventura, 'bilim ağacı, bir çok yaşam ağacını aldatır veya onları en şiddetli cehennem azabına mahkum eder', demekteydi.

Diğer bir tanınmış deneyci de aselet ünvanına sahip ve muhtemelen Bacon'ın arkadaşı olan Pierre de Maricourt idi. Kendisi 1269 civarında, magnetizma üzerine yaptığı deneylerini betimleyen kısa bir çalışma yayınladı. Bu kitabında Maricourt, magnetizma üzerinde çalışanların mantık hatalarını düzeltmek için 'el işlerinde becerikli olmaları' gereğini vurguluyordu. Mıknatıs taşından imal ettiği bir küre üzerinde kısa demir tel parçaları ile yaptığı bir deney sonucunda magnetik meridyenleri saptayarak, bunları tebeşirle işaretlemişti. Maricourt birbirine benzemeyen manyetik uçların birbirini çektiğini, benzeyenlerin ittiğini ve bir mıknatıs çubuğu iki parçaya bölündüğünde, her iki yarısının da birer mıknatıs haline geldiğini biliyordu. Bununla birlikte magnet uçlarının Dünya'nın kutbuna değil fakat kutup yıldızına yöneldiklerine ve küresel magnetlerin kendiliğinden döndüklerine ilişkin yanlış bir inanca sahipti.

Anatomi konusunda deneysel çalışmalar da Mondino de Luzzi, ~ 1275-90, tarafından yürütülmüştü. Teşrih üzerine yayınladığı bir kitapta, iki kadın kadavrası üzerindeki uygulamalarını açıklamıştı. Bu kitap daha sonraları ortaçağ boyunca tıp okullarında bu konuya ait temel ders kitabı olarak okutulacaktı. Bütün ortaçağ boyunca teşrih uygulaması, özellikle otopsi amacı ile olduğu kadar bir öğretim aracı olarak da kullanılıyordu. Bununla birlikte, Mondino'dan sonra teşrih işlemleri, ameliyata karışmayan bir doktor gözetimi altında, birtakım cahil berber cerrahlar tarafından yapılmıştır. Ayrıca, teşrih yapanların, 'Kilisenin kan dökmeye karşı olduğu' hükmü yüzünden biraz cesaretleri kırılmaktaydı. Bu hüküm, 1163 yılında Tours kenti kilise konseyi tarafından, haçlı seferlerine katılanların ölülerini geriye getirmede kolaylık sağlamak için cesetlerin parçalanması ve hatta kaynatılarak küçültülmesi, şeklinde yapılan uygulamalara ilişkili olarak verilmişti.

On üçüncü yüzyılda Avrupa'da, pratik deneylerle yeniden gündeme gelen diğer bir konu da simya olmuştur. Simya biliminin yayılması ile birlikte birtakım yeni kimyevi maddeler bulundu. Bunlara örnek olarak, ilk kez 1295 civarında Fransız Franciscan papazı Vital du Four'un sözünü ettiği mineral asitleri ve ilk defa 1167 yılında ölen Üstat Salernus tarafından tanımlanan, şarap ve bira damıtılarak elde edilen, alkol gösterilebilir. Alkol, 'yaşam suyu' olarak adlandırılıyor ve önem sırası, simyacıların 'yaşam iksiri'nin hemen arkasından geliyordu. Alkolün özelliklerinin papaz ve keşişler tarafından derinliğine, ve bazı hallerde de aşırı derecede, incelendiği anlaşılmaktadır. Zira, 1288'de Rimini Dominican Kilisesi mensuplarına alkol damıtım cihazlarının mülkiyeti yasaklanmıştı. Buna rağmen, manastır mensupları çalışmalarına devam ederek, ün kazanan birçok içki geliştirdiler.

1317 yılında papa XXII. John'ın, simya uygulamalarını yasaklayan bir emirnamesinin yayınlanmasından, o devirde bu bilim dalının dikkati çekecek kadar yaygınlaştığını anlamaktayız. Ortaçağ simyacılarının kuramlarında yeni olan fazla bir şey yoktu. Onların inançlarına göre metaller, sülfürün erkek maddesi ile cıvanın dişi maddesinin birleşmesi sonucu ortaya çıkıyordu. Değersiz metaller, bir nevi ölüm ve diriliş süreci sonunda asalet kazanabilirlerdi. Genel olarak inorganik maddeler beden ve can'dan veya madde ve tinden oluşan canlı varlıklardı. Madde ısıtılıp tin bir buhar olarak dışarı çıkınca, maddeyi oluşturan bileşenler ayrıştırılabilir, ve bazı hallerde de bir sıvı şeklinde yoğunlaştırılabilirdi. Maddenin tüm karakteristikleri ve özellikleri onun tini tarafından meydana getirilmekteydi. Dolayısıyle, damıtılarak elde edilen sıvı, çıktığı maddenin yoğunlaştırılmış özelliklerini taşımaktaydı. Bu nedenle, bu sıvılar son derecede etkin ve kudretli özelliklere sahiptiler ve bu nitelikleri ile yaşlı bedenlere yeni yaşam gücü aktarabilir ve değersiz maddelere de asalet özellikleri aşılıyabilirlerdi. Böylelikle, teorik olarak, bir asil metalin tini, değersiz bir maddeye nakledilebilir ve bu suretle bir öz değişimi gerçekleştirilebilirdi. Ne var ki, bütün metallerden sadece cıva damıtılabiliyor ve izole edilebilir bir 'tin' verebiliyordu. Böylelikle simyacıların teorisine göre, buharı değersiz metallerin yüzlerini gümüş gibi parlattığı için cıva, gümüşün ruhu olarak algılanıyor; onun tüm metalleri doğurduğu ve hatta her şeyin kaynağı olduğu düşünülüyordu.

Cıvayı herşeyin merkezine yerleştiren böyle bir sistem, Hıristiyan cemaati tarafından yoldan çıkmış bir simyacı ve mistik olarak görülen ve Müslümanları Hıristiyanlığa döndürmeye çalışırken katledilen Raymond Lull, ~ 1232-1315, tarafından önerilmişti. Lull'e göre, başlangıçta Tanrı cıvayı yaratmıştı. Sonra cıva, geri dönüşlü bir damıtımda olduğu gibi, devrederken diğer şeyler halinde farklılaşmıştı. Başlangıçtaki cıvadan, önce en hafif kısımlar ayrılarak meleksi varlıkların bedenlerini oluşturmuştu. Daha az hafif ve ince olan kısımlar gök cisimlerini ve göksel küreleri ortaya çıkarmıştı. Kaba kısımlar ise dört elemanı ve dünyasal nesnelerin çıktığı öz'ü meydana getirmişti. Bu dört eleman, dünyasal nesnelerin bedenlerini oluştururken, öz de onların ruhlarını oluşturuyordu. Lull'a göre Aristoteles'in inancının aksine, öz sadece göksel kürelerle sınırlı kalmıyordu. Pneuma adı verilen o, Tanrı'nın doğrudan ve evrensel belirtisi olarak ruhsal bir hava gibi bütün evrene yayılıyordu. Dolayısıyle Lull, ustası Aristoteles gibi, Tanrı'yı veya Birincil Hareket Ettirici'yi evrenin dışına, sabit yıldızlar küresinin ötesine yerleştiren Müslüman filozof İbni Rüşt'e şiddetle karşı çıkıyordu.

Lull, diğer simyacılar gibi, özlerin veya dünyasal şeylerin ruhlarının (tin) damıtımla ayrıştırılarak bir yerde toplanabileceğine inanıyordu. Ona göre alkol, önemli, fakat saf olmayan bir ruhtu. Eğer o geri dönüşle damıtılabilseydi, tıpkı ilkel cıvanın gök ve yere ayrıştığında olduğu gibi, gök mavisi bir üst tabaka ile bulanık renkte bir alt tabakaya ayrışacaktı. Üst tabaka alkolun saf ruhundan oluşacaktı. Lull ve taraftarları, ruhların birbirlerini çektiğine inanıyorlardı. Bu nedenle, özellikle bitkilerin temel maddelerini alkol ile ayrıştırmaya ve böylelikle onların tat, koku ve iyileştirici özelliklerini izole etmeye çalıştılar. Alkol ile elde edilen bu özleri ecza maddelerinin yapımında kullanan Lull'in öğrencileri, simya bilimini gittikçe tıp yolunda kullanmağa eğilim gösterdiler. Ayni zamanda, ortodoks Galen tıbbına karşı da şüpheci bir tavır almaya başlayan bu hareket, onaltıncı asırda Paraceleus'un tıbbi kimya'sı ile bir doruğa ulaşacaktı.

Üniversitelerdeki ortaçağ bilimi simyacılardan uzaklaşmıştı. Bunun nedeni, belki de simyacıların bir yandan mistik konularla, diğer yandan da pratik el işleriyle ilgilenmeleriydi. On üçüncü yüzyıldaki geçici bir deneysel devrenin dışında, bilimsel gelenek, bütün ortaçağ boyunca zanaat geleneğinden

kendisini soyutlayarak, ampirik araştırmaları dikkate almaksızın, sadece akılcı münakaşalarla gelişmişti. Belki de bu nedenle, bu devirde Aristoteles'e karşı çıkan eski çağ bilim adamlarının bazı önerilerinin derinliğine geliştirilmesini saymazsak, ortaçağ ilim adamlarınca özgün olan pek az buluş gerçekleştirilmiştir.

Aristoteles felsefesinin katolik teolojisi ile bütünleştirilmesi, Albertus Magnus, ~ 1206-80, ve özellikle Thomas Aquinas; 1225-74, tarafından sağlanmıştır. Her iki bilim adamı da Aristoteles kozmolojisinin ötesine gitmemişlerdir. Onlara göre evren, içi madde ile dolu bir küreden oluşuyordu. Bu kürenin içerisindeki bütün devinimler, hareket ettiren kuvvetlerle, hareket eden cisimlerin arasında dolaylı ya da dolaysız bir fiziksel temas gerektirdiğinden, bir boşluk bulunması olanaksızdı. Saint Thomas'ın, Tanrının varlığı ile ilgili ilk ispatı, göksel kürelerin, hareketlerini sağlayan bir Birincil Hareket Ettirici'nin, yani Tanrı'nın varlığının gerektiği şeklindeydi. Fakat göksel küreler üzerinde Tanrı'nın etkinliği doğrudan doğruya belirmemekteydi. Göksel kütlelerin hareketleri, beşinci yüzyılda Dionysius tarafından kuramsallaştırıldığı üzere, hiyerarşik bir düzen içerisinde, meleksel varlıklar eliyle sağlanıyordu.

Böyle bir açıklama tarzı, bazı ortaçağ üniversitelerinde çekincesiz kabul görmemekteydi. Önemli bir eleştirel hareket, Oxford'da Ockhamlı William, ~ 1295-1349, tarafından başlatılmıştı. Kendisi, Saint Thomas'ın Tanrının varlığı hakkındaki ilk ispatını raddetmişti. William'a göre, tıpkı bir mıknatısın temas halinde olmadığı bir demir parçasını kıpırdatabildiği gibi, hareket halinde bulunan herhangi bir cismin haraket ettirici ile doğrudan temas halinde bulunmasına gerek yoktu. Çok olasıdır ki, bu örnekte gösterilen uzaktan etkileşim, boşluk içerisinde de sağlanabilirdi. Dolayısıyla, fiziksel etkileşimlerin sağlanabilmesi için uzayın bir madde ile dolu olması gerekmiyordu ve bu nedenle, boşluk mümkündü. Ockham, Ortaçağ Avrupası'na Müslümanlar üzerinden gelmiş olan John Philoponos'un impetus[6] teorisini yeniden canlandırmıştı. Philoponos'a göre, kuvvetler, harekete geçirdikleri cisimlerin üzerine impetus yüklerler. İmpetus, yavaş yavaş yok olan bir özellik olduğundan, böyle cisimler sonunda tekrar duruyorlardı. Ockham,

[6] Eski mekanikte, sürükleyici kuvvet veya güç şeklinde anlaşılan bir kavram, (Ç.N.).

Aristoteles'in aksine, bir okun boşlukta da uçabileceği konusunda Philoponos'a katılıyordu. Aynı şekilde Ockham, Philoponos'un, başlangıçta Tanrı'nın göksel cisimleri zaman içerisinde hiç zayıflamayan bir impetus ile harekete geçirmiş olabileceği ve bundan dolayı göksel cisimlerin devinimlerini sağlayan meleksel hareket ettiricilere gerek olmadığı şeklindeki görüşüne de katılıyordu. Ockham, 'daha az'la yapılabilecek bir işi daha çok'la yapmak abestir' diyerek, 'ustura kuramı' adını verdiği ilkeyi formüle etti. Oxford Üniversitesinde impetus konusundaki tartışmalar, özellikle Walter Burley, 1275-1357, Richard Suiceth, ~ 1345, ve Walter Heytesbury, 1330-71, gibi bilim adamları tarafından sürdürüldüyse de, bu kuram kısa bir süre sonra geçerliliğini yitirdi. Öyle ki, on beşinci yüzyıla gelindiğinde ekseri Oxfordlular fizikte Aristotelesci olmuşlardı.

İmpetus kuramı, Paris üniversitesinde, özellikle 1327'de rektör olan Jean Buridan tarafından daha da geliştirildi. Buridan'ın, hareket halindeki cisimlerin, gerilerinde bir vakum oluşmasını önlemek amacıyla buraya hücum eden hava akımının yarattığı bir itici güçle hareket ettikleri konusundaki Aristoteles'in tezine iki önemli itirazı vardı. İlkin, kendi ekseni etrafında dönen ve yer değiştirmeyen bir topun dönme hareketinin, hava akımından dolayı meydana gelmemiş olmasıydı. İkincisi de, küt kuyruklu bir mızrağın, her iki ucu da sivri olan bir mızraktan daha hızlı uçmadığı gerçeği idi. Eğer itici gücü hava yaratsaydı, küt kuyruklu mızrağın daha hızlı gitmesi beklenirdi. Buridan'a göre, bu iki halde de impetus, hareketi devam ettirici öge idi. Buridan'ın düşüncesine göre, bir cismin bir kuvvetten alabileceği impetus, o cismin yoğunluğu, hacmi ve ilk hızı ile orantılı idi. Ockham ve Philoponos'u izleyerek Buridan da, meleksel varlıkların göksel cisimleri yörüngelerinde hareket ettirdiklerini reddederek, bu görevi, başlangıçta cisimlere verilen bir impetus'un yerine getirdiğini savunuyordu. Gökte hava direnci söz konusu olmadığından böyle bir impetus hiçbir zaman zayıflamayacaktı. Buridan şöyle diyordu:

'İncilde, göksel cisimlere hareketlerini vermekle görevli zekalar bulunduğuna hiç değinilmemiştir: Öyleyse, bu tür zekaların mevcut olduğunu kabul etmenin gereksiz olduğunu göstermeğe de müsaade edilmiştir. Buradan yola çıkılarak, Tanrı'nın bütün göksel cisimlere o zamandan beri yürümelerini sağlayan bir impetus verdiği söylenebilir.'

Buridan'ı, 1353 yılında Paris Üniversitesi rektörü olan Saksonyalı Albert izlemiştir. Albert, bir cismin düzgün hareketi, yani sabit hızla ilerlemesiyle, difform[7] hareketi, ve bu her iki tanıma da girmeyen düzensiz hareket arasındaki ayırımı ortaya koymuştur. Düşen bir cismin hızının, düşme süresine veya düşme mesafesine bağlı olduğu şeklinde iki görüşü incelemiştir. Her iki görüşü de o, cismin sonsuz bir süre veya sonsuz bir mesafe katettikten sonra sonsuz hıza ulaşacağı sonucunu verdikleri için, reddetmiştir. Buna karşılık, hız artarken, yerçekiminin kazandırdığı impetus'un havanın direncine göre artışı daha yavaş olduğundan, serbest düşen cisimlerin bir hız sınırına ulaşacağını ileri sürmüştür.

Paris impetus kuramcıları ekolünün en önemli şahsiyeti, 1362'de Navarre Koleji müdürü ve 1377'de Lisieux piskoposu olan, Nicole d'Oresme'dir. Oresme, hızların grafikle gösterildiği bir yöntem önermiştir. O, hareketli bir cismin aldığı yolu, yatay bir doğru üzerinde işaretlemiş ve belirli noktalardaki hızı yatay eksene dik çizgilerle göstermiştir. Düşey çizgilerin tepe noktalarını birleştirerek geometrik bir şekil elde etmiş ve bu şekil dikdörtgense, düzgün hareketi; üçgense difform hareketi, ve eğer eğriyse, düzgün olmayan veya 'difform olarak difform' hareketi gösterdiğini ileri sürmüştür.

Oresme aynı zamanda, Dünya'nın her gün, ekseni etrafında döndüğü fikrini tekrar ortaya atmıştır. 'Hiçbir deneyimin, her gün Dünya'nın değil, etrafındaki göklerin döndüğünü kanıtlayamayacağını' ileri sürmüştür. Bu görüşe, mükemmel ve asil olanın dinlenmesi gerektiği düşüncesinden hareketle varmıştır. Dünya, dönüşünü bir günde tamamlıyorsa, diğer gök cisimlerinin hızı da, onların mükemmellikten uzaklaşmaları ile doğru orantılı olarak azalmalıydı. Ona göre, evrenin en değersiz göksel cismi olan Dünya, günde bir kez; Ay, ayda bir kez ve Güneş, yılda bir kez; Mars ise yaklaşık iki yılda bir kez dönüyor ve diğerleri de buna benzer bir sıra izliyordu; uzaklarda sabit gibi görünen yıldızlar ise, dönencelerin presesyon hareketine uygun şekilde, sadece çok yavaş deviniyorlardı. Onun düşüncesine göre, bu yaklaşım, 'inancımızın korunması için yararlı' idi.

---

[7] Bugün kullanılmayan bu terimi, yazarın, sabit ivmeli doğrusal hareket için kullandığı anlaşılıyor, (Ç.N.).

Ockhamlı William, Jean Buridan ve Saksonyalı Albert, Dünya'nın ekseni etrafında günde bir kez döndüğü doktrinine sıcak bakmışlarken, bu kuramı açık açık benimseyen ve bunu mekaniğin impetus kuramı ile bağdaştıran ilk kişi, Oresme idi. O, göksel cisimlerin dönüşü gibi Dünya'nın dönüşünün de, Yaradılış sırasında ona ihsan edilen impetus sayesinde sonsuza dek devam edeceğini, çünkü bunu durduracak bir direnç olmadığını ileri sürüyordu. İmpetus kuramcıları, ayrıca, evrenin sonsuz olabileceği ve bizimki gibi başka dünyalar da bulunabileceği görüşünü de benimsiyorlardı.

Bu gibi kavramlar, 1450'de Tirol'de Brixen piskoposu olan Cusalı Nicholas, 1401-1464, ile birlikte açıkça ifade edilmeye başlanmıştı. Cusalı Nicholas'a göre Dünya, zamanın başlangıcında ona verilen impetus sayesinde günde bir kez ekseni etrafında dönüyordu. Diğer göksel cisimler de Dünya'dan daha mükemmel değillerdi. Zira, Cusa'ya göre tüm evren aynı dört elementten oluşmuştu. Ayrıca diğer göksel cisimlerin Dünya ile başka bir benzerliği de, üzerlerinde Dünya'dakine benzer canlıların barınmasıydı. Bu durumdaki evren sonsuz olmalıydı, zira;

'Bir kişi ister Dünya'da, ister Güneş'te, isterse başka bir yıldızda olsun, durduğu yer ona hep hareketsiz bir merkez, diğer bütün göksel cisimler ise hareketli gibi görünür', demişti.

İmpetus kuramcıları ortaçağ üniversitelerinde sadece küçük bir azınlığı temsil ediyordu. Görüşleri hiçbir zaman yaygın şekilde kabul görmedi. Geçerli görülen kuram, Dionysius ve Aziz Thomas tarafından geliştirilen, Hıristiyanlığa uyarlanmış Aristotelesci sistemdi. Bu kurama göre, sadece tek bir sonlu evren vardı ve onun merkezinde hareketsiz olarak, önemsiz Dünya bulunuyordu. Dünya'nın etrafını, uzaklaştıkça daha mükemmelleşen gök cisimleri çevreliyor ve bunlar, meleklerin sürekli faaliyeti sonucu hareket halinde bulunuyorlardı. İşte, ilk modern bilimcilerin savaşmak ve değiştirmek zorunda oldukları sistem bu ve bunun çeşitli geliştirilmiş şekilleri olup, Dünya'nın sonsuz bir evrende kendi etrafında günde bir kez döndüğü ve içindeki bu hareketleri sağlayan ilahi zekaların ve görünmeyen ellerin ortadan kalkmış olduğu, impetus okulu sistemi değildi.

On altıncı yüzyılın başlarında bile impetus kuramı hâlâ okutulmakla birlikte, bu düşünce okulu gerçekte on beşinci yüzyılda biraz yozlaşmıştı. Kuramın çürüme belirtileri, 1379 yılında Paris'te bulunan ve daha sonra Heidelberg üniversitesinde rektörlük yapacak olan Inghamlı Marsile ile başlamıştı. Marsile'ye göre impetus, ısıya benzetilebilirdi. Tıpkı bir demir çubuğun ısı kaynağından en uzak yerinin en soğuk noktası olacağı gibi, bir cismin üzerindeki impetusun da, hareket kaynağından en uzaktaki yerde en zayıf olacağını ileri sürüyordu. Yine tıpkı demir bir çubuğun ateşten çekilmesinden sonra, üzerindeki sıcaklık eşit bir şekilde yayılıyorsa, kütle de hareket ettirici kaynaktan ayrıldığında, üzerindeki impetus, cisme eşit bir şekilde yayılır ve çubuğun taşıdığı ısıyı kaybetmesi gibi, o da kaybolup gider.

İmpetus kuramı on altıncı yüzyılın başında Paris'te, Montaigue kolejinde iki İskoç, John Majoris ve George Lockert tarafından öğretiliyordu. Bu bilim adamlarının öğrencileri arasında iki hümanist, Erasmus, 1466-1536, ve Jean Luiz Vives de bulunuyordu. Bu sonuncusu, daha sonraları, impetus kuramının aydınlatıcı bir görüş değil, insan bilgisinin ilerlemesini engelleyen bir görüş olduğunu ileri sürecekti. Vives, Louvain'de bir kürsü sahibi olduktan sonra, o günlerde Paris'te,

'Sabit hız, sabit olmayan hız, düzenli ve düzensiz değişerek artan hızlarla ilişkili bir sürü öneri ve bunların karşıtlarına rastlıyoruz. Bir sürü insan, hiçbir yere varmaksızın doğada kendini gösteremeyen şeyi tartışıyorlar', demekteydi.

O kendi payına, gerçek ve faydalı olan zanaat geleneğinin bilgi birikimini tercih ediyordu.

'Her sanata ait konularda, en deneyimli olanlardan derlediklerini yazıya dökenler insanlığa ne kadar bilgi zenginliği kazandırmıştır... Yaşamın her alanında yapılan bu gözlemler sayesinde, pratik bilgilerimiz inanılmaz derecede artmıştır'.

İmpetusla ilgili tartışmalar on beşinci yüzyılda Padua'ya sıçradı. Ne var ki, İtalyanların tartışmaları da önceki yüzyılda Paris'te elde edilen sonuçların ötesine geçemedi. 1404 yılında, Padua Üniversitesi, o zaman kilise ve papa karşıtı önde gelen devlet olan ve bu nedenle, bilim adamlarının ortodoks olmayan görüş sahibi olmalarına izin veren Venedik'e geçti. Padua

Üniversitesi, doğa felsefesini o zamanın bilimsel yöntemini göstermek için öğreten. öncelikle bir tıp okuluydu. Bu nedenle, on beşinci ve on altıncı yüzyıllar boyunca Padua'da yöntem konusunda tartışmalar sürecekti. Burada, doğa felsefecileri dikkatlerini öncelikle etkin nedenlere çevirirken, bir yandan da gözlem yapmanın gerekliliği vurgulanıyordu. Buna rağmen, amaçlı etkiler ve nihai nedenler, hâlâ doğa felsefesinde geçerli olan açıklayıcı görüşlerdi ve bilimde deneyin rolü Galileo'ya kadar Padua'daki bilim adamlarınca fazla geliştirilmeden kaldı.

Modern bilimin ortaya çıkışında, bilim adamları ile zanaatkarların değişik yönlerden katkıları olmuştur. Modern zamanların başlarında ortaya çıkan bilimsel devrimin iki önemli ögesi vardı. Bunlardan birincisi, bilimsel metot olarak tanımladığımız yeni bir araştırma metodunun yükselmeye başlaması, diğeri de. dünyaya yeni bir bakış tarzının gelişmesini sağlayan entelektüel bir dönüşümdü. Zanaatkarların modern bilime katkıları deneysel metotlar yolu ile olurken, Copernicus olayında da göreceğimiz gibi, bilimsel geleneğe bağlı araştırmacılar, önceleri daha çok geleneksel metotları kullanarak entelektüel devrime katkıda bulundular. Bununla birlikte, bilimsel devrimin her iki ögesi de, zanaat ve bilimsel geleneklerin birbirlerine gittikçe yaklaşmalarına ve sonuçta birbirleri ile girişimine bağımlı idi. Bu sürecin, özellikle, pratik sanatlarla ilgilenen bilim adamı Vivez ile, impetus kuramı ile ilgilenen zanaatkar Leonardo'nun yaklaşımlarında işlediğini görüyoruz. Böylelikle, sonraları eşyanın doğasına getirilen yeni bakışın bir yönünü oluşturan makina analojisi, zanaatlerden çıkarılırken; bilim adamlarının elinde gelişen matematik de, bilimsel metodun işlemlerine sokuluyordu.

ÜÇÜNCÜ KISIM

ON ALTINCI VE ON YEDİNCİ YÜZYILLARDAKİ BİLİMSEL DEVRİM

12. Bölüm

Copernicus'un Evren Sistemi

GÖZLEMSEL ASTRONOMİ, 15. yüzyılda, navigasyon, yani denizde rota tayini gereksinmeleri ve güneş yılı ile gittikçe uyumunu kaybeden eski Jülyen takviminin tekrar düzenlenmesi ile ilgili nedenlerle yeniden canlandı. Bu hareket Viyana Üniversitesinden George Purbach, 1423-61, ile ve daha da önemli olarak, onun öğrencisi Johannes Müller'le başlamıştır. Müller, Ptolemy astronomisinin özgün Grekçe metinlerini incelemek için İtalya'ya gitmişti. Müller, Nürnberg'de yerleşerek orada özel bir gözlemevine sahip, zengin bir tüccar olan dostu ve koruyucusu, Bernhard Walther, 1430-1504, ile birlikte gözlemler yaptı. Bu ikili, Walther'in sahip olduğu baskı makinelerinde da, İspanyol ve Portekiz gemicilerine büyük yarar sağlayan, denizde seyir ile ilgili almanaklar hazırladılar. Müller, astronomik gözlemlerde, atmosferde ışığın kırınım etkisini ilk düzelten kişi olduğu gibi, astronomide mekanik saati de ilk kullanandır. Daha sonra, takvim reformunu gerçekleştirmek için İtalya'ya gitti ise de. bunu başaramadan öldü. Onun gözlemleri Walther ve ressam dostu Albrecht Dürer tarafından sürdürüldü. Böylelikle, Nicolas Copernicus, 1473-1543, çalışmalarına başlarken, elinde kullanabileceği doğru ve modern, geniş bir gözlem yığını bulunuyordu.

Copernicus, Vistül üzerindeki eski bir Hansa şehri olan Thorn'da tüccarlık yapan zengin bir belediye yetkilisinin oğlu idi. Kendisi on yaşına geldiğinde babası ölünce, dayısı Lucas Watzelrode tarafından evlat edinilmişti. 1489 yılında dayısı Ermland piskoposu oldu. 1496-1506 arasında İtalya'da eğitim gören Copernicus, 1512 yılında dayısı ölünce, Baltık kenarındaki Frauenburg'da. bir 'katedral kurulu temsilciliği' görevini kabul etti. Copernicus'un Frauenburg'da geçirdiği otuz yılı dolduran uğraşları, çok yönlüdür. Değindiği konular tıp, maliye, politika ve din işleri olmakla birlikte, kendisinin öncelikle yeni bir evren sistemiyle ilgilendiği ve bunu ilk gençlik günlerinden beri, belki de daha İtalya'da iken, düşündüğü anlaşılmaktadır.

Copernicus'un yeni sisteminde, Güneş, evrenin ortasına yerleştiriliyordu. Böylelikle Dünya ile ilgili üç tür hareketten söz edilebiliyordu. Bunlardan birincisi, Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönüşü, ikincisi Dünya'nın Güneş çevresindeki hareketi ve üçüncüsü de gün dönümü noktalarının presesyonuna neden olan, Dünya'nın dönme ekseninin kendi dolanım hareketi[1] idi. Copernicus'un yazdığı ve teorisini açıklayan *Commentariolus*[2] adlı risalesinin el yazması kopyaları, 1530'dan itibaren onun dostları arasında dolaşmaya başlamıştı. Teoriyi tanıyanların sayısı artarken, Wittenbergli bir matematikçi olan George Rheticus da, 1514-76 buna ilgi duymuştu. Kendisi, iki yıl Copernicus ile çalışmış ve 1540 yılında Copernicus teorisinin ilk basılı tanıtımını gerçekleştirmiştir. 1543 yılında da Copernicus, nihayet temel eseri olan, *Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine* 'yi yayınladı.

Bu eser, önce Rheticus'un, daha sonra da bir Lüteryen rahip olan Andreas Osiander'in denetimleri altında Nürnberg'de basıldı. Osiander, Copernicus'un kitabının başına koyduğu bir giriş notunda, Copernicus'un teorisinin mutlaka gerçeği yansıttığının iddia edilmediğini, fakat bu teoriye, Göksel cisimlerin görünen hareketlerini açıklayabilecek ve onların gelecekteki konumlarını belirleyebilecek matematiksel bir model olarak bakılabileceğini ifade etti. Aslında Copernicus bu görüşü paylaşmıyor ve kendi dünya sistemine gerçek olarak bakıyordu. Zira o, Dünya'nın hareket teorisine yapılan fiziksel itirazlar gibi, matematiksel bir karakteri olmayan ve teoriye bir varsayım olarak bakılsaydı ele alınmasına gerek olmayacak sorunları tartışmaktaydı.

Copernicus tarafından teorisini desteklemek için kullanılan argümanlar esas olarak matematiksel özellikteydi. O, bilimsel bir teoriyi, belirli varsayımlardan veya önermelerden türetilen bir fikirler topluluğu olarak kabul ediyordu. Doğru varsayımlar ve önermeler, Copernicus'a göre iki şeyi gerçekleştirmeliydi. Bunlardan birincisi 'görüneni kurtarmak'tı. Yani, bunlar göksel cisimlerin görünen devinimlerini açıklayabilmeliydi. İkincisi de bunlar, gök cisimlerinin hareketlerinin dairesel ve düzgün olduğu şeklindeki Pythagorasçı önyargılara ters düşmemeliydi. Copernicus'un fikrince, gözlemlerle uyuşmayan bir kabul bile, gök cisimlerinin hareketlerinin dairesel ve düzgün olduğu önyargısına ters düşen bir kabulden daha kötü olamazdı.

---

[1] Örneğin, bir topaçın ekseninin, düşey bir eksen çevresinde yaptığı dönme hareketi, (Ç.N.).
[2] Kısa Yorum, (Ç.N.).

Copernicus'a göre, Ptolemy sistemi 'yeterli derecede mutlak olmadığı gibi, akla da yeterli derecede yakın değildi.' Zira Ptolemy, Pythagoras'ın önyargılarının kesin ifadelerinden uzaklaşmıştı. Bazı gök cisimlerinin hareketlerini açıklamak için Ptolemy, onların daireler üzerindeki açısal hızlarının daire merkezlerine göre düzgün olmayıp, ancak bu merkezlerin dışındaki noktalara göre düzgün olduğunu kabul etmişti. Copernicus, bu hususun, tüm Ptolemy şemasının ciddi bir kusuru olduğu kanısındaydı. Fakat bu, Copernicus'un üzerinde durduğu esas nokta değildi. Copernicus'un eski astronomlar hakkında yaptığı en önemli kritik, onların ' fizik aksiyomları' ve 'görünüşleri kurtarına' gereği karşısında, ya gökte görüneni açıklayamamış veya kendi evren sistemlerini gereksiz yere karmaşık hale getirmiş olmalarıydı. Copernicus onlar hakkında şunları yazıyordu :

'Böylece onlar, yöntemi oluşturan ispat sürecinde, ya çok temel bir ögeyi dikkate almayı ihmal etmişler, ya da konu ile hiç ilişkisi olmayan ve tamamen önemsiz bir unsur üzerinde durmuşlardı.'

Copernicus özellikle ikinci husus üzerinde durdu. Ona göre eskiler, Dünya'nın, evrenin ortasında hareketsiz durduğu bir sistem oluşturmak için, Dünya ile ilgili üç temel hareketi, diğer göksel cisimlerin de yaptığını varsaymışlardı. Böylelikle, durağan bir Dünya yaratabilmek için, evrenin Grek geometrik modelinde yer alan her göksel cismin, üç ayrı dairesel devinimi yaptığı kabul ediliyordu. Copernicus'a göre, bu ek dairesel devinimler, Grek şemasını gereksiz yere karmaşık hale getiriyor ve bunlardan kurtulmak için, Dünya'nın kendi etrafındaki günlük dönüşü ile Güneş çevresindeki yıllık dönüşümlerini varsaymak yetiyordu. Böylelikle, göklerdeki belirli devinimlerin açıklanması için gereken çember sayısı seksenden kırk sekize indirilmiş oluyordu. Copernicus'un *Göksel Kürelerin Dönüşleri Üzerine* başlıklı kitabında, yukarıda sözü edilen sistem etraflı bir şekilde açıklanmışken, evvelki eseri *Commentariolus*'da, Copernicus, gezegen hareketlerinden çok kısa sözetmiş ve bunların devinimi için sadece otuz dört çember kullanmıştı. Öğrencilerinden Rheticus, Dünya'nın Güneş çevresindeki dönüşü ile ilgili şu yorumları yapmaktadır:

'Dünya'nın bu tek hareketiyle, neredeyse sonsuz sayıda görüntüyü gerçekleştirdiğine bakarak, her saat yapımcısında gördüğümüz beceriyi bu doğanın yaratıcısı olan Tanrı'ya izafe etmeyelim mi? Zira onlar da mekanizmaya, gereksiz, yani fonksiyonu başka bir çarkın yerinde ufak bir değişiklik yaparak gerçekleştirilebilecek olan bir çark koymaktan dikkatle kaçınırlar.'

Gerçekte, Copernicus'un yaptığı şey, gök cisimlerinin Grekler zamanında belirlenen görünen hareketlerini, çembersel ve düzgün hareketlerle açıklama sorununa çok basit bir yanıt bulmasıydı. Uyguladığı yöntemin hiçbir özgün yanı yoktu. Bu, Pythagoras'tan beri astronomların uyguladığı bir yöntemdi. Copernicus böylelikle, Greklerin kendi önyargılarını kullanarak, onların evren sistemini yıkmıştı. Bununla birlikte, onun kullanmadığı bir önyargı daha vardı, o da, geliştirdiği sistemin üzerine ciddi şüpheler düşüren, göklerin kutsal ve Dünya'nın kusurlu olduğu düşüncesi idi.

Copernicus sisteminde Dünya, diğer tüm gezegenler gibi Güneş'in çevresinde dönmekteydi. Bu sistemde yerküre, eski sistemde mevcut olan mükemmel ve yozlaşmaz diğer gökcisimlerine has, düzgün ve dairesel hareketler yapıyordu. Copernicus bununla da kalmayıp, Dünya'nın yer çekimine benzer olarak, diğer gökcisimlerinde de çekimin varolduğunu iddia ediyordu. Bu çekimlerin uzay aşırı etkileri olmayıp, bunlar sadece gökcisimlerinin kendi yapıları içinde kalıyor ve onların mükemmel olmasını sağlıyordu. Copernicus'un bu savı, hem amaçlı, hem de özel bir teleolojik hedefe yönelikti:

'Zannıma göre, çekim gücü, evrenin Ulu Yaratıcı'sının ilahi takdiriyle, göksel cisimlerin kendi birlik ve bütünlüklerini küresel bir şekil içerisinde sürdürübilmeleri için onlara verilen doğal bir eğilimden başka bir şey değildir. Olasıdır ki, bu özellik yararı nedeniyle, yuvarlak kalabilmeleri için Güneş, Ay ve gezegenlere de bahşedilmiştir.'

Copernicus'un sistemi Ptolemy'nın sisteminden çok daha sade ve zarifti. Eski sistemde göksel cisimler, doğu batı hattının her iki yönünde de hareket ediyorlardı. Oysa şimdi, Dünya ve tüm gezegenler, Güneş'in çevresinde aynı yönde ve sistemin ortasında yer alan Güneş'ten uzaklaştıkça azalan hızlarla deviniyorlardı. Diğer bütün sabit yıldızlar, güneş sisteminin ötesinde, evrene

dağılmış olarak durağandılar. Şimdi artık gezegenlerin, neden Dünya'dan uzaklaştıkları ve yaklaştıkları kolaylıkla açıklanabiliyordu. Bu sistemde gezegenler, Güneş'e göre bazen Dünya ile birlikte aynı tarafta, bazen de karşı tarafta yer alıyorlardı. Copernicus, episikl kombinezonlarını dahiyane bir şekilde kullanarak, Ay'ın görünen çapının pek fazla değişmediğini kanıtladı. Oysa Ptolemy'nin ortaya attığı eş merkezli çemberler, Ay'ın görünen çapının, dört kata kadar değişik büyüklüklerde hesaplanmasına yol açıyordu.

Copernicus modelinde astronomik hesaplar, daha az sayıda çember kullanıldığından daha kolay yapılabiliyordu. Lakin gezegenlerin yerlerini belirlemek ve benzeri konularla ilgili öngörüler, Ptolemik sistemden daha duyarlı olarak yapılamıyordu. Her iki sistemin de hata oranı yüzde bir civarındaydı. Bütün bunlara ek olarak, Copernicus sistemine karşı çok ciddi fiziksel itirazlar da ileri sürülmekteydi. Belki o zamanlar fazla ciddi olmayan bir eleştiri, evrenin merkezinin tam olarak Güneş'e yerleştirilmemesi ile ilgiliydi. Copernicus, mevsimlerin uzunluklarındaki eşitsizliği açıklayabilmek amacı ile, evrenin merkezini Güneş'in merkezinden bir miktar uzağa yerleştirerek, onun Dünya yörüngesinin merkezi ile çakıştığını varsaymıştı. Bazı filozoflar, evrenin dönme merkezi olarak gerçek fiziksel cisimlerin kullanılmasını istisnai olarak önermişlerse de, bu amaçla episikl'lerde olduğu gibi geometrik noktaların kullanılması, daha yaygın bir kabul görmekteydi. Ayrıca o devrin Aristotelescileri, kendi şemalarında, çekim kuvvetinin, Dünya'nın merkezi ile çakışmayan ve evrenin merkezi olan geometrik bir noktaya yöneldiğine inanıyorlardı.

Daha ciddi olan diğer bir eleştiriye göre, eğer Dünya dönseydi, gerisinde atmosferik havayı bırakacak ve dolayısıyla bitip tükenmez bir doğu rüzgarı tüm yerküreyi saracaktı. Copernicus'un bu eleştiriye iki yanıtı vardı. Bunlardan birincisi, ortaçağda çok geçerli olan bir varsayıma dayanıyordu. Bu varsayıma göre hava, yerkürenin yapısına benzeyen ufak parçacıkları ihtiva ettiğinden, Dünya'dan kopmaksızın onunla birlikte dönmeliydi. Copernicus'un ikinci açıklaması ise daha çağdaş olup, buna göre, hava yer kürenin bitişik bir parçası olduğundan, hiçbir direnç göstermeksizin onunla birlikte dönmek zorundaydı. Diğer bir itiraz da, yukarıya doğru atılacak bir taşın, Dünya'nın dönüşü nedeniyle atıldığı noktanın batısında bir yere düşmek zorunda olmasıydı.

Copernicus, buna sadece ortaçağ anlayışma uygun bir cevap vermişti: 'Ağırlıkları nedeniyle düşen cisimler genellikle topraktan yapıldıklarından, hiç kuşkusuz onların parçaları da bütünün aynısı olan doğalarını her koşul altında korurlar.' O halde, onlar da Dünya ile beraber dönmeliydiler

Başka bir eleştiri de şöyle idi: Eğer Dünya dönüyor ise, merkezkaç kuvvet nedeni ile, parçalanıp dağılması gerekirdi. Copernicus bu itiraza verdiği yanıtta, Dünya'nın dönmemesi halinde, güneş sistemmin dışındaki sabit yıldızların çok daha büyük hızlarla dönmeleri gerekeceğini. bu yüzden de oluşacak çok büyük merkezkaç kuvvetler nedeniyle bu yıldızların daha fazla parçalanmaya maruz kalacağını söylemişti. Bu yanıt o devirde çok tatmin edici değildi; zira göksel cisimlerin, hiçbir devinimden ve merkezkaç kuvvetten etkilenmeyen, mükemmel ve ağırlıksız 5. bir eleman, yani öz'den oluştuğu varsayılıyordu. Bununla birlikte Aristoteles'in ortaya atmış olduğu bu temel madde düşüncesi, ortaçağ'da bir miktar yozlaştırılmıştı. Bunun sonucu olarak. göksel kürelerin katı, cam benzeri ve kristalsi yapıda cisimler olduğu varsayılmaktaydı. Bu durum, Copernicus'un savını güçlendirmekteydi. Copernicus'un güçlükten çıkmak için sarıldığı diğer bir fikir de, merkezkaç kuvvetlerin, yalnız doğa dışı yapay hareketlerde mevcut olduğu, yerküre ve diğer göksel cisimlerin yaptığı doğal hareketlerde ortaya çıkmayacağı idi. Bu konuda Copernicus şunları söylemekteydi :

'Doğa tarafından yönetilen şeyler. zorlamayla yönetilenlerdekine ters yönde etkiler ortaya çıkarır. Üzerine kuvvet ve impetus yüklenen şeyler, bu duruma fazla direnemeyerek, eninde sonunda parçalanarak dağılırlar. Oysa doğa tarafından yapılan her şey, düzenli bir şekilde ayarlanmıştır ve en doğru bileşimi ile korunur. O halde, Ptolemy'nin, yerküre ve tüm göksel cisimlerin doğanın etkisiyle oluşan bir dönmeden dolayı parçalanmasından korkması yanlıştır'.

Görülüyor ki, Copernicus hareketle ilgili olarak, ne Aristotelesci, ne de sürükleyici kuvvet (impetus) teorilerini kabul ediyordu. Zira, ona göre, gerek hareket ettiricinin etkisi ve gerekse impetus, doğa dışı ve yapay kavramlardı. Copernicus, kendi ekseni etrafında ve bir daire üzerinde dönmenin, yerküre ve diğer göksel cisimlerin şekli olan. mükemmel küresel geometrik şekillerde kendiliğinden ve doğal olarak var olan özellikler olduğuna inanıyordu. Böylece

Copernicus, Aristotelesci-Ptolemyci şemanın, kabul edilmiş bulunan Dionysiuscu şeklinde olduğu gibi; göksel cisimleri yolları üzerinde meleklerin yürüttüğü ve daha yukarı kürelerin meleklerinin aşağıdakilere hükmettiği bir melekler hiyerarşisine başvurmuyordu. Göksel cisimler, kendiliğinden ve doğal hareketlere sahiptiler. Rheticus'un bize dediğine göre, 'açıklandığı gibi, yıldızlı küreyi sınır olarak kabul eden öğretmenimin hipotezine göre, her gezegen doğanın onun için belirlediği bir devinimle düzgün olarak ilerler ve daha yüksekteki cisimlerin herhangi bir zorlamasına maruz kalmaksızın periyodunu tamamlar. Buna ek olarak, daha büyük kütleler daha yavaş dönerken, hareket ve ışığın kaynağı olduğu söylenebilecek Güneş'e daha yakın olan kütleler, daha hızlı bir devinim içindedirler.'

Böylelikle Copernicus ile birlikte yepyeni bir kozmik değerler manzumesi ortaya çıkıyordu. Evrenin dış sınırlarındaki Birincil Hareket Ettirici artık önemini yitiriyordu. Evrenin tam ortasında bulunan Güneş, tüm göklerin yöneticisiydi. Copernicus şunları yazıyordu:

'Tüm evrenin ortasında, Güneş hükmediyor. Acaba kim, tüm evrene ışık saçan bu güzel mabedi bundan başka ve daha iyi bir yere yerleştirerek, onun herşeyi birden aydınlatmasını sağlayabilirdi. Gerçekte Güneş, kraliyet tahtından etrafındaki bütün bir yıldızlar ailesini yönetiyor... Yerküre, Güneş'ten gebe kalır ve ondan yıllık meyvaları ile yüklenir. Bu şekli ile evrende hayranlık uyandıran bir harmoni yanında, hareketlerle yörüngelerin büyüklüğü arasında, başka türlü mümkün olmayacak, sürekli bir ahenkli ilişki buluruz.'

Evrenin sınırlarına yerleşmiş Birincil Hareket Yaratıcısı kuvveti vurgulayan Aristotelescilerle, merkezdeki Güneş'i yücelten Copernicus arasında, Cusalı Nicholas vardır. Uzayın sonsuzluğunu savunan Nicholas'a göre, evren öyle idi ki, 'Onun merkezi, çevresiyle çakışır hale gelmiştir'. Bununla birlikte, Copernicus'un gerçekleştirdiği reform çok daha derine iniyordu. Buna göre, evrendeki güç, artık çevredeki Birincil Hareket Ettirici'den evrenin merkezindeki değersiz yerküreye kadar, bir melekler hiyerarşisine teslim edilmiyor; bu güç şimdi mutlak bir şekilde, merkezde bulunan ve yaklaşık eşit bir statüde olan göksel cisimleri yöneten Güneş tarafından kullanılıyordu. Bu şema içerisinde yerküre de, diğer gezegenler gibi, çekime ve dairesel devinime sahipti.

Denilebilir ki, Copernicus böyle yeni değerler ileri sürmeye ilgi duymuştu; zira eğer evren için daha basit bir sistem istemiş olsaydı, daha sonraları Tycho Brahe, 1546-1601, tarafından geliştirilecek olan başka bir sisteme varması imkansız değildi. Brahe'nin sistemine göre, gezegenler bir yandan Güneş'in çevresinde dönerken, öbür yandan da Güneş ve tüm gezegenler, durmakta olan yerküre çevresinde dolanıyorlardı. Böyle bir sistem, matematiksel bakımdan Copernicus sistemine eşdeğer olduğu gibi, devingen Dünya kavramında ortaya çıkan fiziki problemleri de ortadan kaldıracaktı. Fakat Brahe'nin modeli, eski kozmik değerlerin hemen hemen tümünü koruyordu. Belki de bu nedenle, Copernicus, yeni, Güneş merkezli kendi şemasını tercih etmişti.

Tuhaftır ki, Copernicus. geliştirdiği değerler ve kavramlar yönünden çok modern olmasına rağmen, kullandığı yöntemler bakımından muhafazakar kalmıştır. Copernicus, yaşamı boyunca göksel cisimlerin hareketlerinin dairesel ve düzgün olduğu şeklindeki Greklerin önyargısından kendini kurtaramadığından, Ptolemy'nin savunduğu sistemden daha basit bir sistem ortaya atmış olmakla birlikte, bu sonradan Johann Kepler'in, 1571-1630, geliştirdiğinden daha karmaşıktı. Kepler, göksel kütlelerin görünen hareketlerini, Copernicus'un kullandığı otuz dört daireye karşın, yedi elipsle açıklamıştır. Kepler'in dediği gibi, Copernicus, uzanabileceği yakınlıkta duran hazinenin farkında olmamıştır. Copernicus pekala biliyordu ki, bir elips, dairelerin bir bileşimi olarak ortaya çıkar. Ama nedense o, göksel cisimlerin yörüngeleri için hiçbir zaman eliptik şekilleri düşünmemişti. Buna ek olarak, gençliğinde o da antik devirlerde yapılmış gözlemsel çalışmalara büyük bir saygı duymuştu. Hatta o, Purbach ve Müller'in daha yeni olan gözlemlerinin, Ptolemy'nin gözlemlerinden daha duyarlı olduğunu ileri süren astronom Werner'e ağır bir mektup yazmıştı. Ne var ki, gerçekten de son gözlemler, üç kat daha duyarlıydı.

Modern çağların başlangıcında en önemli gözlemsel çalışmalar, Müller'inkinden 50 kat daha duyarlı ölçümler yapan Tycho Brahe'ye aittir. Bu duyarlılık, çıplak gözün görme sınırlarına erişmişti. Tycho Brahe, Danimarkalı bir asilzade idi. Danimarka kralı Frederick II ona bir maaş bağlayarak, Kopenhag boğazındaki Hveen isimli adayı astronomi çalışmaları için emrine vermişti. Tycho Brahe, burada bir şato, atölye ve özel bir matbaa ile bir de

gözlemevi inşa ettirerek, 1576 ile 1597 yılları arasında sayısız asistanların da katkısı ile, bir çok duyarlı gözlem gerçekleştirdi. Brahe, teorik bir evren sisteminin yol göstericiliği olmaksızın gözlem yapılamayacağını belirterek, yukarıda sözü edilen, geliştirilmiş yer merkezli sistemi benimsemişti. Lakin, kendisinin asıl ilgi alanı gözlem yapmaktı ve o, bu alanda zirveye ulaşmıştır.

II. Frederick ölünce, aynı desteği yeni kraldan bulamayan Tycho Brahe, 1599 yılında Prag'a gitti; orada imparator II. Rudolph ona maaş bağladı. Bir yıl sonra, genç bir Alman astronomu olan Johann Kepler yanına asistan olarak girdi. Kepler aslında Copernicus geleneğinde yetişmiş bir matematikçiydi. Württemburglu bir subay ile bir hancı kızının oğlu olarak doğmuş, Tübingen'de astronomi profesörü Michael Mastlin'in öğrencisi iken de Copernicus sistemini benimsemişti. Onun Tycho Brahe ile işbirliği kısa oldu. Zira, 1601'de Brahe ölmüş ve gözlem sonuçlarının tümü Kepler'de kalmıştı. Kepler, Prag'da, hocası için gezegen yörüngeleri ile ilgili tablolar hazırlarken, göreviyle de ilgili olarak, gezegen yörüngelerinin doğası hakkında kendi araştırmalarını da yürütüyordu. 1627'de yayınladığı *Rudolph Tabloları*, Copernicus teorisine göre hesaplanarak 1551'de yayınlanan Reinhold'un *Prusya Tabloları*'ndan ve Ptoleme sistemine dayanan ve on üçüncü asırdan kalma, *Alphons Tabloları*'ndan çok daha doğru sonuçları içermekteydi. Bu eski tablolar, yaklaşık olarak aynı duyarlıkta idiler. *Rudolph Tabloları*'nın öncekilerden daha doğru olmasının nedeni, bunların bir yandan Tycho Brahe'nin duyarlı gözlemlerine dayanması, diğer yandan da bu gözlemlerden hareket eden Kepler'in, gezegen yörüngeleriyle ilgili geliştirdiği yeni geometri idi.

Kepler'in kozmoloji ile ilgili ilk eseri, 1596 yılında yayınlanmış olan ve mistik bir karakter taşıyan, '*Evrenin Gizemi*' isimli kitabıdır. Bu eserinde Kepler, Copernicus sistemindeki gezegenlerin yörüngeleri arasındaki harmoniyi araştırırken, bu yörüngelerin içerisine beş düzgün katı cismin yerleştirilebileceğini bulmuştu. Daha sonra, Tycho Brahe'nin gözlemlerini eline geçirdiği zaman, uzun yıllar gök cisimlerinin düzgün ve dairesel hareket yaptığı fikrine saplanmış olsa da, çalışmaları daha da kesinlik kazandı. Bu fikirlerin, ister Ptolemy, ister Copernicus ve isterse Tycho sistemlerinde olsun, Tycho'nun gerçek ölçümleri kadar duyarlı öngörüler veremediğini buldu. Artık, bu fikri terkedip, diğer geometrik şekilleri denemekten başka çaresi kalmamıştı.

Sonuçta, 1609 yılında, istenildiği derecede hassasiyeti sağlayan, en mükemmel şeklin, elips olduğunu buldu. Şimdi, gezegenlerin hareketlerinin ne düzgün ne de dairesel olmaları söz konusu değildi. Zira, 1609'da yayınlanan kitabına göre; önce, her gezegen, odak noktalarının birinde Güneş'in yer aldığı eliptik bir yörünge üzerinde hareket ediyor; ikinci olarak da, gezegenlerle Güneş'i birleştiren doğru, eşit zamanlarda eşit alanları tarıyordu. Bu buluştan dokuz yıl sonra, Kepler, 3. yasasını da keşfetmişti: Gezegenlerin yörünge hareketlerini tamamlamak için gereken zamanın karesi, onların Güneş'e olan ortalama uzaklıklarının küpü ile orantılıdır.

Kepler, 1618 ile 1621 yılları arasında yazdığı, *Copernicus Astronomisinin Özeti* isimli kitabında, kendi astronomik yöntemlerinin Copernicus'unkinden ne denli farklı olduğunu etraflı bir şekilde anlatmaktadır. Kepler, Astronominin 5 kısımdan oluştuğunu söyler. Bunlar, birinci olarak, göksel cisimlerin gözlemi; ikincisi, gözlenen hareketlerin açıklanması için gerekli hipotezler; üçüncü olarak, kozmolojinin fiziği veya metafiziği; dördüncü olarak, gök cisimlerinin geçmiş veya gelecekteki konumlarının hesaplanması; beşinci olarak da, kozmolojide kullanılacak aletlerin yapımı ve kullanımı ile ilgili, mekanik bir bölümü kapsar. Kepler, üçüncü kısımda sözü edilen, örneğin, Greklerin, gezegensel hareketlerin düzgün ve dairesel olmaları gerektiği hakkındaki önyargıları gibi, kozmolojinin metafiziğinin, astronom için büyük bir önem taşımadığını savunuyordu. Ona göre, eğer hipotezler metafizik bir sisteme uyuyorsa, bu memnuniyet vericiydi; lakin uymuyorlarsa, o zaman atılması gereken metafiziksel görüşlerdi. Kepler'e göre, hipotezlerde aranacak tek sınır, onların akla yakın olmaları; asıl amacları ise, 'olayları açıklayabilmeleri ve günlük yaşantımızda faydalı bir rol oynamaları' idi.

Kepler, Copernicus'un kozmik değerlerini devralmış ve onları gerçekten daha da geliştirmiştir. O da, Güneş'in evrene hükmettiğine ve onun içerisinde bulunan Evrenin Ruhu'nun, gezegenleri, yörüngeleri üzerinde ilerlettiğini düşünüyordu. Kepler'in düşüncesine göre Güneş, kutsal bir cisimdi.

'Şayet Yüce Tanrı, maddi bir mekan arasaydı ve içinde kutsal melekleri ile birlikte yaşayacağı bir yer seçseydi, O'na layık olduğuna karar verebileceğimiz tek yer', Güneş'ti.

Kepler, evrenin tumünün. kutsal üçlünün bir görüntüsünü ve analojisini yansıttığına inanıyordu. Buna göre Peder, merkez; Oğul onu çevreleyen küreler; Ruh'ül Kudüs de, evrenin yapısındaki ilişkiler yumağı idi.

Kepler'le, güneş sisteminin uzaysal şekli, nihayet ortaya çıkmış oluyordu. Artık, mekanik kuvvetlerin dinamik dengelerini kullanarak, göklerin yapısının yorumlanmasının yolu açılmış oluyordu. Grekler, genellikle evrenin statik (durağan) yapısı ile ilgilenmişlerdi. Onlar, hareketleri ancak, bunların düzenli olarak yinelendiği ve geometrik şekiller çizdiği durumlarda ele almışlardır. Önyargıları nedeniyle, Greklerin geliştirdikleri evren sistemlerinin yapısı karmaşıktı. Bu önyargılardan birini oluşturan, yerküre ile göklerin niteliksel bakımdan farklı oldukları inancını reddeden Copernicus, daha basit bir sistem elde etmişti. Daha sonra da Kepler, Greklerin diğer önyargılarını da terkederek, hepsinden daha basit olan bir sistem ortaya koymuştur. Bu şekilde, iki bilim adamı, göksel cisimlerin hareketlerinin, Dünya'da geçerli olan mekanik yasaları içerisinde yorumlanabilmelerinin yolunu açmış oldular. Bu gelişme, bir mekanik bilimine sahip olsalardı dahi, önde gelen Grek düşünce okulları için, olanak dışıydı. Bu bilime ise zaten sahip değillerdi.

13. Bölüm

Gilbert, Bacon ve Deneysel Yöntem

ON ALTINCI yüzyıl süresince, o zamana kadar sanatların mekaniğe ait olanlarını, serbest sanatlardan (liberal arts) ayırmış olan, zanaatsal ve bilimsel gelenekler arasındaki doğal engeller, ortadan kalkmaya başlamıştı. Loncalar ile ilgili sırlar yavaş yavaş yokolurken, zanaatkârlar bir yandan kendi geleneklerine ilişkin bilgileri kaydediyorlar, diğer yandan da bilimsel bilgileri öğrenmeye çalışıyorlardı. Aynı şekilde, bazı bilim adamları da deneylerle ve zanaatkarların uyguladığı yöntemlerle ilgileniyordu. Bu hareketin en belirgin örneği, papalık dökümhanesinin ve cephane atölyesinin şefi olan İtalyan metal ustası Biringuccio'nun, 1540 yılında yayınladığı, *Fişek Teknikleri Hakkında*, isimli eseriydi. Kitap, eritilmiş metallerden top, çan, para dökümünü ve barut imali yöntemlerini açıklıyordu. Aynı konuları içeren ve bunun yanı sıra madencilikten sözeden diğer bir kitap da, 1556 yılında, Harz dağlarındaki maden ocaklarında doktorluk yapan George Bauer isimli bir bilim adamı tarafından yayınlanmıştır.

Daha sonraları, zanaatlerle ilgili yayınlarda, yeni teknik ve bilimsel buluşlar kaydedilmeye başlandı. Bunlardan biri, emekli bir denizci olan Londralı pusula yapımcısı Robert Norman'ın 1581 yılında yayınladığı, *Yeni Cezbedici* isimli kitapçığında sözü edilen, pusula iğneleri'nin dalışı[3] ile ilgili bir buluştu.

Bu buluşa göre, merkezinden asılan bir manyetik iğne sadece kuzeyi göstermiyor, aynı zamanda çekül doğrultusuna göre dalış açısı adı verilen bir sapma da yapıyordu. Norman, yaptığı başka bir deney ile de, manyetizmanın bir kütlesinin olup olmadığını saptamak üzere, manyetize etmeden önce ve sonra, demir çubukların ağırlıklarını ölçerek, bunun söz konusu olmadığını kanıtladı. Bunlara ek olarak, Norman, mantar üzerine yerleştirdiği bir manyetik iğnenin durgun suya bırakıldığında, kuzey güney doğrultusunu gösterdiğini saptadı.

[3] Yani, yatay düzlemden sapması, (Ç.N.).

Bu konuda gözlemlenen diğer bir husus da, mıknatısın kuzey güney yönünde hareket etmeyip, sadece ekseni çevresinde dönmesiydi. Bundan çıkan sonuç, manyetizmanın, hareket ettirici değil, sadece yönlendirici bir kuvvet olmasıydı. Kendisi bu buluşların, 'sanatların temeli olan, deney, mantık yürütme ve ispat' ile ortaya çıkarıldığını söylüyordu. Kitabında, aynı zamanda, denizcilikle ilgili manyetizma sorunlarına da değinmekteydi. Bunların başında, değişik yerel noktalarda, pusula ucunun gerçek kuzey yönünden yaptığı sapmaların farklı olduğu hususu gelmekteydi. 'Seyahatlerine rağmen, bu konuda deneyimden daha çok kitaplarına başvuran denizcilerin inandıklarının aksine', Norman, bu sapmaların bir yerden diğerine düzgün bir şekilde değişmediğini söylüyordu. Bir manyetizma teorisi konusuna gelince, bunun üzerinde herhangi bir açıklamada bulunamayacağını itiraf ediyor ve, 'doğal nedenler konusunda beni geçebilecek gibi göründükleri için, burada mantıkçılar ile bu kadar çok şey hakkında her hangi bir tartışmaya giremem', demekteydi

Görüldüğü gibi, onaltıncı yüzyılda zanaat gelenekleri, Norman gibi birçok yetenekli deneyci yetiştirmekle birlikte, bir teorici ortaya çıkaramamıştı. Bununla beraber, bu yüzyılın bilim adamları ve zanaatlerle ilgili literatür meraklıları, zanaatkarların sahip olmadıkları teoriyi geliştirdiler. Manyetizma konusunda devrin en önemli bilim adamı, 1600 yılında *Mıknatıs'a Dair* isimli kitabı yayınlayan ve Kraliçe Elizabeth'in saray doktorluğunu da yapan, Colchesterli William Gilbert idi. Gilbert, Robert Norman'ın ve on üçüncü yüzyıl yazarlarından Pierre De Maricourt'un deneysel bulgularını ele alarak, bunları geliştirmiştir. O, Maricourt'u izleyerek, 'Küçük Dünyalar' adını verdiği küresel mıknatıs taşları yapmış, kompas ve tebeşir yardımı ile bunların manyetik meridyenlerini çizmiştir. Norman tarafından bulunmuş olan dalma, yani pusula iğnesinin çekül istikametinden sapma olayını, o, bu küreler üzerinde de gösterdi. Ayrıca, yüzeyi düzgün olmayan küresel mıknatıs taşlarının manyetik meridyenlerinin de düzensiz olduğunu göstererek, yerküre üzerinde gözlemlenen, pusulanın gerçek kuzeyden sapmasının, yerel kara kitlelerinin varlığı ile açıklanabileceğini savundu. Gilbert'in deneylerinin büyük bir bölümü, gerçekte pek özgün olmadığı gibi, genellikle niteliksel karakterde idi. Bunun ender istisnaları, onun deneylerinde kullandığı mıknatıs taşından kürelerin demirle kaplanmasının, onların manyetik gücünü arttırdığını bulması ve aynı demir parçasına etkiyen mıknatıs taşlarının, büyüklükleri ile çekim güçleri arasında doğru orantılı bir ilişkinin bulunduğunu kanıtlaması idi.

Gilbert, manyetizma ile ilgili bildiği gerçeklerden hareket ederek, oldukça çok sayıda teori ortaya attı. Küresel mıknatıs taşları üzerinde yaptığı deneylerden yola çıkarak, yerkürenin, üzeri yer yer ince bir su, kaya ve toprak tabakasıyla kaplanmış, devasa bir mıknatıs taşından meydana geldiğini savundu. Gilbert, bir mıknatıs taşı içindeki manyetizmayı, insan vücudundaki devinimleri ve değişiklikleri sağlayan ruha benzetmekteydi. Bundan, Gilbert'i, mıknatıs taşından yapılmış kürelerin kendiliğinden dönebilecekleri, şeklindeki Pierre de Maricourt'un teorisi cezbetmişti. Fakat, 'bu olayı şimdiye kadar gözlemeği başaramadık', diye eklemekteydi. Gilbert, Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki gündelik dönüşüne inanmakta olup, büyük bir mıknatıs olan Dünya, 'manyetik ve birincil niteliğinden ötürü, ekseni etrafında döner', demekteydi. Gilbert'in düşüncesine göre, yerkürenin manyetik gücü, göklere kadar uzanmakta ve evreni birarada tutmaktaydı. Kütlesel çekim, Gilbert için, manyetizmadan başka bir şey değildi.

Gilbert kitabını, 'Bilgiyi kitaplarda değil, fakat nesnelerin kendilerinde arayan insanların oluşturduğu yeni bir geleneğe' adıyordu. Gilbert, 'körü körüne otoriteye inanan, edebiyat budalası, gramerci, sofist, ayrıntı meraklısı ve aksi huylu yeteneksizlerin' temsil ettiğini söylediği, eski bilim geleneğine, tümüyle karşı çıkıyordu. Gilbert, kendisini zanaatkarlarla ve zanaat geleneğine ilgi duyan bilim adamlarıyla özdeşleştiriyordu. Gilbert, Harz dağlarında doktorluk yapan George Bauer'i, 'bilimde olağan üstü' bir kişilik olarak övüyordu. Maricourt'u ise, 'yaşadığı devre göre bilgili' bulan Gilbert, Robert Norman'ı, 'denizciler ve uzaklara giden gezginler için gerekli manyetik araçları ve bunlarla ilgili gözlem yöntemlerini keşfeden ve halka yayan' uzman bir denizci ve mahir bir teknisyen olarak övüyordu.

Gilbert ve Norman'ın çalışmaları, zanaat birikimi ile bilimsel bilginin ve aynı zamanda, ampirik çalışmalarla doğanın teorik yorumu arasında bir yakınlaşmanın başladığına örnek oluşturur. Norman, eski zanaat geleneğini tam olarak aşmış değildi. Zira, buluşlarına yeterli açıklamalar getirememişti. Aynı şekilde, Gilbert de karşı çıktığı eski bilimsel gelenek etkilerinden kendisini tam anlamı ile kurtaramamıştı. Geliştirdiği teoriler, deneylere dayandırılmış da olsalar, spekülatif bir karakterde idi. Buna ek olarak, Francis Bacon'un da sonradan işaret ettiği gibi, Gilbert, hipotezlerini hiçbir zaman deneylerini geliştirmek için bir rehber olarak kullanmadı. O, teorilerini, deneylerini tamamladıktan sonra oluşturuyor ve kendi açıklamalarını destekleyecek yeni deneyler düşünmeye girişmiyordu.

On yedinci yüzyılın başlarında, modern bilim, süreçleri henüz biraz duraksamakla birlikte ve özgün karakteri herkes tarafından kesin hatlarıyla anlaşılamamış olsa da, yeni temelleri üzerinde yavaş yavaş yükselmeye başlamıştı. On altıncı yüzyıl süresince, gittikçe modern zanaat becerileri ile bilimsel geleneklerin birbiriyle birleşmesi sonucunda, yeni bir araştırma yöntemi doğarken, bu gelişmelerin neler getireceğini az kimse düşünebiliyor ve yeni yöntemin doğasını ve onun uygulama potansiyelini daha da az kişi farkediyordu. I. James'in maliye bakanı olan Francis Bacon, 1561-1626, bilimin tarihsel öneminin ve onun insanlığın yaşamındaki rolünün bilincine varan ilk kişilerden biriydi. Gördüğü şey iyiye benzediğinden, Bacon, bilimlerin metodolojsini analiz ederek ve tanımlayarak ve onun uygulama şekillerini belirterek, yeni bilimsel harekete hız ve yön vermek gereğini duyuyordu.

Bacon, öncelikle bir bilim adamı değil, filozoftu. Deneysel yöntemin olanaklarını araştırarak, kendi benzetmesi ile, felsefede Christofer Colombus'un rolünü oynamak ve bu olanakların hayata geçirilmesi için başkalarının ilgisini çekmek istiyordu. Bacon'un bu konuda ilk eseri olan ve 1605 yılında yayınladığı, *Bilimin İlerlemesi,* kendisinin önceki görüşlerini geniş halk kitlelerine yaymak için kaleme alınmıştı. Onun temel eseri, 1620 yılında kısmen yayınlanan ve tamamlanmayacak olan, *Bilimin Büyük Yenilenmesi* isimli kitabıdır. Bacon, kitabının altı bölümden oluşmasını planlamıştı. Birinci bölüm, *Bilimin İlerlemesi* isimli eserini kullanacağı genel bir girişten oluşacaktı. En ziyade tamamlanmış olan ikinci bölüm, Bacon'un *Yeni Araç* ismini verdiği bilimsel metodun bir analizini kapsıyordu. Üçüncü bölüm, zanaatlara dair bilgiler ve deneysel gerçeklerle ilgili bir ansiklopedi olacaktı. Kayıp olan dördüncü bölümde, yeni yöntemin sözü edilen bu gerçeklere ne şekilde uygulanacağından söz edilecekti. Beşinci bölüm, geçmiş ve şimdiki bilimsel teorilere eğilecekti. Altıncı bölüm ise, gerçeklerle ilgili ansiklopediden derlenen hipotezlerin ve mevcut bilimsel teorilerin son sentezini, yani, yeni doğa felsefesinin kendisini ele alacaktı.

Bacon, başlangıçta düşündüğü bu geniş kapsamlı çalışmanın ancak çok ufak bir kısmını gerçekleştirebildi. Onun, *Bilimin Büyük Yenilenmesi* adlı eseri, bilimsel yöntem üzerine yaptığı analizlerinden başka pek az şeyi kapsamakla birlikte, on yedinci yüzyıl boyunca İngiltere'de ve on sekizinci yüzyılda da Fransa'da büyük etkiler yaptı. Yöntem konusunda Bacon, bilim ve zanaat geleneklerinin usullerini birleştirmeye gayret gösterdi. Kendi anlatımıyla, amacı,

'İnsafsız ve talihsiz ayrılığı yüzünden insanlık ailesinin bütün meselelerini karışıklığa sürüklemiş olan ampirik ve akli melekeleri, gerçek ve yasal bir şekilde evlendirmek', idi. Bu iki geleneği, o günkü durumları ile değerlendiren Bacon, zanaatlerin sürekli gelişimiyle, felsefenin daha çok düzensiz görünen gidişini karşılaştırıyordu:

'Mekanik sanatlar, bu konuların ilk yazarlarının eserlerinde, kaba, biçimsiz ve karışıktır; daha sonraları, bunlar yeni güç ve içerikler kazanmaya devam ederler. Felsefe ise, ilk yazarlarının elinde en canlı şekilde iken, sonradan bir düşüş gösterir. Birbirine zıt olan bu kaderlerin en iyi açıklaması, mekanik sanatlarda birçok bireyin yeteneğinin tek bir sonucu üretmek için birleşmesine karşılık, felsefede, bir bireysel yeteneğin diğer birçoğunu tahrip etmesidir. Felsefede birçok kimse tek bir adamın liderliğine teslim oluyorlar ve bu yüzden yeni birşey ekleme imkanını kaybediyorlar. Çünkü felsefe, ilk filiz verip geliştiği deneylerdeki köklerinden koparıldığı zaman, ölü bir şey olur.'

Böylelikle Bacon'a göre, çağının bilgi gelenekleri, deneyle teması kaybetmiş olduğundan kısır bir durumdaydı. Fakat, aynı zamanda, zanaat geleneğinin deneyimleri de geniş ölçüde yazılı olmadığından, bilimsel yönden tam olarak etkin değildi. Bacon, şöyle yazmıştı: 'Bundan çıkarılacak sonuç odur ki, tecrübe, okuma ve yazma öğrendiği zaman, daha iyi şeyler ümit edilebilir'. Bu 'daha iyi şeyler', yeni bilimsel ilkeler ve yeni teknik buluşlardı. Nasıl Gilbert, Pierre de Maricourt'un on üçüncü yüzyıldaki deneylerini ele aldıysa, Bacon da, deneysel metodun uygulanmasından kaynaklanan teknik ilerlemelerle, geleceğin parlak olacağını düşünen, on üçüncü yüzyıldaki adaşı, Roger Bacon'un ideallerine sahip çıkmıştı. Francis Bacon da, benzer bir vizyona sahipti. 'Doğanın teorik yorumu ile pratik denetiminin birleşmesinin doğuracağı bir buluşlar dizisi ve yarışı, insanlığın gereksinimlerini ve sefaletini bir ölçüde durdurabilir ve hatta onu yenebilir', demişti.

Bütün bunlara rağmen, Bacon hiçbir şekilde dar anlamı ile faydacı bir filozof değildi: Bilimsel anlayış ve doğanın teknik denetiminin ikisi de, bilimsel yöntemin bir ürünü olarak elele yürüyecekti. Bacon, modern insanın, eski Greklere olan bilgi üstünlüğüne örnek olarak zikrettiği, matbaa, barut ve manyetik pusula gibi buluşların geliştirilmesinden çok etkilenmişti. Bütün bu buluşların yeni ilkelere dayandığına işaret ediyordu. Bu bağlamda, ne matbaa

sadece bir çabuk yazma aracı, ne de ateşli silahlar eski mancınığın birer gelişimi idi. Bu buluşlar, uygulanıldıkları alanda eski zanaatlerde kullanılanlardan çok farklı ilkelerden oluşmuşlardı. Buna ek olarak, bu yeni ilkeler, Maricourt, Norman ve Gilbert'in manyetik pusuladan kaynaklanan buluşlarında gösterdikleri gibi, çoğunlukla bilimsel açıdan da oldukça ilginç idiler.

Bu nedenle Bacon, bilimlerin ve sanatların ilerlemesini sağlayacak yeni yöntemin ilk gereğinin, yeni ilkeler, süreçler ve gerçeklerin araştırılması olduğunu vurguluyordu. Bu gerçekler ve ilkeler, zanaatların birikimmden ve deneysel bilimden türetilebilirdi. Bunlar, bir kez açıklığa kavuşturulduktan sonra, hem sanatlarda hem de bilimlerde yeni uygulamalara yol açabilirdi. Bacon'a göre, yeni ilkelerin birçoğu, gündelik zanaat uygulamalarında dikkat çekmeden, saklı duruyordu. Bunlar bu nedenle, bilimsel bilginin değerli bir kaynağı idiler. Bu süreçler, özellikle, etkin ve deneysel karakterleri ve doğal maddelerin değişim ve dönüşümü ile bağlantılı olmaları nedeni ile ilgi çekici idiler. Bu durumda doğa, gizemli işleyişini dışa vurarak, insanoğlunu, tüm dikkatini kendisi üzerinde yoğunlaştırmaya zorluyordu. Oysa, hayvanları ve bitkileri gözlerken olduğu gibi, doğa üzerinde pasif bir şekilde düşünüldüğünde, insan zihni, önceden edinilmiş kavramları destekleyen gerçekleri çok çabuk yakalıyabiliyordu.

Bacon'un yazdığına göre, 'Sırf kendisi için öğrenilen bir tür doğa tarihi vardır. Bir diğer tür ise, felsefi düşüncenin yapılanması için, insan zekasının bilgilendirilmesine yönelik olarak yapılır. Bu iki cins tarih, gerçekte diğer noktalarda da birbirinden ayrılsa bile, özellikle, ilkinin Doğal Türleri. ikincisinin de Mekanik Sanatları içermesi bakımından birbirlerinden farklıdırlar. Nasıl, toplumsal olaylarda her ferdin yetenekleri, başka yerden ziyade karışıklık durumlarında, daha iyi ortaya çıkarsa, doğadaki gizli şeyler de, doğal seyrine kıyasla, sanatlar tarafından kışkırtıldıkları zaman kendilerini daha çok ele verirler.'

Sanat süreçlerinin tümü, bu yönden eşitlik göstermezler. Doğanın gizemli işlevlerini ortaya çıkaran sanatlar, 'ellerin ve aletlerin ustalıklı hareketlerinden oluşanlardan' daha çok, 'doğal cisimleri ve maddeleri ortaya çıkaran, değişikliğe uğratan ve hazırlayanlardır'.

Bacon, araştırmaya değer bulduğu yüz otuz konu ve süreci bir listede toplayarak, I. James'e sundu. Krala, bu konularla ilgili bilgilerin toplatılmasını arzettiyse de, bir sonuç alamadı. Böyle çok sayıda verilerin toplanması, Bacon'un yöntemi için önşart idi. Gerçekten, Bacon, Pliny'nin *Doğa Tarihi* isimli eserinin altı misli büyüklükte bir bilgi ansiklopedisi sayesinde, doğa olaylarının tümünü açıklayabileceğini düşünmüştü. Böyle bir veri topluluğu sayesinde, herhangi bir konunun, bununla ilgili gerçeklerin sınıflandırılması yolu ile araştırılabileceğini iddia ediyordu. Bu amaçla, önce, ele alınan doğa olayının 'pozitif örnekleri'nin, yani, olayın var olduğu durumların bir listesi yapılacaktı. Örneğin, ısının doğası araştırılırken, pozitif örneklerden kastedilen, güneş ışınları, alevler, v.b. idi. İkinci olarak, olayın mevcut olmadığı örnekler, 'negatif örnekler' olarak, bir listede toplanacaktı. Örneğin, ısı, ay ışığında, havada, suda v.b. yoktu. Üçüncü olarak, 'karşılaştırma mertebe'lerine, örneğin, eforla veya sürtünme ile oluşan hayvansal ısının, onu yaratan hareketin şiddeti ile değişimine, dikkat edilmesi gerekmekteydi. Böyle listelerden, çeşitli hipotezler denenerek ve bunların içerisinden olasılığı az olanları çıkararak, olasılığı fazla olanları da daha çok deneyerek, bilimsel bilgiler elde edilebilirdi. Bu amaçla, rakip hipotezleri değerlendirirken, örneğin, sorgulanan olayı, başka olaylarla şaşırtıcı ilişkilerden izole edecek, 'yalnız örnekler' ve olayın en göze çarpan özelliklerini tanımlayan 'parlak örnekler' gibi, başka 'örnekler'de kullanılabilirdi.

Böylece Bacon, ısının doğası ile ilgili çeşitli varsayımları test ederek, ısının özünün, hareket olduğu sonucuna vardı. Zira, ısının bulunduğu her yerde, herhangi bir hareket şekli mevcuttu. O bunu, açık anlamıyla, sürtünmenin daima ısıya neden olduğu, şeklinde ileri sürmedi: ısı etkisini yapan, yüzeysel olayların altında cereyan eden,'küçük cisim parçacıklarının hareketi' idi. Bacon, görünen doğa dünyasının altında, duyu organlarımızın doğası gereği algılıyamadığı, yapılardan ve süreçlerden oluşan, saklı bir dünya bulunduğuna inanıyordu. Bu yapı ve süreçlere o, doğanın 'görünmeyen şekiller'i ve 'görünmeyen süreçler'i ismini verdi. Bunların bulunup ortaya çıkarılması, bilim adamlarının işiydi. Bacon 'görünmeyen şekiller'in atomik karakterde olduğunu ve ısının 'görünmeyen süreç'inin de, bu atom veya paçacıkların hareketleri olduğunu düşünüyordu.

Bacon, gerçekler tablosundan hipotez üretme yöntemini, hipotezlerin kendilerine de uygulayarak, genelliği daha geniş aksiyomların çıkarılabileceğine inanıyordu. Bu sürecin her aşamasında, hipotezler, aksiyomlar veya teoriler deneysel olarak test edilmeliydi; uygun görüldükleri taktirde, bunlar insanların kullanımına sunulabilirdi. Böylelikle, gerçek bilgilerden oluşan bir ansiklopedinin sağlam temelleri üzerinde, tümevarımla. bir bilimsel teoriler piramidi kurulabilecek ve bunun her kademesinden de uygulamalar fışkıracaktı. Bacon'un savına göre, bu piramidin her düzeyi aynı miktarda verimli olmayacak, ancak orta seviyede genellemeler, en faydalıları oluşturacaktı.

'En düşük seviyedeki aksiyomlar, çıplak deneylerden pek az bir farklılık gösterir' diye yazan Bacon şunları ekliyordu: 'Ve buna karşı, en yüksek ve en genel aksiyomlar, kavramsal ve soyut kaldıklarından sağlam değildirler. Fakat orta seviyedekiler, gerçek, sağlam ve yaşayan aksiyomlardır; insanoğlunun işleri ve zenginliği bunlara bağlıdır.

Bacon'un bu genellemelerinde önemli ölçüde gerçek payı bulunduğu söylenebilir. Gilbert'in bir genelleme sonucu ortaya attığı, manyetizmanın dünyayı birarada tuttuğu savı, ne sanatlarda ne de bilimde büyük ölçüde uygulanamazken, onun, kara parçalarının manyetik meridyenleri bozduğu şeklindeki 'orta aksiyom'u, yanlış da olsa, hem bilimde hem de denizcilikte kabul edilmiş ve daha ileri araştırmalara yol açmıştır.

Bacon'un bilimsel yöntem konusundaki görüşü, temelde deneysel, niteliksel ve tümevarımcı bir karakterdeydi. O, matematik ve onunla ilgili tümdengelimci mantığa kuşkulu gözlerle bakmaktaydı. Matematiğin bilimde büyük ölçüde yararlı olduğunun farkında olmakla birlikte, onun yeteri kadar gelişmiş olduğunu düşünerek, 'mantık ile birlikte bunlar bilimlerin hizmetkarı olmamış, zamanla bilimin üzerinde egemenlik kurmuştur', demekteydi. Bacon, Galileo tarafından geliştirilen ve bir olayı doğal içeriğinden ayırarak, bunun sadece ölçülebilir niteliklerini inceleyip, çıkan sonuçlar üzerine kapsamlı bir matematiksel teori inşa etmek, şeklindeki yönteme karşı çıkıyordu. Bacon, astronomide Copernicus'un önemli bulmadığı, göksel cisimlerin fiziksel doğası veya yerçekimsel düşüşte Galileo'nun ihmal ettiği hava direnci gibi, ele alınan bir konuda önemli olabilecek, ilgili tüm gerçeklerin birlikte değerlendirilmesinden yana idi.

Astronomideki tüm gerçekleri gözönüne alarak Bacon, o zaman için mantık dışı olmayan şu sonuca varmıştı: 'Hem Dünya'nın döndüğünü düşünenler, hem de Birincil Hareket Ettirici ve eski yapıya inananlar, doğa olayları tarafından eşit bir şekilde desteklenmektedirler.' Kendisi, Copernicus ve Ptolemy sistemleri arasında bir karara varabilmek için, özellikle Copernicus'un göksel kitleler için varsaydığı 'kendiliğinden dönüş'ün doğası gibi fiziksel problemler üzerinde, daha birçok çalışma yapılması gerektiğini düşünüyordu. Bu bağlamda, gök cisimlerinin ve yerkürenin fiziğinin farklı olduğunu savunan Aristoteles'e karşı çıkıyordu. Bacon, Aristoteles felsefesi konusunda şunları yazmaktaydı :

'Dikkatli bir şekilde incelendiğinde, bu felsefenin, tüm girişimleri yozlaştırmak üzere kasten geliştirilmiş birtakım görüşler kapsadığı belli olur. Bu görüş açılarına göre, Güneş'in ısısı bir ateşin ısısından farklıdır, veya insan sadece cisimleri yanyana dizebilirken, bunların birbirini etkilemesini ancak doğa başarabilir.

Bacon, Greklerin, gökcisimlerinin düzgün dairesel hareketler yaptığı şeklindeki, görüşlerini de reddediyordu. Ona göre bu kabul, sadece, 'hesapların kolaylaştırılmasını sağlamak amacıyla yapılan, bir hile'den ibaretti.

Böylelikle Bacon, Dünya'nın evrenin merkezinde olduğu şeklindeki bazı Grek görüşlerini kabul etmekle birlikte; onların, göksel cisimlerin yüceliği ve hareketlerinin dairesel oluşu ile ilgili metodolojik aksiyomlarını reddetmekteydi. Bacon, genellikle sadece savunduğu yeni yöntem açısından orijinal sayılabilirse de, bunlar dahi hemen kabul görmemiştir. On yedinci yüzyıl boyunca bilimdeki ilerleme, esas olarak, Galileo'nun ortaya koyduğu ve Descartes'in geliştirdiği, matematiksel tümdengelimci yöntem sayesinde gerçekleşmiştir. Bacon'un niteliksel tümdengelimci yönteminin canlanması için, on dokuzuncu yüzyılda, evrimsel jeoloji ve biyoloji bilimlerinin gelişmelerini beklemek gerekecekti. İşte, ancak o zaman, yeryüzünün tüm alanlarından toplanan niteliksel karakterdeki geniş veri yığınlarından hareketle, tümevarımcı mantık uygulanarak, jeoloji ve biyolojinin teorileri geliştirile bilecekti.

Uygulamalı bilimlerde, Bacon, en başta zanaate ait ve endüstriyel süreçlerle ilgileniyordu. Bu yüzden ona, 'endüstriyel bilimlerin filozofu' denmişti. Kendisi, zamanında ortaya çıkıp gelişen ticaret ve denizcilik alanlarına çok fazla ilgi duymamıştır. Burada da onun programı, on dokuzuncu yüzyıla gelene kadar yaşama geçme olanağını bulamamıştır. Buna karşın, zanaatlerin ilerlemesi ile ilgili olarak ortaya attığı şemalar, on yedinci yüzyılda çok dikkat çekmiştir. Bacon'un yöntemi, bilim adamlarının benimsediği değerler ve işlemlerden ziyade, zanaat geleneğinin değer ve metodlarının gelişmesine ve açıklanmasına yönelikti. Aynı şekilde, ilerde göreceğimiz gibi, Descartes'in yöntemi de, zanaatkarlardan ziyade bilim adamlarının görüş açılarını yansıtmaktaydı. Böylece, bilimlerin yeni yönteminin analizi ve kurallarının belirlenmesi için, onyedinci yüzyılda ortaya çıkanların hiç biri, 'ampirik ve mantıksal yetenekler' ile ilgili iki geleneğin, birbiri ile tam olarak kaynaşmalarını sağlayamamıştır. Bu nedenle, zanaatkar ile bilim adamı arasındaki eski duvarın gölgesi hala giderilememişti. Gerçekte, bu gölgenin, deneysel ve matematiksel bilimciler ile temel ve uygulamalı bilimciler arasında bugün bile varolduğu, aralarında beliren statü farklarından görülmektedir.

14. Bölüm

Galileo ve Mekanik Bilimi

ASTRONOMİ bilimi, uzak antik çağlardan modern zamanlara kadar, rahiplik ve bilim geleneği ile yakından ilişkili olmuştur. Büyük Coğrafi Keşifler sırasında, karaları görmeden enlem ve boylam saptamak amacıyla denizcilikte kullanıma girene kadar, astronomide önemli hiçbir zanaatsal gelenek gelişmemişti. Buna uygun olarak, ilk modern astronomlar, eski bilimsel geleneklerin türettiği matematiksel yöntemleri kullanarak birtakım özgün teoriler ortaya çıkarmakla birlikte, metodolojik yönden muhafazakar idiler. Copernicus ve başlangıçta Kepler, çalışmalarının ilk aşamalarında, matematiği sadece bir entelektüel araç; bir bilimsel teorinin kapsamına önyargısız yaklaşan bir teori geliştirme yöntemi olarak görmemişlerdi. Onların benimsediği matematik, Pythagoras ve Platon'un önyargılarına dayanan metafiziksel bir karakterde idi. Gökcisimlerinin küresel olmaları ve dairesel hareket yapmaları bir gereklilik idi. Tüm gözlemler, bu önyargıları doğrulayacak sonuçlar vermek zorundaydı; zira evrenin yapısını matematiksel biçimler, şekiller ve harmonler belirliyordu ve bunların gerçekliği, duyum organlarının algılarından önce idi. Descartes 1628 yılında şunları yazıyordu :

'Geçmiş yılların ilk öncü filozoflarının, matematik bilmeyenleri felsefe öğrenimine neden kabul etmediklerini kendi kendime düşündüğüm zaman....o devirde, zamanımızdakinden çok farklı olan başka bir cins matematik bildiklerine dair şüphelerim kesinlik kazandı.'

Onyedinci yüzyıla gelindiğinde, matematik bilimi, bilimsel yöntem mantığının bir parçası haline gelmişti. Böylelikle bu bilim dalı, nesnelerin doğasının bir *a priori* belirleyicisi olmaktan ziyade, tarafsız bir araştırma aracı olmuştu. Metamatiğin konumu ile ilgili bu derin değişmeyi, Descartes farketmişti. Bu değişiklik öncelikle astronomide değil, fakat mekanik biliminde kendisini göstermiştir. Bu konuda, hem zanaatsal uygulamalarda ve hem de bilimsel tartışmalarda bir gelenek oluşmuştu. Nitekim, bilimin deneysel-

matematiksel yönteminin ortaya çıktığı yer de, mekanik bilimi olmuştur. Mekanik bilimi ve matematiksel deneysel yöntem, onaltıncı yüzyılda, Avrupa'nın belki teknik bakımdan en ileri ülkesi bulunan, mimarları ve mühendisleri ile ünlü İtalya'da gelişmiştir. Buna karşılık, teknik bakımdan daha az gelişmiş İngiltere, manyetizma bilimi ile niteliksel tümevarım yöntemlerini ortaya koymuş, eski yöntemleri uygulayan Almanlar ise, astronomi bilimini geliştirmişti.

İmpetus düşünce ekolü üniversitelerde etkinliğini kaybettikten sonra, mekanik bilimi on altıncı yüzyılda, daha çok mühendisler tarafından geliştirilmişti. Buna rağmen bilim adamları impetus ile ilgili tartışmaları sürdürdüler. Sonunda bu konu, bir üniversite hocası olan Galileo eliyle modern bir şekil aldı. Mühendisler, sadece tartışmalarla yetinmeyip, deneyler yapmak suretiyle, yöntem bakımından impetus teorisyenlerinin önlerine geçtiler. Üstelik onların deneyleri nicelikseldi. Mühendisler, ampirik fizik kanunları elde etmek üzere inceledikleri değişkenleri ölçüyorlar ve bunların birbiri ile ilişkilerini saptamaya çalışıyorlardı. Sanatçı ve mühendis olan Leonardo da Vinci, 1452-1519, çeşitli yapı problemlerini deneysel olarak incelemişti. O, ufak boyutlu modeller üzerinde, düşey sütunlarla yatay kirişlerin taşımakta oldukları yüklerin, bu yapı elemanlarının kalınlık ve uzunlukları ile nasıl değiştiği konusunu araştırmıştı. Leonardo'nun deney sonuçlarına göre belirli bir malzemeden yapılmış ve belirli bir yüksekliğe sahip bir sütunun taşıma gücü, yarıçapının küpü ile değişmekteydi. Aynı şekilde bir kirişin taşıma gücü de, onun kalınlığı ile doğru ve uzunluğu ile ters orantılı olarak değişiyordu.

Bu deneyler gösteriyor ki, Leonardo, bilimsel metotta niceliksel deneylerin önemini takdir ettiği gibi, matematik biliminin değeri konusunda da bilgisiz değildi. Leonardo 'matematiksel bilimlerden birinin uygulanamadığı hiçbir bilim dalında kesinlik yoktur demektedir. Leonardo, 'Hareketli bütün canlıların, tüm devinimlerini onun ışığı altında sürdürdüğüne bakarak', mekaniği, bilimlerin en soylusu olarak görüyordu. Leonardo, teorik görüşlerinde, impetus teorisyenlerinin sonuçlarının ötesine geçememekle birlikte, mekaniğin kapsamını, fiziksel sorulardan, doğadaki canlılara doğru genişletmiştir. Onun görüşüne göre, hayvanların kemik ve eklemleri, kasların türettiği güçle hareket eden, kaldıraç sistemlerinden başka bir şey değildi.

Ateşli silahların gelişmesiyle önem kazanan bir mekanik sorusu, mermilerin hareketlerinin doğası ile ilgiliydi. Grekler, ancak, aynı doğru çizgi üzerindeki, ya da kaldıraçta olduğu gibi, paralel doğrular üzerinde bulunan kuvvet ve hareket kombinasyonları ile ilgili mekanik problemlerinin üstesinden gelebilmişlerdi. Mermilerin hareketleri ise, fırlatma ve yerçekimi kuvvetleri nadiren doğrusal veya paralel olduğundan, hep bir problem olarak kalmıştı. Ortaçağın Aristotelescilerine göre, fırlatılan cisim önce eğimli bir doğru üzerinde yukarıya tırmanarak, fırlatma kuvvetinin tükenmesinden sonra, yerçekimi kuvvetinin etkisiyle düşey bir doğru boyunca yeryüzüne dönüyordu. Bu açıklamadan görüldüğü gibi, fırlatma kuvveti ile yerçekimi kuvvetini birbirine eklemiyor, ardışık olarak uyguluyorlardı. İmpetus teorisyenlerine göre, yerçekimi, fırlatma impetüsünün tükenişinden hemen önce ortaya çıkabilir ve bu, yörüngenin tepe noktasında keskin bir açı yerine, bir yuvarlaklık oluşmasını açıklayabilirdi. Leonardo bu görüşü benimsemişti. Ona göre, fırlatılan bir merminin yörüngesi üç kısımdan oluşuyordu. Mermi, önce impetusun etkisiyle bir doğru boyunca gidiyor, daha sonra yörünge, yerçekimi ve İmpetus'un ortaklaşa etkileriyle yuvarlak bir şekil alıyor ve son aşamada da, mermi, yerçekiminin tek başına etkilemesiyle dik doğrultuda aşağıya doğru iniyordu.

Leonardo'nun çalışmalarını, Tartaglia'nın, 1500-57, çalışmaları izlemiştir Tartaglia, matematik ile mekanik konularında eser veren, kendi kendini yetiştirmiş bir mühendis, sürveyan ve muhasebeci idi. Tartaglia, 1546'da yayınladığı, askeri taktikler, cephane ve balistik ile ilgili konuları kapsayan bir kitabında, impetus ve yerçekimi kuvvetinin, fırlatılan cismin tüm yörüngesi boyunca birlikte etki gösterdiklerini savunmuştu. Onun bu görüşüne göre, 'fırlatılan bir cismi, yörüngesinin her noktasında hareket doğrultusundan saptırmaya çalışan bir miktar yer çekiminin varlığından dolayı', yörünge her noktada eğrilir. Gene Tartaglia, topun menzili ile onun yatayla yaptığı açı arasında ampirik bir formül geliştirmiştir. Bu formüle göre, topun namlusu yatayla 45°'lik bir açı yaptığında, menzil, maksimum değerine ulaşıyordu. Açı, bunun altına iner veya üstüne çıkarsa, menzil önce yavaş daha sonra da hızlanarak kısalmaya başlamaktaydı. Tartaglia, matematik ve mekanik bilimlerinin desteklenmesi ile ilgileniyordu. O, Euclid geometrisinin ilk İtalyanca çevirisini yaptığı gibi, 1543'de, Archimedes mekaniğinin ilk baskısını yayınlamıştır. Tartaglia'ya göre matematik, sadece bilimin yöntemiyle ilgili olup, bilimsel teorilerin dikkate alması gereken metafiziksel gerçekleri temsil etmiyordu. Tartaglia,

'Bir geometricinin amacı, elinden geldiğince, maddesel olarak inşa edebileceği şeyler yapmak olmalıdır', diye yazmıştı..

Böylelikle matematik, ancak somut fiziksel konulara uygulanabilirliği ölçüsünde bilime yararlı olabilirdi.

Tartaglia ile aynı devirde yaşamış olan ve Milano'da Platon okulunda dersler veren zengin bilim adamı Gerome Cardan'a, 1501-76, göre ise, geometrik şekiller ve aritmetik harmoniler, doğal nesnelerin karakterini belirlemekte ve matematik bilgisi, insana, doğa üzerinde gizemli güçler sağlamaktaydı. Cardan, mekanik konusunda deneyci ekole mensup değildi. En azından genellemelerini deneylerle test etmemişti. Zira, ona göre bir cismin eğik bir düzeyde hareketsiz durmasını sağlamak için, bu cisme uygulanması gereken kuvvet, eğik yüzeyin yatayla yapmış olduğu açı ile orantılıydı. Halbuki, büyücek bir açı ile yapılacak deneyler bu varsayımı çürütebilecekti.

Az sonra, Padua Üniversitesinde Benedetti, 1530-90, impetus teorisi ile ilgili tartışmalara devam etti. 1585 yılında yayınladığı '*Mekanik Üzerine*' adlı eserinde, başlıca Aristoteles teorisinin eleştirilerini yapıyordu. Benedetti, serbest düşme yapan bir cismin hızının, başlangıç noktasından uzaklaştıkça artacağını ileri sürerek, Aristoteles'e ait, gök cisimlerinin hızlarının evrenin merkezine yaklaştıkça artacağı şeklindeki görüşü reddetti. Benedetti, Dünya'nın merkezine doğru bir tünel içinde atılacak bir taşın, Aristoteles'in varsaydığı gibi, merkeze ulaştığı zaman durmayacağını; fakat taşın kazanmış olduğu impetusdan dolayı Dünya merkezinin iki yanında, bu impetus tükenene kadar bir titreşim hareketi yaparak sonuçta merkezde durağan hale geleceğini savunuyordu. Bununla birlikte Benedetti, aynı şekil ve boyutlardaki cisimlerin, yoğunlukları ile orantılı bir hızla düşeceğini ve daha ağır olan cismin daha hızlı olacağına inanıyordu.

İtalya dışında bu çağlarda sözü edilen bir mekanikçi de, Brugeslü Simon Stevin, 1548-1620, idi. O da, Tartaglia gibi, çalışmalarına muhasebeci ve askeri mühendis olarak başlamıştı. Fakat, daha fazla başarı kazanarak, Nassau prensi Maurice'nin danışmanı olmuş ve kariyerini Hollanda Karargah kumandanı ve general olarak tamamlamıştı. Başlangıçta, kendi kendini yetiştirmiş, otuz beş yaşında Louvain Üniversitesine girerek, Tartaglia'dan daha fazla bir eğitim almayı başarmıştır. 1586'da mekanikte birçok önemli sonuç içeren bir çalışma yayınlamıştır. Stevin, Aristoteles'in, daha ağır cisimlerin, daha çabuk düştüğünü ifade eden görüşünü test etmek amacı ile, yanlış olarak Galileo'ya hamledilen deneyleri yapmış ve bu görüşün yanlış olduğunu göstermiştir.

'Aristoteles'e karşı olan deney şudur', diyen Stevin şöyle yazmaktadır. 'İki kurşun küre alalım; bunlardan biri diğerinden on kez daha ağır olsun. Bunlar 30 m yüksekten, aynı anda serbest düşmeye terkedilsin. Düşecekleri yere açık olarak ses verebilen bir tahta veya benzeri bir düzen yerleştirilsin. Hafif olan, ağır olandan on kat daha uzun bir sürede düşmez, hatta her iki top öylesine aynı zamanda düşer ki, iki çarpma sesinin de tek olarak algılandığı görülür.'

Stevin ayrıca, bir cisme etkiyen farklı yön, doğrultu ve şiddetteki iki kuvvetin bileşkesinin, kuvvetler paralelkenarı yöntemiyle bulunabileceği hakkında sezgisel bir anlayışa sahipti. Bu yöntemin açık olarak formülasyonu ise, 1687'de ilk defa Newton ve Varignon tarafından verilmiştir: Buna göre, bir noktaya etkiyen iki kuvvet, doğrultu ve şiddetleriyle, bir noktadan çıkan iki doğru parçası ile temsil edilmekte; kuvvetlerin bileşkesi ise, bu doğru parçalarına paralel olarak çizilen ikinci bir doğru parçası çifti ile oluşturulan pararlelkenarın köşegeni ile bulunmaktaydı. Eski mekanikte ise, doğrusal veya paralel olmayan kuvvet kombinasyonlarının ele alınamadığı hatırlanacaktır.

Gemi yapımı ile ilgili olarak, Stevin, Archimedes'in yüzme ile ilgili yasasına; yüzen cisimlerin ağırlık merkeziyle, taşırılan suyun ağırlık merkezinin, aynı düşey çizgi üzerinde olması gerektiği tezini de ekleyerek, hidrostatik bilimini kurmuştur. Kendisi, ondalık sisteminin güçlü bir taraftarı olarak, bu sistemin, kesirlerin gösteriminde, ağırlıklarda, ölçülerde ve paralarda kullanılmasını ısrarla savundu. Yöntem konusunda, ısrarlı bir deneyci ve bir uygulamalı bilimci idi. Stevin, 'deneyler, zanaatlerin üzerinde kurulması gereken sağlam temellerdir, demektedir. Ayrıca, bilimsel bir ortak projede birçok kişinin işbirliğini savunmakta ve 'birisinin hata veya ihmali diğer birinin titizliği ile dengelenir' diye düşünmekteydi.

Manyetizmada olduğu gibi mekanikte de, mühendislerle zanaatkarların, bilimsel yöntem ve yeni deneyler geliştirebildiklerini, fakat yeni teoriler ortaya koyamadıklarını görüyoruz. Hem manyetizmada ve hem de mekanikte, yeni teorileri geliştirenler, zanaat geleneğine ilgi duyan ve eski tip bilim geleneğine karşı olan bilimcilerdi. Eski mekaniği atarak, modern mekaniği kuran ve Padua ile Pisa Üniversitelerinde hocalık yapan Galileo Galilei, 1564-1642, işte böyle bir adamdı. Galileo Pisa'da doğmuş, buradaki üniversitede okuyarak kısa bir

süre için burada öğretim üyesi olmuştu. 1592'de daha liberal ve aydın olan Padua Üniversitesine geçerek orada on sekiz yıl kalmış ve mekanik üzerine en önemli araştırmalarını burada gerçekleştirmiştir. 1610 yılında, 'Toscany Büyük Dükü'nün Filozofu ve Birinci Matematikçisi', ünvanı ile Floransa'ya yerleşmiş ve burada teleskop kullanarak astronomi araştırmaları yapmıştır. Nihayet, astronomi alanında çalışması yasaklanınca, gene mekanikdeki çalışmalarına dönmüştür.

Galileo'nun iki büyük çalışması, 1632'de yayınlanan, *Evren Hakkındaki İki Temel Sistemle ilgili Söyleşi, Ptolemy ve Copernicus Sistemleri*, ve 1638'de yayınlanan, *Iki Yeni Bilim Üzerine Konuşmalar*'dır. Bu çalışmaların her ikisi de, Sagredo ve Salviatti isimli iki arkadaş ve bunların yandaşları ile Aristotelesci görüşü savunan Simplicius arasında bir söyleşi, formunda yazılmıştır. Bu yolla Galileo, kendi araştırmalarına büyük bir ilgi çekmeye ve Aristoteles mekaniği ile kozmolojisini etkin bir şekilde gözden düşürmeye çaba göstermiştir. Galileo'nun mekanik çalışmaları, Leonardo, Tartaglia ve Stevin'de de olduğu gibi, mühendislikte ortaya çıkan problemlerle teşvik edilmişti. 1632'de Marsili'ye yazdığı bir mektupta Galileo, özellikle mermilerin uçuş problemlerinin, kendisini cisimlerin yer çekimi dolayısıyla düşüşlerini incelemeye yönelttiğini yazmaktadır. Bundan başka, onun mekanik üzerine yazdığı *İki Yeni Bilim Üzerine Konuşmalar* kitabı, Venedik Silah Deposunda cereyan eden bir sahne ile başlamaktadır. Burada Salviati,

'Siz Venediklilerin meşhur silah deponuzda gösterdiğiniz sürekli faaliyetler, özellikle işin mekanik ile ilgili kısmı, çalışkan bir zihne geniş bir araştırma alanı açmaktadır; çünkü, birçok sanatkar sürekli olarak türlü makine ve aletler yapıyor. Bu sanatkarların arasında bazıları, kısmen kendilerine aktarılan deneyim birikimiyle, kısmen de kendi gözlemlerinin yardımı ile, bilimsel açıklamada ileri derecede uzmanlaşmış olmalıdır', demektedir.

Galile'nin açıkladığına göre, bu sanatkarlar birçok şey bilseler de, gerçekte bilimsel değillerdi; zira matematik bilmiyorlardı ve bu nedenle, vardıkları sonuçları teorik olarak geliştiremezlerdi. Galileo, bilimsel yöntemde matematiğin rolü konusuyla, özellikle, fiziksel nesnelerin geometrik şekillere ne ölçüde karşı geldiği problemi ile, son derece ilgilenmekteydi. Astronomi diyaloğunda, Aristotelesci Simplicius, geometrik kürelerin bir düzleme bir

noktada dokunduğunu, buna karşılık fiziksel kürelerin bir düzleme birçok noktada ve hatta bir bölge genişliğinde temas ettiğini ve böylece matematikle doğa arasında bire bir şekilde bir karşıtlığın bulunmadığına işaret etmektedir. Salviati, cevabında bunu kabulle birlikte, bir düzleme birçok noktada dokunabilecek, mükemmel olmayan bir geometrik küreyi tasarlamanın da mümkün olduğunu belirtmektedir. Yani, matematik, fiziksel nesnelere göre ayarlanabilir ve doğayı yorumlamak için kullanılabilir. Her ikisi arasındaki tekabül, 'iyi seçilmiş deneylerle' hükme bağlanabilir. Herhangi bir çelişki, bilim adamının hatasıdır. -'Dolayısıyla, hata, ne soyutta, ne geometride, ne de fizikte olup, sadece kendi hesaplarını nasıl ayarlayacağını bilmeyendedir.'

Galileo'nun ele aldığı ilk mekanik problemler gurubu, ölçek etkisi ile ilgiliydi. Yani o, büyük boyutlu makinelerin, amaçlarına uygun olarak sağlam bir şekilde çalışan, küçük makinelerle aynı geometrik oranda imal edilmelerine karşın, niçin sık sık bozulup, kırıldığı konusu ile ilgilenmekteydi. Geometrik şekillerin özellikleri, bunların büyüklüklerine bağlı olmadığı gibi, π sayısı da tüm daireler için aynı olduğu halde; küçük tekneler güvenlikle denize indirilebilirken, aynı oranlara sahip büyük gemiler, daha kızakta iken çökmekteydiler. Burada gene, matematik ile doğa arasında bir uyumsuzluk var gibi görünüyordu. Fakat, Galileo bu problemin, gövdeyi oluşturan madde miktarı matematiksel bir büyüklük olarak gözönüne alınırsa, çözülebileceğini ileri sürdü. Yani malzeme, 'basit ve pür matematikle ilgili bir kavram gibi düşünülmeliydi'. Sonuçta makinanın boyutları iki kat arttırıldığında, ağırlığı sekiz kat artmakta, fakat çeşitli kısımların mukavemeti daha küçük oranda artmış olduğundan, bu kadar büyük ağırlığı taşıyamamaktaydı. Galileo da, Leonardo gibi, yatay bir kirişin taşıyacağı ağırlığın kirişin uzunluğu ile azalacağını ve daha uzun bir kirişin, aynı ağırlığı taşımak için dahi çok daha kalın yapılması gerektiğini gösterdi. Benzer şekilde, büyük bir bina, çatısının ağırlığını taşıyabilmek için, küçük bir yapıya oranla, çok daha kalın sütunlara ihtiyaç gösterecekti. Kendisi, yine Leonardo gibi, mekaniğini hayvanlar dünyasına da uygulayarak, fillerin bacaklarının, kendi ağırlıklarını taşımak için böceklerinkine oranla çok daha kalın olması gerektiğine işaret etti. Aynı miktarda madde kapsayan, içi boş silindirlerin de, dolulara oranla daha dayanıklı olduğunu bularak, minimum ağırlıkla maksimum mukavemet sağladığı için bunun, hayvan kemiklerinin içinin boş ve şekillerinin silindirik olduğu gerçeğini açıkladığını ileri sürdü.

Galileo'ya göre, herhangi bir problemin incelenmesine, bunun uzayda, uzunluk alan ve hacim ölçümü gibi, o zamana kadar geometrinin geleneksel konusu olanlardan başka, diğer ölçülebilir özelliklere de sahip olması halinde, uygun şekilde seçilecek matematiksel bir çözüm uygulanabilirdi. O böylece, ölçek etkisini gözönüne alarak, daha sonra kütle ismini alacak olan madde miktarını inceledi; sonra da benzer şekilde, zaman ve hız ölçümleri ile ilgili dinamik problemleri araştırdı. Burada, Galileo için esas problem, cisimlerin gravitasyonel kuvvet altında düşmeleri idi. Önce, ağır cisimlerin hafiflerden daha hızlı düştükleri, şeklindeki Aristotelesci görüşü sorguladı. Ağır bir cisimle, hafif bir cismin birbirlerine bağlı olarak belirli bir yükseklikten düşmeye bırakıldığında ne olacağını düşündü. Aristotelesci görüşe göre, bağlı cisimlerin düşme zamanının, ya ayrı ayrı düşme zamanlarının ortalamasına, veya bunların toplam ağırlığına eşit bir cismin aynı yükseklikten düşmesi için gereken zamana eşit olacağı söylenebilirdi. Galileo, 'bu iki sonucun uyumsuzluğunun, Aristoteles'in yanıldığını kanıtladığını', yazdı. Cisimlerin gravitasyonel düşmeleri esnasında gerçekte ne olduğunu bulmak için, Galileo, meyli değiştirilebilen eğik bir düzlem üzerinde, pürüzsüz kürelerin, verilen uzunluklarda yuvarlanırken geçen zamanı ölçen deneyler yaptı. Bir cismin yerçekimi nedeniyle serbest düşmesi, doğrudan gözlem için çok hızlı olduğundan, Galileo, eğik düzlem kullanarak 'yerçekimini sulandırdı' ve metal kürelerin aşağıya doğru ölçülebilir hızlarla hareket etmesini sağladı... Sonunda, bütün cisimlerin, ağırlıklarından bağımsız olarak, aynı mesafeyi aynı zamanda aldığını ve mesafenin iniş zamanının karesi ile orantılı olduğunu, veya diğer bir ifadeyle, düşen cisimlerin hızlarının zamanla düzgün şekilde arttığını buldu.

Aristoteles fiziğine göre, bir kuvvetin sürekli etkisi altında bulunan bir cismin düzgün bir hızla hareket etmesi gerekiyordu. Halbuki Galileo'nun sonuçları, cisimlerin sabit yerçekimi kuvveti altında sabit hızla hareket etmediğini, tam tersine, her zaman aralığında bir hız artımı kazandıklarını gösterdi. Her noktada cismin hızı devam ettiği gibi, ayrıca yerçekimi kuvveti tarafından da arttırılmaktaydı. Eğer yerçekimi bir anda yok edilebilseydi, cisim o noktada sahip olduğu hızla hareketine devam edecekti. Böyle bir olayı, metalik küreler eğik düzleminin dibine geldiğinde, Galileo görebiliyordu: Burada küreler, pürüzsüz yatay bir masa üzerinde sabit hızla yoluna devam ediyordu. Bu gözlemlerden, bir cisim üzerine kuvvet etkimiyorsa, onun ya hareketsiz kalacağını veya düzgün doğrusal bir hızla hareket edeceğini belirten, atalet ilkesi ortaya çıkıyordu.

Bundan sonra, Galileo, bir merminin uçarken çizdiği yolun teorisini geliştirerek, bilimde matematiksel ispatın değerini açıkladı. Bir kürenin masa üzerinde düzgün hızla hareket ederek kenara geldikten sonra, eğrisel bir yol çizerek döşemeye kadar düşmesini inceledi. Bu yol üzerindeki her noktada kürenin iki hızı vardı. Bunun biri yatay olup, atalet prensibi nedeniyle sabit kalmakta, düşey olanı ise yerçekiminden dolayı artmaktaydı. Yatay doğrultuda, küre eşit zamanlarda eşit mesafeler alırken, onun düşeyde gittiği yol zamanın karesi ile orantılı idi. Bu bağıntılar yolun şeklini belirliyordu; yani bu yörünge bir yarım paraboldü. Bir top namlusundan çıkan merminin yolu ise, bir tam parabol olup, mermi maksimum uzaklığa, namlu yatayla kırk beş derecelik bir açı yaptığı zaman erişir. Bu durumda, Tartaglia'nın gözlemlediği bir gerçeği, Galileo, yatay düzlem deneylerinin sonuçlarından teorik olarak çıkarmıştır. Bununla ilgili olarak Galileo şunları yazmıştı:

'Tek bir gerçeğin nedenlerini keşfederek kazanılan bilgi, aklı diğer gerçekleri deneylere başvurmaksızın anlamaya ve kanıtlamaya hazırlar ve aynen bu problemde olduğu gibi, yazar, maksimum menzilin kırk beş derecelik bir eğimle gerçekleşeceğini sadece mantık yoluyla kesin olarak kanıtlar.'

Böyle bir gelişme, bilim için en büyük öneme sahipti. O zamana kadar yeni buluşlar sadece raslantı ile ve şans eseri elde edilmişti; impetus ve Aristoteles mekaniğinde olduğu gibi, aralarında doğru olanı ayırdedebilmek için mantıktan başka bir kriter olmadığından, rakip hipotezler nesiller boyunca yaşayabilmişti. Şimdi Galileo, 'belki de hiç gözlenmemiş olan bir şeyi', bilinen olaylardan hareket ederek ispatlamanın nasıl mümkün olduğunu göstermişti. Bu ispat, o olaylara bir açıklama getiriyor, öngörülen gerçeklerin deneysel keşfi de bu açıklamayı kanıtlıyordu. Tartaglia için, bir topun kırk beş derecelik eğimle maksimum menzile sahip olduğu, katı bir gerçek idi; Galileo için ise bu, mermilerin sahip olduğu iki hızın özelliklerinin bir sonucu olup, bu açıklama, öngörülen gerçeğin fiziksel olarak oluşması ile kanıtlanmaktaydı. Aynı şekilde, Galileo, genliği ne olursa olsun, bir sarkacın aynı periyotla salınacağını bir olgu olarak biliyordu; Hollandalı Christian Huygens ise, daha sonra bunun, yerçekimi kuvvetinin sabit olmasının gerekli bir sonucu olduğunu, matematiksel yoldan ispatlayacaktı.

Galileo ile, bilimin matematiksel deneysel yöntemi olgunluğa erişti. Kendisi, geometriyi, asli unsurları olan, uzunluk, alan ve hacimden ayırarak ve onu, zaman, hareket ve madde miktarı gibi diğer ölçülebilen büyüklüklere uygulayarak, bunların arasındaki bağıntıları açıklamaya ve bu bağıntılarm sonuçlarını ortaya çıkarmaya gayret etti. Matematiği fiziksel olaylara bu şekilde uygulayabilmek için, araştırma alanı, ölçülebilen özelliklerin gözlenebilmesi amacı ile daraltılmaktaydı. Matematik, ölçülemeyen özelliklere uygulanamazdı ve bu nedenle onların gözardı edilmesi gerekliydi. Galileo, çalışmasını kolaylaştırmak ve esasları elde etmek için, bazı daha az önemli ölçülebilir olayları da gözardı etmeye mecburdu. Çok iyi biliyordu ki, prensipte ölçülebilen hava direnci, cisimlerin düşüşünü değiştirmekteydi; fakat bu konuyu bir tarafa bıraktı. Galileo, parlatılmış düzgün bir eğik düzlem ve pürüzsüz bir metal küre kullanarak, deney koşullarını mümkün olduğu kadar mükemmel ve 'matematiksel' yaptı. Ancak bu şekilde, tek bir deneyin sınırlarını aşan ve düşmekte olan bütün cisimlerin temel davranışını belirten bilgiyi elde edebilirdi. Ondan sonra, matematiksel ispat uygulanarak, soyut bir teori ve başka deneylerle test edilebilecek, öngörülen sonuçlar elde edilebilirdi.

Matematiksel deneysel metodun da, daha ilerisine geçemeyeceği bir sınır vardı. O ölçülemeyecek olayları, örneğin bir canlıyı diğerinden ayırt eden niteliksel özellikleri ele alamazdı. Buradan, Bacon'un niteliksel tümevarım yöntemi ortaya çıktı ise de, bu hemen olmadı 17. asırda matematiksel tümdengelim yöntemi daha geniş bir uygulama alanı kazandı: O gerçekten bir felsefe haline getirildi. Maddenin ölçülemeyen ve matematikçi bilim adamları tarafından göz ardı edilen özellikleri, gerçek dışı olarak kabul edilmeye başlandı. Maddenin ölçülebilen birincil özellikleri ile ölçülemeyen ikincil özellikleri arasında kesin bir sınırlama çizgisi çizildi. Kütle, hareket ve büyüklük gibi maddenin birincil nitelikleri, gerçek ve objektif özellikler olarak; renkler, kokular, tatlar gibi ikincil özellikler ise, dış dünyada bir gerçekliğe sahip olmayan, duyu organlarının sübjektif ürünleri olarak kabul edilmeye başlandı.

Matematiksel deneysel yöntemin yükselmesine eşlik eden diğer bir gelişme de, ölçü aletlerinde kaydedilen ilerleme idi. Böylece matematik, olayların içinde bir dayanak bulmuş oluyordu. Galileo, cetvel, terazi ve su saati

gibi geleneksel ölçü aletlerini geniş ölçüde kullandığı gibi diğerlerini de geliştirdi. Sıcaklık ölçmek için ilk termometreyi yaptı ve önce tıpta kalp atışlarını saymak için zaman ölçmek amacıyla sarkaç kullandı. Daha sonra da, arkasında ilk sarkaçlı saatin tasarımlarını bırakacaktı. Galileo ayrıca, teleskobu da geliştirdi ve onu astronomi gözlemlerinde geniş ölçüde kullandı. Fakat ne gariptir ki, gök cisimlerine ait gözlemleri, genellikle niteliksel karakterdeydi.

1609'da Galileo, Hollanda'da Middelbourglu gözlük yapımcıları ve özellikle 1608'de buluşunun patentini almış olan Hans Lippershey tarafından imal edilen ve uzaktaki cisimleri büyüten 'perspektif camları'nın haberini aldı. Galileo, mercek kombinezonlarının optik özelliklerini inceledi ve kendisi için birkaç geliştirilmiş teleskop imal etti. Bu teleskoplarla gökyüzünü inceliyerek birçok yeni bulgu keşfetti. Gök cisimlerinin mükemmel ve Dünya'dan üstün olduklarını kabul eden Aristotelesci görüşün doğru olmadığını gördü. Güneş'in yüzünde lekeler olduğu gibi, Ay da Dünya'ya oldukça benziyor ve üzerinde gölgelerinden yüksekliklerini tahmin ettiği geniş dağ sıraları bulunuyordu. Samanyolu'nun birçok sabit yıldız ve diğer cisimlerden oluştuğunu buldu ve Andromeda burcundaki bulutsuyu gözledi. Kendisi ayrıca, Venüs gezegeninin de Ay gibi ince bir hilalden tam bir çembere kadar değişen evreleri olduğunu gördü. Ayrıca Jüpiter'in dört uydusunu gözleyerek, bunun Kopernik şemasına uyan minyatür bir güneş sistemi oluşturduğunu düşündü.

Galileo, uzun zamandan beri Copernicus sistemini benimsemişti. 1597'de dostu Johann Kepler'e, 'genel olarak kabul edilen görüşlerle açıklanamayan bir çok olayın nedenini' açıkladığı için, 'uzun yıllardan beri Copernicus sistemine bağlı olduğunu' yazmıştı. Onaltıncı yüzyılda, Copernicus sistemi, gezegenlerin yaklaşık konumlarını Ptolemy sisteminden daha hassas vermediği ve geleneksel mekanik açısından sağlam görülmeyen bazı kabullere dayandığından, henüz geniş bir kesim tarafından kabul edilmemişti. Ayrıca o, doğa hakkında bir bütünlük arzeden Aristotelesci felsefeden, sadece uzmanca bir ayrılış olup, henüz bütünüyle uyumlu bir dünya görüşünün parçası haline gelmemişti.

Bununla beraber, astronomideki ilerlemeler Copernicus teorisinin lehine gelişiyor ve Galileo'nun buluşları da bu eğilime oldukça büyük bir hız kazandırıyordu. 1572'de ortaya çıkan ve olasılıkla bir süpernova olan yeni bir parlak yıldız, ertesi yıl da göründükten sonra 1574'de ortadan kayboldu.

Bundan başka, 1577'de görünen bir kuyruklu yıldızın yörüngesi, Tycho Brahe, Michael Mastlin ve diğerleri tarafından gözlenerek ölçüldü ve bunun, güneş sistemi içinde ve Güneş çevresinde hareket ettiği gösterildi. Aristoteles ise, kuyruklu yıldızların görülmesinin, Ay yörüngesinin altında yer alan ve Dünya'ya mahsus bir olay olduğunu ileri sürmüş; gökyüzünün mükemmel olup değişmediğini, ne oluşmaya ne de bozulmaya konu olmadığını kabul etmişti. Şimdi, 1570'lerde gözlenen astronomik olaylarla bunlar geçersiz hale geliyor ve Galileo, gökyüzünün mükemmel olmadığının yeni kanıtları arasına, Güneş'in lekelerini ve Ay'ın dağlarını da ekliyordu. Üstelik, daha önceden, eğer Copernicus teorisi doğru ise, Venüs'ün de Ay gibi evreleri olması gerekeceği söylenmişti. Çıplak gözle Venüs daima bir daire gibi görülürken, Galileo, teleskop kullanarak umulan evrelerin de oluştuğunu gösterdi. Yine, evrende bir dönme merkezi olabileceği ileri sürülmüştü. Ay, Dünya çevresinde döndüğünden, diğer gök cisimlerinin de aynı şekilde davranması gerektiği düşünülüyordu. Galileo gösterdi ki, güneş sisteminin düzeni hakkında hangi görüş geçerli olursa olsun, evrende mutlaka birden fazla sayıda dönme merkezi mevcuttur, zira Jüpiter'in de çevresinde dört adet uydu dönmektedir.

Galileo, astronomik keşiflerinin çoğunluğunu, on yedinci yüzyılın yirmili yıllarında yayınladı ve bunlar Copernicus sistemine destek sağlamada çok etkili oldu. Şimdi, yeni astronomi için kanıtlar gelmeye devam ettiğinden, buna muhalefet de sertleşti. Zira, artık bu önemsiz bir azınlık fikri olmaktan çıkmıştı. Yakın dini çevreler, Galileo'nun görüşlerini dinsizlik olarak reddettikleri gibi, Pisalı skolastik filozofları da onun fikirlerinin yanlış ve Aristoteles'in otoritesine karşı olduğunu ilan ettiler. Bunlar, Güneş lekelerinin, Güneş çevresindeki bulutlardan veya teleskoptaki hata ve bozukluklardan kaynaklandığını ve eski eserlerde sözü edilmemesi nedeniyle de, Jüpiter çevresinde uydu bulunamayacağını ileri sürüyorlardı. Galileo, 1615'de Roma'da engizisyon önüne çağırıldı ve orada kendisine Copernicus teorisi inkar ettirildi. Dünya'nın kendi ekseni çevresinde döndüğü ve ayrıca Güneş'in etrafında hareket ettiği, şeklindeki ifadelerinin yanlış ve dine karşı olduğu resmen ilan edildi. 1616'da Copernicus'un eseri de yasak kitaplar listesine alınarak, 1835'e kadar orada tutuldu.

Lakin Galileo fikrini değiştirmemişti. Bu, 16 yıl sonra Floransalı engizitörlerin müsaadesiyle yayınladığı, *'Evren Hakkındaki İki Temel Sistemle İlgili Söyleşi, Ptolomy ve Copernicus Sistemleri'* adlı kitabından belli olmaktadır. Bu kitap, doğrudan, gök cisimlerinin özellikleri ve yapıları bakımından Dünya'dan çok farklı olduğunu ileri süren Aristoteles doktrinine hücumla söze başlar ve yeni yıldızların, kuyruklu yıldızların, Güneş lekelerinin ve Ay üzerindeki dağların görünmesini karşıt delil olarak kullanır. Galileo, bundan başka, antik devirlerden beri, dönüşmezlik ve değişmezliğin, asaletin gereği ve mükemmelliğin işareti olduğu, şeklindeki görüşü reddediyordu. Kendisi, hareketin bir bünye değişimi olmayıp, bunun ne bir doğuşa ne de bir çözülüşe yol açtığı; fakat kendi deyimiyle, 'herhangi bir şeyi bozmadan yahut cinsini değiştirmeden, sadece cismin kısımlarının bir yer değiştirmesinden ibaret olduğu' şeklindeki, ilerde önem kazanacak olan görüşü ileri sürdü. Bu görüş, daha sonra, 'evrenin ve içindekilerin oldukları gibi kalmış ve kalacak olduğu, yeni hiç bir şeyin ortaya çıkıp yok olmadığı, doğadaki olayların sadece, cisimlerin mekanik hareketlerinden ve momentumlarının değişmesinden ibaret olduğu'na inanan mekanikçi felsefenin bir parçası haline geldi.

Galileo, Copernicus sistemini destekleyen önerileriyle, ona karşı yöneltilen mekanik ile ilgili alışılmış eleştirileri göğüslemeye çalıştı. Kendisi, Copernicus'un verdiği cevapları tekrarlamakla birlikte, bu cevaplar Galileo'nun yeni mekaniğine dayandığı için, daha inandırıcı oluyordu. Atalet prensibine göre, atmosfer, doğal olarak Dünya ile birlikte döneceğinden, Aristoteles mekaniğinin ileri sürdüğü gibi sabit bir kuvvet tarafından hareket ettirilmesi gerekmiyordu. Yüksekten bırakılan cisimler, Dünya'nın hareketini paylaştıkları için batıya doğru düşmeyeceklerdi. Aynı şekilde Galileo, hareket halinde olan bir geminin direğinin tepesinden bırakılan bir taşın, geminin hareketine katılacağı için, direğin arkasına değil, tam dibine düşeceğini ileri sürdü. Böyle bir deney, 1640'larda Fransız Gassendi tarafından yapılmış ve Galileo'nun beklediği sonuç elde edilmiştir.

Böylece Galileo, astronominin yanında eski kozmolojinin mekaniğine de saldırmış oluyordu. Kendisi, tutarlı olan yeni bir bakış tarzı ile, Aristoteles'in yine bir bütün teşkil eden görüşlerine karşı çıkıyordu. Galileo, yazdığı *Diyaloglar*'ın III. kitabında, her iki görüşün de lehine ileri sürülen savların aynı

derecede önemli olduğunu kabul etti. Buna karşılık, IV. kitapta sözünü ettiği gel git teorisinde, Copernicus sisteminin kesin bir ispatını verdiğini düşünüyordu. Düşüncesine göre, Dünya'nın günlük ve yıllık dönmeleri sarsıntılara neden olmakta ve bu sırada, okyanustaki sular bir çanaktaymış gibi ileri geri çalkalanmaktaydı. Gel git'e, Ay ve Güneş'in neden olduğu fikrine, bunun, gökcisimlerinin Dünya'ya üstün olup buradaki olayları etkileyeceği şeklinde, çok karşı olduğu bir doktrini üstü kapalı bir şekilde içerdiği için, karşı çıkıyordu. Bununla birlikte, kendi teorisi, gel git'in gözlendiği gibi günde iki kez değil, bir kez olacağını söylüyordu. Üstelik bu fikir, Dünya'daki cisimlerin Dünya'nın hareketini paylaşacağı şeklindeki kendi atalet prensibi ile de çelişmekteydi.

Böylece, sonuçta Galileo, Copernicus teorisini oldukça desteklese de, onun doğruluğunu ispat edemedi. Eseri, profesyonel astronom ve matematikçilerden daha geniş bir kitleye hitap ediyordu. Bu eser önce, konuşma dili olan bir İtalyanca ile, söyleşiler şeklinde yazılmış; daha sonra ise, sokaktaki insanlara bu fikri kolayca anlatabilmek amacı ile basitleştirilmişti. Sadece Ptolemy ve Copernicus'a ait iki evren sistemini açıklayarak, bunların varyantları olan Tycho Brahe ve William Gilbert'in sistemleri üzerinde durmadı. William Gilbert'in sistemi, Dünya'nın, kendi ekseni etrafında günde bir kez döndüğü kabulü ile Tycho'nunkinden ayrılmaktaydı. Buna ek olarak, dostu Kepler'in teorisini de gözardı etti. Bu teori, Copernicus teorisini geniş ölçüde ileriye götürmekte: Güneş merkezlilik hipotezine, sokaktaki adam için olmasa bile, profesyonel astronom ve matematikçiler açısından ezici bir kanıt oluşturuyordu.

Galileo'nun evren sistemleri konusundaki büyük eseri, Kepler'in gezegenlerin hareketlerini açıklayan yasalarının üçüncüsünü bildirmesinden on üç yıl sonra, 1632'de yayınlandı. Fakat Galileo, dostunun eserini görmemezlikten gelerek, sonuna kadar, gezegen yörüngelerinin, Kepler'in 1609'da gösterdiği gibi elipsler değil, daireler şeklinde olduğu görüşünden vazgeçmedi. Galileo'nun atalet prensibine göre, eğer Dünya yüzeyi mükemmel pürüzsüz olsaydı, bunun üzerinde harekete geçirilecek bir küre, Dünya çevresi boyunca sınırsız olarak yuvarlanacaktı. Bu nedenle o, bir çember üzerindeki düzgün hızın, kendisine bir kuvvet etkimeyen tüm cisimler için, doğal bir

hareket olduğunu düşünüyordu. Böyle doğal hareketler, gökyüzünde olduğu kadar, yeryüzündeki cisimler için de geçerli idi; fikrince gezegen yörüngeleri dairesel olduğundan, gökcisimlerinin devinimleri problem çıkarmıyordu ve Copernicus'un da düşündüğü gibi, bunlar tamamen doğaldı.

Böylece Galileo'nun, düzgün doğrusal hız ile ifade edilen, modern atalet hareketi kavramından yoksun olduğu anlaşılmaktadır. Eğer yoksun olmasaydı, Güneş'in çekim kuvvetinin, gezegen hareketlerinin doğal olan doğrusallığını, elips şeklinde bükeceğini, gösterebilecekti. Çünkü, o, Dünya'nın çekim kuvvetinin bir merminin atalet hareketini parabolik bir yola büktüğünü göstermişti. Her iki problem, yani merminin yolu ile bir gezegenin yörüngesi, birbirine benzerdi ve daha sonra Newton da bunları bu şekilde ele alacaktı. Fakat Galileo, hiçbir zaman aşamadığı eski bir görüşün, yani gök cisimlerinin hareketlerinin dairesel ve düzgün oldukları, saplantısı yüzünden bu noktada başarısız kaldı. Kendisinin astronomiyle ilgili fikirleri de, Kepler'in çalışmalarını gözardı etmesinden ve belki de, astronomide matematiksel olmayan nitel bir metodu benimsemesi yüzünden, sınırlıydı. Halbuki yerbilimlerinde, William Gilbert'in Manyetizma üzerindeki çalışmalarını matematiğe dayanmadığı için eleştirdiğinden, böyle bir metoda kendisi de karşıydı.

Galileo ve Kepler, çarpıcı bir farklılık gösterirler. Kepler de Hollandalı gözlükçülerin yeni teleskoplarını duymuş ve onların düzeneklerinin optik teorisini incelemişti. Kendisi, Galileo tarafından geliştirilenden farklı prensiplere dayanan, yeni bir tip teleskop tasarlamışsa da, bunu astronomik amaçlarla kullanmadığı, hatta imal dahi etmediği anlaşılmaktadır. Kepler, Tycho Brahe'nin yaptığı niceliksel gözlemlerin etkisinde kalmış, fakat buna karşılık teleskoplarla yapılan gözlemlerin sağladığı niteliksel gerçeklere itibar etmemiştir. Halbuki Galileo için durum bunun tersidir. Kepler, öncelikle astronomiyi daha kesin ve teknik olarak daha doğru hale getirmekle ilgileniyordu. Buna karşılık, Galileo, öncelikle Copernicus tarafından başlatılan entellektüel devrimin yayılmasına çaba göstermekteydi. Kepler de, Güneş merkezli teoriyi desteklemeye ilgi duyuyordu ve bunun için gerçekten en kalıcı ispatları buldu. Aynı şekilde, Galileo, astronomide teknik özellikli bazı niceliksel gözlemler de yapmıştır. Kendisi, denizde boylam belirlemek amacı

ile Jüpiter'in uydularının tutulma tablolarını hazırladı. Fakat, Galileo için önde gelen amaç, Copernicus devrimini desteklemek idi. Kendisi, görmüş olduğumuz gibi, astronomi konusundaki eserine, denizcilikte karşılaşılan ilginç problemlere değinerek değil, doğrudan doğruya Aristotelescilere hücumla başlar. Halbuki mekaniğe dair olan eserine, Venedik silah deposundaki makmelerin incelenmesinde görülen problemlerin tartışılmasıyla girer.

Galileo'nun ilgilerinin doğası, onun, astronomide matematiksel metodu niçin geniş ölçüde terkettiğini ve kendini niçm niteliksel teleskop gözlemleri yapmaya yoğunlaştırdığını açıklar. Bir teleskopla. herhangi biri, Jüpiter'in uydularını, Venüs'ün evrelerini ve Ay'ın dağlarını görebilir. Fakat, ancak usta matematikçiler, Kepler'in buluşlarından, Güneş merkezli teorinin temelde doğru olduğuna ikna olabilirlerdi. Böylelikle, tarihi açıdan, Copernicus sistemini kendi devrinde yaşayan insanlar arasına yaymakta, Galileo, Kepler'den daha etkili olmuş; daha basit ispatları daha geniş kitlelere yaymıştır. Amacı karşıtları tarafından anlaşıldığından, eseri Fransa'daki lokal engizitörler tarafından uygun görülmesine rağmen, kendisi 1633'te tekrar engizisyon karşısına çıkmak üzere Roma'ya çağrıldı. Yeniden, Copernicus hipotezini yeminle reddetmeye mecbur edildi ve bu sefer dinsizlikten hüküm giyerek hayatının geri kalan dokuz yılını, Floransa yakınlarında bir villada geçirmek üzere gözaltına alındı. Orada, mekanik üzerine yaptığı çalışmalarını kaleme aldı; bu eserleri İtalya'da yasaklandığından, ülke dışına kaçırılarak 1638 yılında Amsterdam'da yayınlandı.

15. Bölüm

Descartes: Matematiksel Yöntem ve Mekanikçi Felsefe

ON YEDİNCİ yüzyıl süresince, bilim merkezlerinin, ticari zenginlik ve Rönesans kültürünün yoğunlaştığı Almanya ve Kuzey İtalya'daki odaklarından, büyük coğrafi keşiflerden yararlanan Fransa, Hollanda ve Güney İngiltere gibi Atlantik'e yakın bölgelere kaydığını görüyoruz. Modern bilimin başlangıcındaki Alman ve İtalyan başarılarının doruğunu, Kepler ve Galileo teşkil etmişti; ama bu ülkeler artık, on sekizinci yüzyıla girene kadar, bilimde ön sıralarda yer almayacaklardı. On yedinci yüzyılda bilim merkezlerinin coğrafi yerlerinin değişmesine, bilim adamı olacak insan tiplerinin değişmesi de eşlik etti. Kepler ve Galileo'nun her ikisi de profesyonel bilim adamıydılar. Kendileri, prensler tarafından desteklenmiş ve kariyerlerinin çeşitli zamanlarında akademik görevler almışlardı. Şimdi ise Fransa, İngiltere ve Hollanda'da ortaya çıkan bilim adamı tipi, esas itibarıyla bir amatördü. İngiltere'de böyle adamlar, hali vakti yerinde, toprak sahibi veya tüccar ailelerden ve genellikle, Robert Boyle ve Sir William Petty gibi, devrin 'yeni zenginleri' arasından çıkmaktaydı. Newton burada bir istisnadır; çünkü o, zengin olmayıp, Cambridge'de kürsü sahibi olan bir profesyoneldi. Fransa'da ise, yönetim ile ilgili ailelerden gelen insanlar bilimde ilerliyor ve dikkat çekiyorlardı. Bunlar özellikle, Fransız mahkemeleri mensupları veya yerel parlamentoların hukuksal idare işleri ile ilgili avukatları arasından çıkmaktaydılar.

Bilim odaklarının yer değiştirdiği, on yedinci yüzyılın ilk yarısında bilimsel metodun genel analizini yapmaya girişen, İngiltere'den Francis Bacon ve Fransa'dan René Descartes'in bu yeni bölgelerden gelmesiyle açıkça görülür. Descartes, 1596-1650, Britanya parlamentosundaki danışmanlardan birinin oğlu idi ve kendisi tüm yaşamı boyunca varlıklı bir amatör olarak kaldı O doğa felsefesinde iki şeyi başarmak istedi. Birincisi, mekanik biliminde gelişmekte olan matematiksel yöntemi incelemek ve genelleştirmek; ikincisi bu

yöntem aracılığı ile doğadaki işleyişin genel bir mekanik betimlemesini yapmaktı. Fransa'daki entellektüel atmosfer bir ölçüde uygunsuz olduğundan, Descartes, 1628'de Hollanda'ya geçti ve burada 1637'de *Metot Üzerine Nutuk*'unu yayınladı. Bu eser iki kısımdan oluşur: Birincisi, matematiksel tümdengelim yönteminin bir analizini, ikincisi de fiziksel dünya hakkında kendi görüşünün bir şemasını takdim eder. İkinci kısım, daha sonra, *Felsefenin İlkeleri* isimli eserinde güçlendirilerek 1644'de yayınlanmış ve on yedinci yüzyıl boyunca en etkili eser olarak varlığını sürdürmüştür.

Descartes, Bacon'un bilimsel yöntem hakkındaki görüşlerini okumuştu ve onun amaçlarına sıcak bakıyordu. Fakat, Bacon'un incelemeye yanlış uçtan başladığını ve doğa hakkında tümdengelimsel soruşturmaya temel teşkil eden, genel ilkeler yerine, ampirik gerçeklerden harekete başladığını düşündü. Descartes'e göre, araştırmaları basitleştirmek için önem taşımayan her ölçülebilen özellik, gözardı edilebilirdi. Örneğin Galileo, yerçekimiyle bir serbest düşmede hava direncini nasıl ihmal etmişse, benzer şekilde Descartes'da, matematiksel olarak göze alınabilecek tüm fikirlerin aynı ölçüde önem taşımadığını düşünüyordu. Ona göre 'sezgi ile ortaya çıkan' bazı temel fikirler, matematiksel karakterli tümdengelimlerde en emin başlangıç noktasını teşkil etmeliydi. Hareket, uzam[4] ve Tanrı ile ilgili fikirler bu türdendi. Tanrı fikri, onun sisteminde ana temeli oluşturuyordu; çünki Tanrı uzamı oluşturmuş ve evren içerisine de hareketi yerleştirmişti. Hareket, evrene sadece bir kez yaratılışta verildiğinden, evrendeki hareket miktarı sabit olmalıydı. Böyle bir argümanla, Descartes, momentumun korunumu ilkesine varmıştı.

Bu şekilde, kuşkusuz ve emin ilkelerden hareketle, matematiğe benzer bir şekilde akıl yürüterek, Descartes, doğal dünyanın dikkate değer tüm özelliklerini ortaya çıkarmanın mümkün olduğunu düşünüyordü. Eşyanın doğasının ayrıntıları konusunda, aynı önermelerden farklı sonuçlarm çıkarılmasının mümkün olması nedeniyle, bazı belirsizliklerin ortaya çıkması kaçınılmazdı. O zaman, rakip fikirler arasında karar vermek için deney yoluna başvurulmalıydı. Bununla birlikte, Descartes, yöntemin bu yönünü fazla ön plana çıkarmadı. Kendisi, öncelikle genel şemaların temel ilkelerden tümdengelimci çıkarılmaları ile ilgileniyordu. Ayrıca o, deneyleri, sadece sezgi

[4] Yer kaplamak, (Ç.N.).

ile ortaya çıkan ilkelerden elde edilen fikirleri canlandırması açısından dikkate alıyordu: yani deneyleri, Galileo'nun yaptığı gibi, tümdengelimci çıkarımlarda kullanılacak ilkelerin belirleyicisi olarak görmüyordu. Galileo ise, kendi atalet ilkesini ve cisimlerin kütlesel çekim altındaki düşme yasasını, kendi yaptığı eğik düzlemde yuvarlanan küre deneylerinden elde etmiş ve bu deneylerle bulunmuş ilkelerden, mermilerin yolunu vb. sonuçları matematiksel olarak çıkarmıştı.

Hollandalı bilim adamı Christian Huygens, daha sonraları Bacon'un, bilimsel yöntemlerde matematiğin rolünü takdir edememiş olduğunu, buna karşılık Descartes'in de deneyimin rolünü gözden kaçırdığını ifade etmiştir. Bu anlamda her iki filozofun, yani el sanatları geleneğinin ampirizmini devam ettiren Bacon'la, bilim geleneğinin spekülatif eğilimlerini sürdüren Descartes'in eserleri birbirilerini tamamlar niteliktedir. Bu nedenle, ikisi de amaca yaklaşmışlarsa da, bu iki geleneği tam olarak birleştirememişlerdir. Bacon, matematiğin bilimde oynacağı rolun farkında idi. Her ne kadar, 'Doğanın araştırılması, fizik, matematik ile sınırlandırıldığı zaman en iyi sonucu verir' demişse de, bu noktayı işleyememiştir. Benzer şekilde, Descartes, olayların keşfedilmesinin pratik yolu olan "analiz" ile, aynı şeylerin ilk ilkelerden çıkarılmasının teorik yolu olan "sentez" arasındaki farkı belirtmiştir. Descartes, 'eski geometricilerin yazılarında sadece sentez kullanılmıştır. Fakat bu, ne diğer yöntem kadar tatmin edici, ne de öğrenmek isteyenlerin meraklarını giderici dir, zira bu, buluşların nasıl yapıldığını göstermez', demektedir. Örneğin, Archimedes, kendi mekaniğinin ilkelerini deneysel olarak bulmuş, fakat bunları sezgi ile verilen aksiyomlardan çıkartılmış gibi takdim etmiştir, yani biz, kendisinin deneylerinin gerçekte neler olduğunu bilmiyoruz. Diğer taraftan Galileo, yaptığı deneyleri anlatmaktadır. Buna göre, Descartes'in yöntemi, kendisi Galileo'nunkinin avantajlarını takdir etmekle birlikte, Archimedes'inkine daha yakındı.

Descartes, evrenin yapısını, mükemmel olan gökcisimlerinin, bir kürenin mükemmel şekline sahip ve hareketlerinin de düzgün ve dairesel olduğu tarzındaki matematiksel kavramların belirlediğine dair, eski Pythagorasçı düşüncelerin etkisine kapılmamıştı. Gökcisimlerinin şekil ve hareketlerini ve gerçekte doğadaki tüm olayları, Descartes'a göre, mekaniksel kurallar

belirlemekteydi. Kendisi, matematiğe sade metodolojik bir araç olarak bakıyor ve pür matematikçinin tutumuna katılmıyordu; hatta, 'insanın kendisini çıplak sayılar ve hayali şekillerle meşgul etmesi kadar boş ve faydasız bir şey yoktur', diye yazmıştır. Bacon gibi o da, herkeze yararlı projeleri bilimin önemli bir amacı olarak görmüştür. Descartes, yeni yöntemi ile,

'Zanaatkarlarımızın çeşitli becerilerini anlayabildiğimiz ölçüde', maddenin doğasını açık ve seçik öğreneceğiz; 've bu bilgiyi gerektiği yerde yararlı şekilde uygulamakla, kendimizi doğanın efendisi ve sahibi yapabiliriz', diyordu.

Descartes, kendi matematiksel yöntemini geliştirirken kullandığı matematiksel teknikte de dikkate değer gelişmeler sağladı. Özellikle, koordinat geometrisi'ni[5] yarattı. Galileo, mekanikteki önermeleri kanıtlamak için geometrik ispatlara dayanmıştı ve kendisi geometrinin kapsamını, madde, hız ve zaman miktarları gibi diğer ölçülebilir büyüklükleri içine alacak şekilde genişletmişti. Geometrinin bu şekilde kullanılışı, oldukça zorlama ve derme çatma bir şekilde olmuştu. Cebir ise, daha esnek ve daha genel bir matematiksel teknik olup, kütle ve hareketlerle ilgili problemlerle daha iyi başa çıkabilirdi. Fakat, o zamanlar cebir çok yeni idi; soyuttu ve devrin matematikçilerinin ağır basan gometrik düşünce tarzından uzaktı. Buna rağmen, on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda cebir sahasında önemli gelişmeler oldu. Kübik denklemlerin daha önceki geometrik çözüm yöntemlerine karşılık, Tartaglia, ilk cebrik çözümü verdi. Descartes'in babası gibi, Bretanya parlementosunun bir üyesi olan François Viete, 1540-1603, cebrik notasyonu geliştirdi; onun sonuçları, bir İngiliz matematikçi, astronom ve sürveyan olan Thomas Harriot (1560-1621), tarafından ilerletildi. Harriot'u takiben, Descartes, geometriyi cebirsel hale getirdi; geometrik şekilleri, cebrik denklemler kullanarak grafik halinde gösterdi. Daha sonra, Newton ve Leibniz, geometrik bir noktanın hareketini temsil eden cebrik denklemlerle geometrik şekiller belirtecekler ve böylece diferansiyel hesabı geliştireceklerdi. Kütleler ve hareketler arasındaki bağıntıların analizi amacına hizmet eden bu yöntemler, bilim adamlarınca yüzyılımıza kadar kullanılan önemli matematik teknikler arasında yer aldı.

---

[5] Analitik geometri, (Ç.N.).

Descartes, ayrıca, kütle ve zamanın dünyanın temel boyutları olduğu ve bunların uzaym üç boyutu kadar önem taşıdığı şeklinde bir görüş geliştirdi. Kendisi,

'Sadece, uzunluk, genişlik ve derinlik, boyut değildir; ağırlık da bir başka boyut olup, onunla cisimlere gelen yerçekimi kuvvetinin şiddeti ölçülebilir. Aynı şekilde, hız da hareketin bir boyutudur: ve bunun sonsuz sayıda benzeri vardır' demiştir.

Bununla birlikte, Descartes bu fikir üzerinde bir daha durmadı. Ancak 1822'de, hız. ivme gibi fiziksel birimleri göstermek amacı ile, Fourier, bunları temel boyutlar olan kütle, zaman ve uzunluk arasındaki bazı bağıntılarla temsil etmek yöntemini buldu. Descartes, zamanla. uzam ve hareketin, dünyayı oluşturan temel büyüklükler olduğu görüşüne yeniden döndü. Galileo gibi, o da maddeyi hacimle, yani üç boyutlu uzamla tanımlamaya eğilimliydi. Fakat Descartes, Galileo'nun doğal hareketlerin dairesel olduğu şeklindeki görüşünü düzelterek, bunun düzgün doğrusal olacağını ileri sürdü. Bu nedenle, Descartes, modern atalet ilkesini ifade eden ilk kişi olmuştur.

Uzam ve hareket kavramlarıyla, Descartes, evrenin nasıl çalıştığının ana hatlarını kendi yöntemi ile çıkarmanın mümkün olduğunu düşünüyordu. 'Bana hareket ve uzam verin, dünyayı kurayım', diye yazmıştı. Descartes'in düşüncesine göre, doğa yasaları, başlangıçtaki ilkel madde kaos'unu düzene sokarak içinde bulunduğumuz bugünkü dünyayı meydana getirebilecek nitelikteydi. İlk andaki formu ne olursa olsun, evren, sonunda bugünkü şeklini almış olduğundan, madde ve hareketten oluşan başka herhangi bir dünya da, bugünkü duruma erişmek zorunda idi. Descartes maddeyi hacim ile tanımladığı için; vakum, yani uzayda boş bir delik bulunabileceğini ve maddenin, aralarında boşluklar bulunan atomlardan oluştuğunu reddediyordu. Ona göre madde, uzayın tümüne yayılıyordu ve bu nedenle ilkel madde, sadece dönme hareketi yapabilirdi. Böylece. başlangıçta. içinde madde blokları savrulan dev bir anafor oluşmuş ve daha sonra bu, sürtünme ile zayıflayarak sönmüştür. İlk şekilleri ne olursa olsun bu ilkel bloklar, birinci madde olan toz ile ikinci madde olan küçük kürelere ufalanmıştı. Kozmik toz, yahut ilk madde, Güneş'i ve sabit yıldızları oluşturan ateş elemanıydı. İkinci madde, yıldızlararası uzayın maddesini

meydana getiren, hava veya esir elemanı idi, Ayrıca bir üçüncü madde daha vardı ki, bu toz haline gelmemiş fakat köşeleri yuvarlaklaşmış, orjinal madde bloklarından oluşuyordu. Bu büyük küresel madde blokları, yerküreyi, gezegenleri ve kuyruklu yıldızları oluşturan toprak elemanı idi.

Evren geliştikçe, her bir madde topağının çevresinde ikinci anaforlar oluştu. Dünya'yı çevreleyen bir anafor, Ay'ı önüne katarak yolu üzerinde sürüklüyordu. Diğer bir tanesi de, Jüpiter'in çevresinde oluşmuş dört uyduyu yörüngesinde tutuyordu. Kozmik anaforlar içinde ağır madde merkeze doğru toplanırken, hafif madde dış kenarlara yayılmaktaydı. Bu nedenle, ağır cisimler Dünya'ya doğru düşerken ateş de yukarıya doğru yükselmişti.

Descartes kendi sisteminde bütün hareketlerin gerçekte bağıl olduğuna işaret etmişti. Onun yazdığına göre, hareket,

'Maddenin bir kısmının veya bir cismin, durmakta olduğu kabul edilen ve kendisine doğrudan temas eden cisimlerin yanından kalkarak, diğerlerinin yanına taşınması'ndan başka bir şey değildi.

Yani, kendi anaforunun ortasında, yerkürenin hareketsiz durduğu kabul edilebilirdi. Bu varsayımdan hareket edilirsa, yerküre, geleneksel görüşte olduğu gibi, evrenin ortasında duruyordu. Buna rağmen, Descartes'in, bağıl hareket teorisi, onun eserini kilisece mahkum edilmekten koruyamadı. Eserleri, 1663 de Roma ve Paris'te yasak kitaplar listesine alındı. Daha sonra bunlar, Fransa'da popüler olmaya başlayan Newton'un evren sistemine alternatif oluşturabilmeleri için, 1740'da Paris yasaklar listesinden çıkarıldı.

İçeriği açısından Descartes'in doğa felsefesi, Aristoteles teorisine dayalı geleneksel dünya görüşüne taban tabana zıttı. Descartes'in sisteminde tüm maddesel nesneler, aynı mekanik yasalar tarafından yönetilen makinelerdi ve burada insan vücudu hayvandan, bitkilerden ve inorganik doğadan farklı değildi. O böylece, evreni oluşturan nesnelerin, evrenin kenarındaki bütün varlıkların en mükemmeli olan Tanrı'dan başlayarak, cennetteki melekler hiyerarşisinden, yerküredeki insanlar, hayvanlar, bitkiler ve minerallerin aralarındaki derecelere kadar ayrılan, geniş bir yaratıklar zinciri halinde, hiyerarşik olarak düzenlendiğine dair, geleneksel görüşü terk etmişti. Descartes için, fiziksel ve organik evren, nitelikçe benzer nesnelerden meydana gelen;

matematik yöntemle yapılan bir analizin ortaya çıkardığı nicel mekaniksel yasalara uyan, homojen bir mekaniksel sistemdi. Yerküre, skolastik filozofların inandığı gibi, herbirinin kozmik düzendeki yeri, sadece sahip olduğu bitkisel, hayvansal ve akılcı ruhun cinsine dayanarak yapılan niteliksel bir analize göre beliren, heterojen, fakat sıralanmış bir takım nesneler topluluğu değildi. Descartes'e göre, mekanik dünyadan başka, maddesel varlıkların arasında sadece insanın, kendi ruhu sayesinde yer aldığı, manevi bir dünya daha vardı. Bu nedenle, Kartezyen felsefe yaygınlaştıkça, dünyanın, yukardan aşağı doğru sınıflandırılmış bir yaratıklar zincirinden oluştuğu şeklindeki görüş, yavaş yavaş zayıflamış; onun yerine, evrenin, deyim yerinde ise, biri mekaniksel, diğeri de tinsel, iki yatay düzlemden oluştuğu ve sadece insanın, bunun her ikisinde birden yer aldığı şeklindeki görüş ağırlık kazanmaya başlamıştır. Descartes zamanından beri bu düalizm, Avrupa düşüncesinde temel bir rol oynamıştır.

Modern zamanlara kadar, doğanın işleyişinin, doğa yasaları ve mekaniksel kuvvet yerine; gelenek, ödül veya ceza ilkesi ile, amaç, irade ve niyet etkileriyle yönetildiği düşünülmekteydi. Descartes, doğanın tamamen yasalarla idare edildiğini düşünüyor ve bu doğa yasalarını mekaniğin prensipleriyle özdeşleştiriyordu. Bunu, 'doğanın kuralları, mekaniğin kurallarıdır' şeklinde ifade ediyordu. Descartes, gerçekten, önceleri toplumsal uygulamalara benzetilerek kullanılan, adet, ödül veya ceza kavramları yerine, 'doğa yasaları' kavramını kullanan ilk kişidir. Eski Yunanlılar, 'doğa yasaları' deyimini nadiren kullanmışlardır. Buldukları niceliksel kurallara, 'prensip' diyorlardı. Örneğin, 'kaldıraç prensibi' ve Archimedes'in 'yüzme prensibi', bunlardandır. Galileo, kendi niceliksel yasalarına, 'prensip', 'oran', veya 'kesir' deyimlerini kullanmakla birlikte, kendisinin *İki Yeni Bilim*, adlı eserinin İngilizce çevirisinde, bu deyimler için, 'yasalar' kelimesi benimsenmiştir. Galileo'nun 'atalet prensibi', Newton'un 'birinci hareket yasası'nın aynısıdır. Newton, 'doğa yasaları' deyimini, bazılarının itirazına rağmen, kendi çağında adet olduğu üzere, serbestçe kullanmıştır. Robert Boyle, bu deyimin 'uygunsuz ve mecazi bir ifade' olduğunu düşünmekteydi. Kendisi, yaydan fırlayan bir okun, 'bir dış impuls değil de, bir yasa tarafından hareket ettirildiğini, kimse söyleyemez' demiştir.

Descartes, Tanrı'nın, evreni, en başta kararlaştırılan 'doğa yasaları' aracılığı ile yönettiğini düşünüyordu. Tanrı, evreni bir kez yarattıktan sonra, yaptığı, kendi kendine çalışan bu makinaya bir daha karışmamıştı. Dünya'daki madde ve hareket miktarları sabit ve ebedi olduğu gibi, 'Tanrı'nın doğaya yerleştirdiği yasalar' da aynen böyleydi. Ortaçağlar boyunca, Tanrı'nın evrenin günlük işleyişine, gök cisimlerini yörüngeleri boyunca hareket ettiren ve Dünya'daki olayları gözleyerek yöneten, meleksel varlıklar hiyerarşisine emaneten verdiği güçle katıldığı, düşünülmekteydi. O zamanlar, kuyruklu yıldızlar gibi ender olayların, kozmik sürecin normal seyrine, kutsal veya şeytani ilişkilerin karışması sonucu ortaya çıktığı sanılmakta ve bunlara, mucize veya felaket getirici olarak bakıldığından, büyük bir ilgi gösterilmekteydi. Diğer taraftan, on yedinci yüzyılın insanları, olayların olağan işleyişine ilgi duymakta ve bu işleyişin 'yasal' kurallarını aramaktaydı. 1572'de beliren yeni yıldız ve 1577'de görünen kuyruklu yıldız gibi ender olaylar, dinsel açıklamalardan çok, şimdi birer bilimsel problem olarak görülüyor ve artık bu gibi olayları öngöremeyen teorik sistemler terkediliyordu.

'Doğa yasaları' fikrinin tarihçisi E. Zilsel[6], bu fikrin şu iki kaynaktan doğduğunu ifade etmektedir: Bunların ilki, onaltı ve onyedinci yüzyıllardaki mutlak hükümdarlar tarafından konulan yazılı yasalara göre çalışan, sivil yönetim uygulamalarından bir esinlenme olup; ikincisi de, Hıristiyanlık'taki, Tanrı'yı evrenin Kutsal Yasa Koyucusu olarak gören, ve eski Babil despotluklarından kaynaklanarak gelen bir Musevi kavramıdır. 'Doğa yasaları' terimi, eski dünyada en çok Babillilerin fikirlerinden ve özellikle onların astrolojisinden etkilenmiş olan ve eski mutlakiyetler devrinde parlayan, stoik okul filozofları tarafından kullanılmıştır. Bu okul, Büyük Iskender zamanında yükselmiş ve Roma imparatorlarının yönetiminde gelişmiştir. Ortaçağlar süresince bu deyim fazla kullanılmamıştı: zira, o zamanlar, sivil toplum pozitif

---

6 E. Zilsel, 'The Genesis of the consept of Physical Law' Philosophical Review, 1942, 51, 245. Özellikle *nicel* 'doğa kanunları' fikrinin, bir başka kaynaktan, örneğin, eski Hansa Birliği gibi bir uluslararası tüccarlar birliğinden, v.b., gelmiş olması mümkündür. Bu tür bir birlik, sayılarla, ağırlıklarla ve ölçülerle ilgili olarak, ulusal sınırları aşan kendi yasalarına sahipti. Gerard Malynes, (1622)'de yayınladığı *Lex Marcatoria* isimli yapıtında, 'gerçek yasa, doğa ile her noktada uyuşan, bütün uluslara yayılan, sürekli olarak varolan, bununla, Benimkisi ile Seninkisinin, belirlenmiş sayı, ağırlık ve ölçekle ayrıldığı ve bölüşüldüğü, doğanın gerçek bir mantığıdır' demektedir.

yasalardan çok, geleneklerle yönetilmekte ve kral kendi gücünü, her biri çeşitli ayrıcalıklar ve görevlerle donanmış olan feodal düzenin yüksek sınıflarına emanet etmekteydi. On altıncı ve on yedinci yüzyılların mutlak hükümdarları daha güçlüydüler ve uyruklarının tümünü, yürürlüğe koydukları yazılı yasalarla yönetiyorlardı. On altıncı yüzyılın sonlarında, Jean Bodin, sivil idarenin yazılı yasalarla geliştirilmesini savunurken, bu politika, en fazla Bodin ve Descartes'in vatanı Fransa'da yürürlükte bulunuyordu. Zilsel, 'Onu evrenin yasa koyucusu olarak gören Kartezyen Tanrı fikrinin, Jean Bodin'in egemenlik torisinden sadece kırk yıl sonra geliştirilmiş olması, rastlantı değildir', demektedir. Belki, Bodin'den yaklaşık kırk yıl önce de, diğer bir Fransız olan John Calvin'in, teoloji alanında, Tanrı'yı, başlangıçta kabul ettiği yasalarla evreni yöneten mutlak hakim durumunda gören bir düşünce geliştirmeye çalışması bir rastlantı değildi. Göreceğimiz gibi, Calvinistler ile bilimsel devrimin temsilcilerinin kozmik değerleri arasında önemli benzerlikler vardı. Ayrıca, Kartezyen felsefe, bilimle ilgilenen Calvinistler arasında da destek buldu. On yedinci yüzyıl süresince, Descartes'in teorileri Calvinist Hollanda üniversiteleri ile, iki İngiliz Üniversitesinin daha püritanı olan Cambridge'de okutulmakta; Fransa'da ise özellikle, katolik mezhebindeki Calvinistleri oluşturan Jansenistler tarafından desteklenmekteydi. Onyedinci yüzyılın Katolik teologları arasında, Descartes'in felsefesi, kendi teolojilerine şekil veren Aristoteles sistemine etkili bir rakip olması nedeniyle, hoş karşılanmamıştı. Descartes, Aristoteles'in hem yöntemine hem de kozmolojisine karşı, yapıcı alternatifler getirmekle birlikte, kendi zamanının bütün önemli entelektüel akımlarını doğa felsefesine dahil etmediği için, belki bu eski filozoftan daha az başarılı olmuştu. Galileo ve Kepler, kendi alanlarında, bilim için onun savunduğu matematiksel yöntemi daha uygun olarak formüle ederlerken; Bacon da, daha başka bir bilimsel yöntem ortaya atmıştı. Ayrıca, ondan sonra gelen Newton, Kartezyen yerine Galileo'nun yöntemini kullanarak, on yedinci yüzyılın sonuncu ve daha kalıcı olacak evren sistemini ortaya koymayı başaracaktı.

16. Bölüm

Bilimsel Devrim ve Protestan Reformasyonu

FRANSIZ bitki bilimcisi Alphonse de Candolle, 1878 yılında yazdığı, '*Bilimlerin ve Bilim Adamlarının Tarihi*' isimli eserinde; 1666'da kurulduğundan o yana geçen iki yüz yılda, Paris Bilimler Akademisi'ne seçilen doksaniki yabancı üyeden yetmiş birinin dininin Protestan, on altısının Katolik ve geri kalan beşinin de Musevi veya inancının belirsiz olduğunu ifade etmiştir. Bu rakamları, Fransa dışındaki –Yüz yedi milyon Katolik ve altmış sekiz milyon Protestan- dinsel nüfuslarla karşılaştıran Candolle, Paris Bilimler Akademisine Fransa dışından seçilecek ölçüde bilimde tamnmış kişiler arasında, Protestanlarm sayısının, Katolik olanlarm altı katı olduğuna dikkat çekiyordu. Böyle bir tablo, Fransız bilim adamlarını hesaba katmadığından, Candolle ayrıca, Fransız bilim adamlarının, 1829 ve 1869 gibi iki dönemde, Londra Kraliyet Derneğine her zamandan daha çok üye olduklarını dikkate alarak, bu tarihlerde derneğe kayıtlı yabancı üyelerin de dinsel inançlarını inceledi. Sonuçta, her iki devrede de, Birleşik Krallık dışmda, yüz otuz dokuz milyon Katolik ve kırk dört milyon Protestan olmasına karşılık; dernekte, yaklaşık eşit sayıda Katolik ve Protestan yabancı üye bulunduğu görüldü. Bu sayılar da, kendisinin, modern Avrupa'nın büyük bilim adamları arasında, Protestanların, Katoliklere ağır bastığı yönündeki görüşlerini doğruluyordu. R.K. Merton[7] tarafından, on yedinci yüzyıl İngiliz bilimine püritanizmin etkisi üzerine yapılan çalışmada, modern bilim adamlarının dini inanışları konusundaki incelemeler de, Candolle'un tespitlerinin genel çizgisini doğrulamakta ve güçlendirmekteydi.

Protestan ülkelerde engizisyonun bulunmamasından başka, Modern Avrupa'nın büyük bilim adamları arasında, Protestanların Katoliklerden daha fazla olması, üç temel nedene bağlanabilir: Eski Protestan manevi değerleri ile bilimsel davranış arasındaki uyum bunların başında gelirken; ikinci olarak, dini amaçlara ulaşılmada bilimin kullanılması ve üçüncü sırada da, Protestan

[7] R. K. Merton, 'Science and Technology in 17th Century England', Osiris, 1938, IV, 360.

teolojisi ile, ilk modern bilim teorilerinin evrensel değerleri arasındaki paralellik, önem taşır. Birinci faktör, her iki temel Protestan hareketinde de ortaktır. Zira, Reformasyonun ilk günlerinde, İsviçreli ve Alman Reformcular, insanın Katolik rahiplerin güdüm ve otoritesini reddederek, vicdani gerçekleri kendi dinsel deneyimlerinde aramasını öğretmişlerdi. Yani, insan, kutsal kitapları kendisi yorumlamalıydı. Benzer şekilde, ilk modern bilimciler de, eski filozofların ve ortaçağ bilginlerinin sistemlerinden ayrılarak, bilimsel gerçekleri kendi ampirik deneyimlerinde aramaya girişmişlerdir: Yani, doğayı kendi kendilerine yorumlamaya çalışmışlardır. Protestanlık ile ilk modern bilimin bu amaç benzerliği, Thomas Sprat'ın 1667'de yayınladığı, *History of Royal Society* isimli eserde iyi belirtilmiştir. Bunda, kendi deyimiyle, 'Royal Society'nin şimdiki amacı ile, kilisenin ilk günlerindeki gayeleri arasındaki uyum'a dikkat çekmektedir :

'Bu kurumların her ikisi de, Reformasyon kelimesi üzerinde eşit ölçüde hak iddia edebilirler; biri, bunu dinde başardığı için; diğeri de felsefede buna niyet ettiği için. İkisi de, bunu gerçekleştirmek için benzer bir yol tutmuştur; ikisi de, bozulmuş örnekleri terkederek, kendilerine yol göstermesi için, biri Kutsal Kitaplar, diğeri de büyük Yaratılmışlar Âlemi gibi, mükemmel orijinallere başvurmuşlardır. Her ikisi de, düşmanları tarafından haksız yere aynı suçu işlemekle, eski gelenekleri terkedip, yeniliklere sapmakla itham edilmişlerdir. Her ikisi de, atalarının hata edebileceklerini kabul etmekle birlikte, onlara yeterli saygıyı korumuşlardır. Yine, her ikisi de, Havari'nin, herşeyi denemelerini söyleyen büyük Emrine sadık kalmışlardır. Merak ve huyları arasındaki uyum bu ölçüdedir'.

Sprat, Calvinist geleneğine mensuptu, fakat görülüyor ki, eski Luthercilik de bilimsel eğilim ile paralellik içindeydi. Zira, yeni evren teorisi ile ilgili ilk teknik gelişmeler, o zamanlar Alman Reformasyonunun merkezi olan Wittenberg Üniversitesinden iki bilim adamı tarafından gerçekleştirilmiştir. Wittenberg'de matematik profesörü olan Rheticus, Frauenburg'da bulunan Copernicus'un öğrencisi olmak için yanına giderek, 1540'da yeni heliosantrik güneş teorisi hakkındaki ilk yazılı metni yayınlamış ve bunu daha sonra Mars gezegeninin hareketine de uygulamak istemiştir. Onun meslekdaşı, Wittenberg'de astronomi profesörü Reinhold da, 1551'de yayınlanan ve Copernicus teorisine dayalı ilk astronomi cetvellerini olan, *Prusya Tabloları*'nı hazırlamıştır.

Modern Avrupa'nın büyük bilim adamları arasında, Protestanların önde gelişine etkiyen ikinci bir faktör olan, bilimin dinsel amaçlar için kullanılması, on yedinci yüzyıl Calvinistleri elinde önem kazanmıştır. Özellikle, İngiliz püritanları, 'iyi iş' yapmanın dinsel bir görev olduğunu vurguladılar ve bilimsel faaliyetleri de insanlığa yararlı olan iyi işler arasına kattılar. Halbuki ne Luther, ne de Calvin, iyi iş yapmanın dinsel önemi üzerinde fazla durmamışlardı. Luther için, iç inanç, insanın kurtuluşunu elde etmesine yeterli idi. Calvin için ise, kurtuluş, ancak belirli sayıda seçilmiş kişiye mukadderdi. Böylece, her iki durumda da, insanın çalışmaları, geleceği üzerinde fazla etkili olmuyordu. Lakin, kurtuluşlarının mukadder olup olmadığını bilmek, Calvin taraftarları için zorlayıcı bir gereksinmeydi. Bu nedenle, orijinal doktrin, sırasıyla, İskoç, Hollanda ve İngiliz Calvinistleri tarafından değiştirilerek, sürekli olarak iyi işler yapmak, on yedinci yüzyıl ortalarında püritanlar tarafından genellikle, bir insanın kurtulmuş olduğunun belirtisi kabul edilmiştir. Püritan ahlakınca kabul gören iyi işler arasında, bilimsel çalışmalar da yer alıyordu. Amerika'ya göç eden John Cotton isimli püritan rahip, 1654'de yazdığı bir yazıda, doğayı incelemenin pozitif bir hıristiyanlık görevi olduğunu iddia edecek kadar ileri gitmişti.

'Doğayı, Tanrı'nın her eserinin işleyişini ve yararlarını incelemek, tahtında oturan kraldan, sanatkara kadar, Tanrı'nın herkese yüklediği bir görevdir.....

'1. neden, Tanrı'nın büyüklüğünün, onun yarattıklarında görülmesidir.....

'2. neden, kendi yararımızdır; elde edilecek birçok tıbbi bilginin getireceği beden sağlığından başka, diğer yaratıklardan öğrenilecek deslerle ruh sağlığı da kazanılacağı gibi, ber şeyin değerini ve faydasını öğrenmek insanı servet sahibi yapar...

'İnsanların her şeyin doğasını inceyelerek, gözlemlerle ve aralarında konuşarak, birbirlerinden öğrenebilmesi, kalplerimizi Tanrı'ya doğru açacağı gibi, gerek kendimize ve gerekse başkalarına karşı yararlı olma becerimizi de geliştirecektir... Evet, doğadaki cisimlerin uyduğu prensipleri, bunların hareketlerini, zaman, yer, ölçü, v.s. gibi, yaratılmış nesnelerin bazı genel neden sonuç ilişkilerini ve özelliklerini inceleyen; fakat, bu çalışmalarını doğaya uygulamayı ve yeryüzündeki her şeyden faydalanmayı ihmal eden bilim adamları da affedilemezler.'

Buraya kadar konuşulan ve modern Avrupa'daki bilim adamları arasında Protestanları öne geçiren iki faktörden belki de ikincisi, daha ağırlıklı olan on yedinci yüzyıl Calvinistleri arasında geçerli idi. İlk Protestanlar ile yeni bilimciler arasında, otoriteye karşı çıkmak ve ampirik ferdiyetçilik gibi ortak yönler, en iyi halde, bu çevrelerde bilim ve din arasında geçerli bir uyumu gösterir. Buna karşılık, iyi işlerin, daha sonraki Calvinistlerce yüceltilmesi, bilimsel etkinliklere açıkça pozitif bir etki yapmıştır. Bu bağlamda ilginçtir ki, Galileo ve Kepler'den sonra, bilimsel etkinliğin ana merkezleri, Katolik İtalya ve Lutherci Almanya'dan, özellikle Calvinizm etkisinde olan ülkelere kaymış bulunuyordu. Örneğin, Püritanları ve Reforme edilmiş Anglikan Kilisesiyle İngiltere; çok sayıdaki Calvinist merkezleri ile Hollanda; Huguenotları ve Jansenci olarak bilinen Calvinistleri ile Fransa, bu tür ülkeler arasında idi. 1662'de Londra Kraliyet Derneği ve 1666'da Paris Bilimler akademisinin kurulmasından sonra, gelecek bir buçuk yüzyıl için, İngilizler ve Fransızlar, bilim alanında üstünlüklerini sürdürürken; Hollanda, onsekizinci yüzyılda gerileyecek ve Calvinizmin eski yuvaları olan İsviçre ve İskoçya, aynı dönemde ileri gideceklerdi. Buna karşın, ondokuzuncu yüzyıla gelene kadar, Kepler ve Galileo çapında bilim adamları bir daha Almanya ve İtalya'da, ortaya çıkmayacaktı.

Protestan teolojisinin evrensel değerleri ile modern bilimin yeni teorileri arasındaki yakınlığa dayanarak, Modern çağ bilim adamları arasında Protestanların önde gelişini açıklamaya yardım eden üçüncü faktör, o kadar kolay anlaşılır değildir. Zira, Luther gibi Calvin de, yeni Copernicus astronomisinin, Kutsal Kitaplarda yeralan ifadelere ters düşmesinden ötürü, buna karşıydılar. Halbuki, ortaçağın dünya görüşü, bir teoloji ve bir doğa felsefesinin sıkı bir şekilde bütünleşmesiyle ortaya çıkmıştı. Bu görüşün yıkılması, bir taraftan Protestan reformcuların teolojik yapıya hücumu, diğer taraftan da bilim adamlarının kozmolojik temellere saldırmaları sonucu, birlikte; fakat, yavaş adımlarla gerçekleşti. Gerçekten, Calvinistler ile bilim adamlarının saldırılarının birbirine benzer çizgiler taşıdığı ve ikisinin birlikte, on sekizinci yüzyılda oldukça popülerlik kazanacak olan, Newton'un çalışmalarına dayanan, yeni bir Mekanikçi Teolojik dünya görüşünün yolunu açtıkları farkedilebilir.

Ortaçağ'da geçerli olan dünya görüşünün, hem Protestan Reformcuların, ve özellikle Calvinistlerin, hem de ilk modern bilimcilerin katılmadıkları, ana motifi, hiyerarşi kavramı idi; yani, evrenin, çevresinde bulunan Tanrı'dan, yerdeki en adi nesneye kadar uzanan, bir sınıflandırılmış varlıklar zincirinden meydana geldiği, kabulü idi. Doğadaki hiyerarşinin, maddi ve manevi bileşenleriyle, iki katlı bir karakter taşıdığı varsayılmaktaydı. Doğal hareketleri doğrusal olan, dört dünyasal eleman, artan mükemmellik sırasına göre, toprak, su, hava ve ateş iken; gökler, kendisi daha mükemmel ve doğal hareketi dairesel olan, beşinci bir elemandan yapılmıştı. Manevi hiyerarşi ise, bitkisel, hayvansal ve akıl sahibi canların oluşturduğu temel bölümler içinde yeniden birçok alt sınıfları kapsayan, daha ince bir yapılanma gösteriyordu. Doğanın böyle bir şema içinde, yaratıklara kadar uzanan bir kontrol akışı ile yönetildiğine inanılıyordu; öyle ki, her varlık, bir yandan altındakilere hükmederken, diğer yandan da kendinin üstündekilere hizmet ediyordu. Bitkiler ve hayvanlar insana hizmet ederken, insan da, Tanrı'ya hizmet ediyordu. Tanrı, gök cisimlerini hareket ettiren ve dünyadaki olayları gözleyen ve onları yöneten meleklere, yetki ve güç vermişti. Melekler konusunda, eski doğa felsefesi ile ortaçağ teolojisinin önemli şekilde birbiriyle bütünleşmeleri sonucu, ortaçağ akademisyenleri, beşinci asırda Sahte Dionysius tarafından dokuz mertebelik bir hiyerarşiye ayrılan meleklerin, dokuz gök küresini hareket ettirdiğini kabul etmişlerdi. Göklerin düzeni de, daha yukarıdaki kürenin ve onu devindirenin, daha aşağıdakinin devinimini kontrol ettiği, şeklindeydi.

Sahte Dionysius, kendi göksel melekler hiyerarşisi yardımı ile, yeryüzündeki Kilise yönetiminin dinsel hiyerarşisini haklı göstermekteydi ki, buna, Protestan Reformcuları ve özellikle Calvin, şiddetle itiraz ediyordu.

Calvin, 'böyle oluşturulan hükümete bazıları Hiyerarşi adını verdi. Bu benim fikrimce uygunsuz bir isim; onun Kutsal Kitapta kullanılmadığı da kesin. Çünkü, Kutsal Ruh, Kilise yönetimi konusunda, üstünlük veya egemenlik kurmak hayaline kimsenin kapılmamasını istedi', demektedir.

Sahte Dionysius tarafından gösterilen geçerlilik nedenlerine, Calvin, 'gökyüzü ile Dünya'daki hiyerarşi arasında ince felsefi mukayeseler yapmak' gereği olmadığını söylemekte; insanın, gökyüzünde bir hiyerarşinin var olup, olmadığını, bilemiyeceği, şeklinde yanıtlamaktaydı. Bu konulardaki görüşlerini

formüle eden Calvin, meleklerin evren yönetimindeki rollerini en aza indirdi ve dünya üzerindeki Tanrı'nın yönetiminin daha mutlak ve doğrudan olduğunu savundu. Tanrı, ile melekler arasındaki ilişkiler konusunda, Calvin, 'Ne zaman isterse, Tanrı onları atlayarak, kendi iradesini ufak bir işaretle gerçekleştirebilir; yani, onların kendisini zahmetten kurtarmaları bu kadar gereksizdir' diyordu. Yine Calvin'e göre, Tanrı, bütün olacakları, başlangıçta ortaya koyduğu yasalarla, önceden belirlemişti:

'İnanıyoruz ki, her şeyi takdir eden ve yöneten Tanrı'dır, — en uzak ezelde, O, kendi hikmetine göre, ne yapmak istediğine karar vermiş olup, şimdi kendi gücü ile o kararını gerçekleştirmektedir. Bu nedenle, inanıyoruz ki, Onun ilahi takdiri ile sadece gökyüzü, dünya ve cansız varlıklar değil, aynı zamanda, insanların düşünce ve iradeleri bile, tamamen Onun belirlediği yolda yürümeye yönelir'.

Bu nedenle, Calvinist dünyanın işleyişi düzenli idi ve tamamen önceden belirlenmişti. 1628 yılında Cambridge'deki Emmanuel Kolejinin Püritan Müdürü John Preston, 1587-1628, 'Tanrı'nın hiçbir doğa yasasını değiştirmeyeceği' kabulünü ortaya attı. Doğa yasalarına ters düşen mucizevi olaylar, bundan böyle beklenmemeliydi. Buna paralel olarak, melek gibi varlıklar da, güçlerini ve sonunda kozmik şema içerisindeki yerlerini kaybediyorlardı. Bu duruma esef eden bazı Calvinist ruhanileri bile, bunun böyle olduğunu kabul ediyorlardı. Örneğin, Presbiteryen teolog Richard Baxter, 1615-91, hayatının son yılında yayınlanan eserinde, şunları söylüyordu:

'Sapık bir Papalık karşıtlığının hüzün verici bir örneği ve bir aşırı uçtan, diğerine kayış: Protestanların çoğu, Meleklerin bize sağladığı büyük yararları ne kadar az idrak ediyor ve biz onların birey veya toplu olarak, kendilerine sağladığı yardımlar için Tanrı'ya şükrettiklerini ve hele dua ettiklerini ne kadar az duyuyoruz?'

İtiraf ettiği gibi, Baxter, meleklerin yardımlarına dair pek örneğe de rastlamamıştı; anlattığı hikayelerin çoğu, kötü ruhların işlevleriyle ilgiliydi. Bununla birlikte, kötü ruhlu varlıkların bile, o zamanki aydınlanmış İngiliz düşünce hayatından silinmiş olduğu anlaşılıyor. Çünkü, biyograf John Aubrey, 1626-97, şunları söylemektedir:

'Çocukluğumda, yani iç savaşlardan önce, yaşlı kadın ve genç kızlar arasında akşamları, uçan ve yürüyen hortlaklarla ilgili masalsı öyküler anlatmak âdeti vardı. Bu gelenek, kutsal Kiliseyi destekleyen papazlardan kaynaklanıyordu. Zira, bu ruhaniler, 'ruhları yadsırsan, Tanrı'yı inkar ediyorsun demektir', diyorlardı. İç savaşların ve onunla birlikte, vicdan özgürlüğü ve sorgulama hürriyetinin gelmesiyle,bu hayaletler de yokoldular'.

Ruhsal varlıkların mevcudiyeti hakkında bazı şüphelerin İç Savaştan da önce ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Gerçekten de, felsefeci tabib, Thomas Browne, 1605-82, 'bu kadar bilgili kafaların, ruhların varlığını sorgulayacak kadar metafiziği unutup, yaratıklar arası merdiven ve sırayı tahrip etmesinin'. kendisi için 'bir bilmece' olduğunu, 1635 civarında yazdığı yazısında belirtmektedir. Meleklerin, Calvinist teolojideki evren yönetiminden uzaklaştırılması, gerçekten, Dünya'nın. önem sırasına göre dizilmiş varlıklarla dolu olduğu fikrine bir karşı çıkış, veya ondan da çok, bu düşüncenin özündeki, hiyerarşi kavramına bir hücum oluşturuyordu. Tanrı, artık evreni, derecelerine uygun olarak ruhsal varlıklar hiyerarşisindekilere verdiği güçle ve onlar aracılığı ile değil; mutlak idareci olarak, başlangıçta aldığı kararlarla kendisi, doğrudan yönetiyordu. Bu kararlar ise, doğa yasalarından başka bir şey olmadığından, bu teolojik kadercilik doktrini, böylece, mekanikci determinizm felsefesine yol açacaktı.

Calvinistler, evrenin hiyerarşik yönetildiği fikrinden uzaklaşıp, teolojide mutlakiyetçi bir kozmik yönetim teorisine yaklaşırlarken, ilk modern bilimciler de, doğa felsefesi alanında bundan pek farklı olmayan bir değişim geçiriyorlardı. O zamana kadar, göksel cisimlerin ayrıcalığı olan dairesel hareketi, Dünya içinde de geçerli kıldığı için. Copernicus, hiç olmazsa üstü kapalı olarak, maddesel elemanların derecelendirilmesini reddetmişti. Ayrıca, o, Dünya ile gezegenlerin benzerliğini vurgulamakla, o zamana kadar Dünya elemanlarının en değersizleri olan toprak ve suya has bir özellik olduğu düşünülen ağırlığın, göksel cisimlerde de var olduğunu ileri sürmüş oluyordu. Yine, öğrencisi olan Rheticus'a göre, Copernicus, yukarıdaki gök kürelerin, aşağıdakilerin hareketlerini yönettiği, şeklindeki hiyerarşik düşünceyi reddediyordu. Rheticus;

'Hocamın hipotezinde, her gezegenin küresi, ona doğa tarafından verilmiş olan hareketle düzgün olarak döner ve daha yukarıdaki bir kürenin zoruyla dengesizliğe düşmeksizin kendi periyodunu tamamlar' diyordu.

Geleneksel görüş yerine, Güneş'in, kendi sistemi üzerinde mutlak olarak egemen olduğu kavramını Copernicus, şöyle ileri sürmüştü: 'Güneş, çocuklarını, yani çevresinde daireler çizen gezegenleri yöneterek, kral tahtındaymış gibi oturur'. On altıncı ve on yedinci yüzyıllarda ileri sürülmüş olan önemli dünya sistemlerinin çoğunda, Güneş, evrensel düzende özel önemi olan bir yer kazanmıştı. Hatta, Tycho Brahe'nin gelenekçi sisteminde bile, her ne kadar Güneş ve gezegenler, durağan bir Dünya çevresinde bir bütün olarak dönseler de, bu arada gezegenler, Güneş'in çevresindeki dolanmalarını sürdürüyorlardı. Colchester'li William Gilbert'in ortaya attığı üçüncü bir sistemde ise, her şey, Thycho'nunki gibi olup, yalnız Dünya, kendi ekseni çevresinde günlük bir dönüş yaparken diğer kozmik özellikleri, Copernicus'unkinin aynısı kalmaktaydı. Gilbert'in düşüncesine göre, Güneş, evrendeki en asil cisimdi. Çünkü o, 'gezegenleri kendi yörüngelerinde yürütmekte ve doğadaki hareketlerin baş sorumlusu olmaktaydı'. Dünya'nın statüsü, diğer gezgenlerinkine eşitti; zira 'yerkürenin hareketi diğer gökcisimlerinin hareketleri kadar kolay gerçekleşmekteydi ve bu nedenle itibarı da bunların bazılarınınkinden daha az değildi'. Gilbert gerçekte hiyerarşi kavramını reddetmekle, teoloji ile doğa felsefesi arasmda bir bağlantı olduğunu hissetmiş görünmektedir.

Gilbert, 'Güneş, Mars'ın küresi (eğer küresi varsa!) ve hareketi ile sürüklenmediği gibi, ne Mars, Jüpiter'in küresiyle, ne de Jüpiter, Satürn'ün küresi ile sürüklenir. Yukarıdakiler aşağıdakilere zorbalık etmez; zira filozof ve rahiplerin gökleri, nazik, mutlu ve sakin olmalı ve değişmemelidir'demekteydi.

Kepler'in ifadesi ile, bağlantı daha da açık hale geldi; çünkü o, dünyanın teolojik yöneticisinin oturduğu yeri, yeni güneş sistemini hareket ettiren fiziki güçte buldu. Kepler şöyle söylüyordu:

'Asaleti ve gücü nedeniyle, sadece Güneş'in, bu büyük göreve (gezegenleri hareket ettirmek) uygun ve Tanrı'nın evi olmaya layık olduğu, görülüyor'.

Robert Fludd, 1574-1637, ve John Baptist van Helmont, 1577-1644, adlı tıpçı filozoflar da, Tanrı'nın oturduğu yeri, benzer şekilde, Güneş'e yerleştirdiler.

Kozmik değerlerde böylesine bir değişikliğin, kral azametini belirten mecaz ve teşbihler üzerinde de etki yaptığı görülmektedir. O zamana kadar, bir kralı kendi ülkesinde, evrenin çevresindeki 'Primum Mobile'ye benzetmek âdet iken, şimdi azametin imgesi ve benzerliği olarak, merkezde Güneş ortaya çıkmıştı. Bir ölçme uzmanı ve rahip olan John Norden, 1548-1626, *Hıristiyan Aile Huzuru* adlı, 1600 yılında yazdığı eserinde, Kraliçe Elizabeth'i, İngiltere'nin Primum Mobile'si olarak tanımlıyordu.

'Majesteleri ve Danışmanları sanki Primum Mobile'dir; her hareket eden şey, oradan yola çıkar; tüm hükümeti ve onun ulusunu taşıyan bir dingil üzerindeymişcesine, her şey, oradan gelecek emre göre, harekete geçmek zorundadır'.

Francis Bacon da, *Kargaşa Üzerine Deneme* isimli eserinde aynı benzetmeyi kullanmıştır. Fakat, William Harvey, 1628'de kan dolaşımı teorisini yayınladığında, kitabını I. Charles'e, 'çevresindeki Dünya'nın Güneş'i ve cumhuriyetin kalbi' hitabıyla ithaf ettiği gibi, XIV Louis, 1660'da rüştünü ispat ettiğinde, kendisi artık, Fransa'nın primum mobilesi olarak değil, fakat, Güneş Kral, *le Roi Soleil* olarak, selamlanıyordu.

İlk modern bilimcilerin yeni kozmik değerleri, protestan mezheplerinden biri olan, Mortalistler'in (fanilikçiler) dinsel görüşlerini de etkilemişti. Bu mezhebe verilen ismin nedeni, onların, ruhun da bedenle birlikte ölerek, Tanrı'nın ikinci kez dünyaya gelişinde, bedenle birlikte yeniden dirileceğine dair inançlarıdır. Bu mezhebe bağlı en tanınmış kişi, şair John Milton ise. Mortalist teolojinin en önemli savunucusu, İngiliz İç Savaşında Leveller hareketinin öncülerinden biri olan, Richard Overton'du. Overton, Tanrı'nın, evrenin en asil yerlerinde yerleşmiş olması gerektiğine inanıyordu. Bilim adamları, Güneş'i, gök cisimlerinin en yücesi olarak gördüklerine göre, Tanrı da orada yerleşmiş olmalıydı; veya, Güneş, Tanrı'nın bedeni olmalıydı. Kendi ifadesine göre İsa,

'Dünya'dan, yukarıdaki gök cisimlerinden birinin içine yükseldi; öyleyse, şüphesiz en mükemmel, en muhteşem ve en ilahi yer olan GÜNEŞ'e gitmiş olmalıdır. Burası bütün yaradılışın en mükemmel parçasıdır... ve meşhur Copernicus ve Tycho Braheus'e göre tüm yaradılışın en yüksek noktasıdır. Astronomların onun oturması için icadettikleri, Coelum Empyreum'a[8] gelince, kanımca bulabildikleri en iyi kanıt. Filozof Dromodotus'un, Pedantius'unda, şeytanların varlığına dair ispatıydı: Sunt Antipodes: Ergo Daemones. Sunt Coeli: Ergo Coelum Empyreum'[9].

Mortalistler'in merkezsel doktrini olan, insan ruhunun bedeni ile birlikte yok olacağı fikri, Calvinistler ile ilk modern bilimcilerin, hiyerarşi kavramına karşı başlatmış oldukları mücadeleyi ileri götürmeye hizmet etti. Calvin ve astronomlar, göksel hiyerarşinin varlığını sorguladıkları gibi, şimdi de Mortalistler, bitki, hayvan ve insanlar arasındaki dünyasal hiyerarşinin varlığından şüphelenmeye başladılar. Overton, eğer insanlar tamamen ölümlü ise, hayvanlardan esas bakımdan farklı olunamayacağını ve insan kadar hayvanların da en sonunda bedensel olarak dirileceğini savunuyordu. Mortalistlerin, Restorasyondan sonra İngiltere'de ortadan kaybolduğu anlaşılıyorsa da, bunlar Amerika'da devam etmiş olabilirler, zira on dokuzuncu yüzyıl içinde Christadelphian mezhebi mensubu olarak oradan İngiltere'ye dönmüşlerdir. O sırada, astronomideki gelişmelerle ilişkili olarak, Tanrı'nın oturduğu yer, evrenin nerede olduğu bilinmeyen merkezine nakledilmişti. Yıldız astronomisinin öncülerinden olan Thomas Wright Durham'ın, 1711-86, Tanrı'nın evinin, evrenin bilinmeyen merkezi olduğunu, ilk defa ileri sürdüğü anlaşılıyor. Durham 1750'de, Güneş'in ve Samanyolu'ndaki yıldızların, ortak bir merkez çevresinde hareket ederek, dev bir yıldız sistemi oluşturduğu hipotezini ileri sürdü. Wright, bu merkezden, 'Kutsal Varlığın kendisi, veya, bütün fazilet ve mükemmellikleriyle, onun bedensel bir vekili, Onun tüm yarattıklarına doğrudan başkanlık eder', diye düşünüyordu.

---

[8] En dıştaki Ateş Küre, (Ç.N.)

[9] Karşıt kutupların varlığı, şeytanların varlığının; Göklerin varlığı ise, Ateş Küre'nin var olduğunun kanıtıdır, (Ç.N.)

Tanrı'nın yerleştiği yerin, evrenin çevresinden merkezine götürülmesi, aslında Protestan teolojisinin eski modern bilim ile tümleştirilmesinde önemli bir unsur olmamıştır. Zaten, Mortalistler küçük bir mezhepti. Daha önemli olan, evrenin sonsuz olduğu ve her bir yıldızın Dünya'dakilere benzeyen yaratıkların yaşadığı gezegen sistemlerine sahip olabileceği fikri idi. Dünyaların çokluğu doktrini, en dar şekliyle bile, güneş sistemimizin gezegenlerinde veya Ay'da canlılarm yaşadığı düşüncesini içerdiği için, geleneksel hiyararşi kavramına ters düşüyordu. Çünkü, bu düşünce, gökcisimlerinin de Dünya'nınki ile aynı nitelikte doğaya sahip olduğu fikrinden kaynaklanmakta ve buna ek bir ağırlık kazandırmaktaydı. Fransız, deneme yazarı Montaigne, 1533-92, insan küstahlıkla, 'kendisini hayalinde, Ay çemberinin üstüne çıkararak, gökleri ayağının altına almaya kalkışıyor. Aynı hayalin kibiri ile, kendisini Tanrı ile eşitlemeye cüret ediyor, kendisine kutsal özellikler yakıştırıyor ve diğer yaratıkların mertebesinden insanı ayırararak, ona kutsal özellikler atfediyor', demektedir. Genişletilmiş şekli ile doktrin, evrende, üzerinde canlı bulunan, sonsuz sayıda dünya kabul ediyor ve bütün sonlu varlıklara aynı statüyü vermeye eğim gösteriyordu. Bilimi din için terkettikten sonra, Pascal, 1623-62, şunları yazmıştı:

'Bütün bu Sonsuzlara nisbetle, tüm sonlular eşittir ve ben hayalimizi birinden çok, diğeri üzerinde toplamak için bir neden görmüyorum. Sadece sonlu ile kendimizi karşılaştırmak, bize acı geliyor'.

Bilimsel akım içinde kalan diğerleri, bu doktrini hayal kırıcı olmaktan çok ferahlatıcı buldular. Daha sonra Fransız Bilimler Akademisi Sekreteri olan Fontenelle, 1657-1757, 1686'da şöyle yazmıştı:

'Gökler, üstüne yıldızlar çakılı olan küçük mavi bir kemer iken, sanırım evren çok düz ve kapalıydı: Havasızlıktan nerede ise bunalmıştım. Fakat şimdi yükseldi ve genişledi; içerisine binlerce anafor alındı. Daha rahatlıkla nefes alıyorum ve sanırım evren şimdi. eskisiyle karşılaştırılamayacak ölçüde muhteşem'.

On yedinci asır doğa filozoflarının çoğu, dünyalarm çokluğu doktrinini kabul etmişlerdi. Tycho Brahe, Kepler ve Galileo, güneş sisteminin bütün gezegenlerinde, canlı olduğunu düşünüyorlardı. Descartes ise, evrende çok sayıda, canlı barındıran yıldız sisteminin varlığına inanmaktaydı.

Dünyaların çokluğu doktrini, on yedinci yüzyılda Calvinist Teoloji ile modern bilim teorilerinin uzlaştırılmasına yardımcı olmuştur. Bu uzlaşmaya en önemli engel, kutsal kitapların kelimesi, kelimesine doğru olduğu kabulü olup, İngiltere'de 1640'lardaki tutarlı ve organize bir bilimsel hareketin büyümesi ile, bu da dikkate değer bir zayıflama içine girmiştir. Püritan din adamı John Wilkins, 1614-72, bu iki gelişmenin de önde gelen şahsiyeti idi. Kendisi 1644'de düzenli olarak toplanmaya başlayan bir gurup bilim adamının oluşturduğu, 'Felsefe Koleji'nin lideri idi. Wilkins, 1638'de, Ay üzerinde canlı ve akıllı yaratıklar barındıran diğer bir dünyanın varlığını ispata yeltenen, *Yeni Dünyaların Keşfi* isimli eserini yayınladı. Kutsal kitapta, bu konuda kendisine ters düşen bir yazı olmadığı gibi, hatta, bazıları lehine idi. Fakat, o, bunları bile reddetti. Bu eserinde Wilkins, Copernicus teorisini savunmadı, fakat o teoriden elde edilmiş, veya ona yardımcı olan doktrinleri kanıtlamaya çalıştı. Ay üzerinde dağlar ve denizler; Güneş üzerinde lekeler gören astronomların çalışmalarına atıfta bulunarak, Wilkins, 'Göklerin, daha aşağılarda yer alan cisimlerin maruz oldukları değişme ve bozulmadan onu koruyacak ayrıcalığı veren, herhangi bir Saf Madde'den yapılmadığını' vurguladı. Özellikle Ay, Dünya'ya benzediği için, 'O uyduda, bazı yaşayanların bulunduğu tahmin edilebilir; zira, o yeri İlahi Takdir, tüm ikamet kolaylıkları ile neden donatsın?' demektedir. Wilkins aynı sonucun, Copernicus'un öğrencilerinin kabul ettikleri, Güneş merkezli evren teorisinden de çıktığına dikkat çekti: 'Eğer Dünya'mız bir gezegen ise (ki bu, onlara göre böyledir), o zaman neden, diğer hir gezegen dünya olmasın?'

Wilkins'in bundan sonra, 1640'da yayınladığı, *Yeni Bir Gezegen Üzerine Bir Nutuk* isimli eseri, Copernicus teorisinin tam bir savunmasıdır. Eserin nerede ise yarısı: Copernicus teorisi ile, kutsal kitapta yer alan ve gökcisimlerinin günlük hareketleri lehine olan metinlerle, Dünya'nın hareketi teorisine karşı olan ifadeleri, bağdaştırmaya çalışıyordu. Kendisi burada da, kutsal kitabın harfi harfine yorumlanması şeklindeki uygulamayı reddederek, onun felsefi bir tez olmayıp, popüler aklın kapasitesine hitap etmeyi amaçladığını ileri sürdü. Wilkins, Copernicus teorisini desteklerken, kendi Calvinist teolojisi ile o günün doğa felsefesini birleştirdi. Gök cisimlerinin hareketiyle ilgili ortaçağ teorisinden söz ederken, kozmik düzendeki hiyerarşi kavramını reddediyor ve Calvin'e ait, Tanrı'nın evreni doğrudan yönetmesiyle, melekleri geniş ölçüde gereksiz kılan görüşü, benimsiyordu. Wilkins,

'Fakültedeki akademisyenlerce, gökcisimlerinin, kendi anlayış ve iradelerine göre, Melekler tarafından hareket ettirildiğinin söylenmesi anlamsızdır. Eğer böyle olsaydı, bir meleğin onların hareketlerini istemekten vazgeçmesi anında, hareketlerin durması gerekirdi; Buna karşılık, Tanrı'nın onların hareket etmelerini sadece istemesi bile, yörüngeleri üzerinde onları harekete geçirecektir. Öyle ise, Melekleri bu işlerle görevlendirmek, Tanrı için gereksizdir; çünkü Tanrı bütün bunları zaten karar verdiği anda gerçekleştirecek güçtedir'.

Wilkins'in bu düşüncesi, doğal süreçlerin ekonomik olarak yönetildiklerine dair, kendisinin daha genel bir prensibine, örnek oluşturmaktadır. O, doğanın, 'basit ve kolay araçlarla gerçekleştireceği şeyleri, hiçbir zaman, karışık, zor araçlarla yapmayacağı'nın, 'Kutsal Akla daha yatkın' olduğunu hissediyordu. Böyle bir düşünce, belki de, modern bilimin gelişmesi sırasında ortaya çıkan, değişik, 'minimum' prensiplerinin temel kavramını teşkil ediyordu:, ışığın yansıma ve kırılmada izlediği yol. Fermat'nın prensibine göre, mümkün olan yollar arasında, geçiş süresi en kısa olanıdır (1662); ışık, Leibniz'e ait ilkeye göre ise, en küçük direnç gösteren yol boyunca yayılır (1682). Bundan başka, çeşitli fiziksel olaylara uygulanabilen, Maupertius'un, en küçük etki prensibi (1744), bilinmektedir.

Wilkins bir yandan, evrendeki değişme süreçlerinin minimum çaba gerektiren yollardan gerçekleşeceğini düşünürken, diğer yandan da, Dünya'daki varlıkların maksimum çeşitlilikte olduğuna inanmaktaydı. Wilkins,

'Dünya'da bilinenlerin dışında, daha bir çok yaratık cinsi bulunabilir. Tanrı'nın, tüm cinslerin çoğunu yaratabilmesi imkansız değildir. Böylece. kendisini, Güç ve Kerametinin eserleri ile daha tam olarak Yüceltebilir', diye yazmıştır.

Böyle bir bakış yeni değildi. Zira, bu, Dünya'daki yaratıkların zincir oluşturacak şekilde sınıflara ayrıldığına dair geleneksel düşüncenin temeliydi. Geç ortaçağ teoloğu Raymond de Sebonde da, meleklerin, cins ve sayısının çok olduğunu, benzer bir şekilde ifade etmişti.

'İnanmalıyız ki, melekler, akıl almaz ve hayret verici sayılardadır,.zira bir kralın şerefi, onun vasallarının çokluğu ve büyüklüğünde yatarken, utanç ve

ayıbı ise bunların kıtlığındadır.... Fakat, hatırlanmalıdır ki, onların çokluğu, karışıklık olarak düşünülemez; tam tersine, onlar arasındaki hoş bir düzen, zarif bir şekilde gözler önüne serilmiştir'.

Bununla birlikte, Wilkins, Sebonde'un tersine, yaratıklar zincirini, bir güç hiyerarşisi olarak değil, sadece bir mükemmellik sıralaması olarak almaktaydı. Çünkü, bunların birincisine Calvinistler ve ilk modern bilimciler karşı çıkmaktaydılar. Dünyaların çokluğu ilkesini, modern devirlerde moda haline getiren Giordano Bruno, 1548-1600, Dünya'daki bütün varlıkların dereceli mükemmellikte olacağını söyleyen gelenekçi görüşle, Yüce Tanrı dışındaki bütün varlıkların, aşağı yukarı eşit güce sahip olduğunu kabul eden yeni görüşün uyuşabileceğini göstermişti. Kendisi, Yüce Tanrı'nın her varlığa bir iç güç kaynağı verdiğini; böylece, her yaratığın bağımsız ve birbirine karşı, egemen ve bağımlı olmak gibi ilişkilerden hür olduğunu varsayıyordu. Wilkins, böyle bir görüşten yanaydı. İşlevlerinde, 'Doğa, genellikle bir iç prensipten faydalanır', diyerek bunu belirtiyordu. Daha genel kabul gören bir görüş de, fiziksel olayları yönetenin tek bir güç, yani bütün varlıkları dışarıdan harekete geçiren mekanik güç olduğunu savunan, Kartezyen felsefeden türetilmekteydi. Buna göre, bütün yaratıklar makina idiler; fakat, mükemmellikte birbirlerine göre farklılıkları, mekanizmalarının karmaşıklığından veya organizasyon derecelerinden ileri gelmekteydi.

İçindeki varlıklar maksimum çeşitlilikte ve hareketlerin de en az zahmetli yollarda oluştuğu bu dünyada, artık, temel bir değişiklik veya gelişme olamazdı, çünkü doğa, değişemeyecek bir mükemmellik düzeyine ulaşmış bulunuyordu.

Wilkins, 'en dikkatli insanın bile, bu büyük Dünya Cildi'nde, sanki başta mükemmel değilmiş de, sonradan düzeltilmeğe ihtiyaç göstermiş bir makaleymiş gibi, herhangi bir mürekkep lekesi veya hata bulması imkansızdır; fakat her şey, Yaratılışın en başında olduğu gibi devam etmektedir', diyordu.

Alman filozofu Leibniz de, 1646-1716, dünyamızın, mümkün olanların tümünün en iyisi olduğu ve onun, 'en büyük etkinin, deyim yerindeyse, en küçük harcamayla elde edilmesi için, maksimum ve minimum ilkelerine dayandığı,' görüşündeydi. Böylece, güneş sistemi, kendi kendine çalışan bir makina olup, organik cinsler, her zaman ilk yaratıldıkları gündeki gibi büyük bir çeşitlilik içinde, değişmeden kalacaklardı. İşte bu noktada, Protestan

teolojisi ile modern bilim arasındaki anlaşma sonuçta bozuldu. Çünkü, ondokuzuncu yüzyılda ortaya çıkan evrim teorileri, Dünya ve onun yaratıklarının, bugünkü şekillerini ezelden beri korumuş oldukları hakkındaki görüşe bir son verdi. Bilim, artık, Protestan teolojisiyle uyumlu görünmüyordu; nitekim, ondokuzuncu yüzyılda, Protestan ülkelerde evrim teorisine karşı direnç de güçlenmişti.

Buna karşılık, ittifak bir buçuk yüzyıl sürmüş ve o sırada, entelektüel çevrelerde Newton'un fiziksel teolojik sistemi genel olarak kabul görmüştü. Newton teorisi, İngiltere'de çok az bir dinsel muhalefetle karşılaşmıştı, çünkü Wilkins ve onun nesli, yeni astronomiye karşı Anglikan direncinin zorluklarına göğüs germiş ve bilimsel devrimle Calvinist reformasyon arasındaki uyumun esaslarını belirlemiş bulunuyorlardı. On yedinci yüzyıl İngiltere'sinde, gerek bilim ve gerekse din, 'insanın durumunun ferahlamasına' katkıda bulunmak şeklindeki, Baconcu amacı benimsemişlerdi. Uygulamaları ile bilim ve hayırlı işlerle din, bu amaca yönelik katkıda bulunurken tamamen uyum içindeydi. Fikir alanında, gerek modern bilim ve gerekse Calvinist teoloji, evrendeki yönetim konusunda, içine bir miktarda keyfilik karışmış bulunan hiyerarşi kavramlarından uzaklaşarak, olayların belirli ve değişmeyen yasalara uyduğunu savunan, mutlakiyetçi bir teoriye eğilim gösteriyorlardı. Bu yasalar arasında önde geleni, etkinin korunması, veya bütün hareketlerde, dünyanın değişmeyen mükemmelliğinin korunması için, etkinin minimal olacağı ile ilgili olanıydı. Aynı amaca, maksimum çeşitlilikte sürekli bir varlıklar zinciri oluşturan yaratıklar varsayımı ile de hizmet ediliyordu. Yaratıkların bir varlık sırasına göre derecelendirilmesi, genelde, hayvan, bitki ve diğer türlerin, örneğin, organizasyonundaki karmaşıklık gibi bazı sabit karakteristiklere göre, sınıflandırılmasına hizmet eden bir prensipten ibaret kaldı. Fakat, bu artık, doğadaki hareket ve etkileri yöneten bir prensip olmaktan çıkmış bulunuyordu. Bununla beraber, Lamarck ve başkaları, bir süre sonra, hayvan ve bitki zincirinin statik bir cetvel değil, dallara ayrılan evrimsel bir dizi olduğunu ileri sürecek ve bununla, hem Katolik ve hem de Protestan teolojisinde yer aldığı gibi, eski doğa felsefesinde ve modern bilimin başlangıcında da kullanılan ortak bir kavrama tarihsel bir son vereceklerdi.

17. Bölüm

Evrensel Kütle Çekimi Teorisi

ESKİ çağlardaki kütlesel çekim kavramı, modern zamanlardaki şekline göre, temelden farklıydı. Onyedinci yüzyıldan bu yana, bilim adamları, kütlesel çekimin esas olarak maddenin bir özelliği olduğunu düşünmeye başladılar. İki cisim birbirini, bunların kapsadıkları maddeye ve aralarındaki uzaklığa bağlı olan karşılıklı bir kuvvetle çeker. Antik ve ortaçağlarda, kütlesel çekime, maddenin yapısının bir niteliği olmaktan çok, bulunduğu yerin bir özelliği gözüyle bakılıyordu. Aristoteles'e göre, evrende her şey, kendisine ayrılmış bir yere sahipti; buradan uzaklaştırıldığında, kendine ait olan yere dönmeye çalışıyordu. Taşlar, Dünya üzerine düşüyorlardı, zira bunlar, evrenin merkezindeki kendi yerlerine gitmek istiyorlardı; bu merkez, yaklaşık olarak, Dünya'nın merkeziydi. Fakat topraksı ve sulu maddeler, Dünya burada olmasa dahi, yine evrenin merkezine doğru yol alacaklardı. Bunun gibi, hava ve ateş gibi nesneler de, kendilerine tahsis edilmiş olmanın ötesinde, kendilerini 'çekecek' herhangi bir madde olmasa da, yine Ay yörüngesinin altındaki kendi yerlerine gidiyorlardı.

Böyle bir kütlesel çekim kavramı, Copernicus teorisinde güçlükler doğurdu. Taşlar Dünya'ya doğru düşüyorlardı ama, Güneş çevresinde yıllık bir dönme hareketi yaptığına göre, yerküre evrenin merkezi olamazdı. Bu nedenle, Copernicus, Dünya, Güneş, Ay ve gezegenler gibi her cismin, kendi kütlesel çekim sistemine sahip olduğunu ileri sürdü. Böylece, uzaydaki bir taş, kendine en yakın olan gökcismine doğru düşecekti. Copernicus'un düşüncesine göre, kütlesel çekim etkisindeki madde toplulukları, sadece evrenin merkezinde değil, bulunacakları her yerde küresel bir şekilde biraraya gelme eğilimi göstermekteydiler. Fakat o, hâlâ, kütlesel çekimin odağını, geometrik bir noktanın oluşturduğunu düşünüyordu. Halbuki, şimdi, böyle noktalar madde kürelerinin merkezleri olmalıydı. Copernicus, 'toprak elemanı en ağırdır; tüm diğer ağır cisimler ona doğru çekilerek, onun en orta noktasına gitmek isterler', diye yazmıştır.

Copernicus, güneş sistemindeki cisimlerin, kendi özel kütle çekim sistemleri nedeniyle, birbirleri üzerine bir etki yapabileceğini düşünmemişti. Gök cisimlerinin ve onların hareketlerinin düzenlenmesine, kütlesel çekim veya mekanikle ilgili diğer herhangi bir etken bulunmamaktaydı. Gök cisimlerinin hareketleri tamamen doğal olup, bunların düzeni, gezegenlerin hızları ile yörüngelerinin büyüklüğü arasındaki matematiksel bir harmoniden kaynaklanmaktaydı. Copernicus, gezegenler arası uzayın hangi maddeden yapıldığını düşündüğünü açıkça belirtmemiştir. Fakat ondan sonra gelen Kepler, Copernicus'un, gök cisimlerinin birbiri içinde dönen ve bu cisimleri yörüngeleri üzerinde sürükleyen, som kristal tabakalar içine yerleşmiş olduğuna, inandığını söylemiştir.

1577'de Tycho Brahe ve diğerleri, gökte bir kuyruklu yıldız'ın yörüngesini izleyerek, bunun güneş sistemi içinde yol aldığını ve böylece eski Aristoteles kozmolojisinde varsayılan, som kristal tabakaları kesip geçtiğini gösterince, böyle bir kavramın terkedilerek, gök cisimlerinin düzenlenmeleri ve hareketleri için yeni ve değişik bir açıklamanın bulunması gereği ortaya çıktı. Tycho Brahe'nin sözleriyle,

'artık tamamen anlıyorum ki, gökte som küre diye birşey yoktur: ve sadece hayalde olanlar da, görünüşü kurtarmak için bazı yazarlar tarafından, gök cisimlerinin yörüngeleri üzerindeki hareketlerini zihinde canlandırabilmek amacı ile ileri sürülmüştür.

Fakat, eğer kristal küreler yok idiyse, gök cisimlerini hareket ettiren ve onların bu hareket düzenini koruyan şeyin ne olduğu, sorusu ortaya çıkıyordu. Belki de, gök cisimleri. birbirlerinden bağımsız olarak, ve bir kurala bağlı olmaksızın, kendi başlarına hareket ediyorlardı. Fracis Bacon'un yazdığına göre:

'gök cisimleri ile ilgili ilk soru, bunların bir sisteme mi bağlı oldukları, yani, dünya veya evrenin birlikte, bir merkeze sahip tek bir küre mi oluşturduğu; yoksa Dünya ve diğer yıldızlara ait ayrı kürelerin, ortak bir sistem veya merkezleri olmadan, kendi başlarına, dağınık bir şekilde saçılmış mı olduğu', idi.

Bununla birlikte ilk modern bilimciler, Güneş, Ay, Dünya ve gezegenlerin, ortak bir merkez etrafında bir sistem oluşturduğunu ve bu sistemin, gök cisimlerinin, çeşitli düzenli hareketlerinin dayandığı tek bir prensipte birleştiğini, genellikle hissediyorlardı. 1650'de Colchesterli William Gilbert, güneş sistemini birarada tutan prensibin, mangetizma olduğunu ileri sürdü. Daha önce gördüğümüz gibi, Gilbert, küresel mıknatıs taşları ile yaptığı deneyler sonunda, Dünya'nın da, ince bir kaya ve toprakla örtülü, dev bir mıknatıs taşı olduğu kanısına varmıştı. Bu tür taşlar, demirden yapılmış cisimlere uzaktan büyük bir kuvvet uyguladığından, kütle çekiminin aslında, dev bir mıknatıs taşı olarak Dünya'nın, çevresindeki cisimlere uyguladığı magnetik bir kuvvet olduğunu ve kütle çekimi adını verdiği bu etkinin, tüm güneş sistemi içine yayılarak, evrenin zarı gibi etki yaptığını ileri sürdü.

Deneylerinin birinde, Gilbert, bir mıknatıs taşının bir demir parçasına uyguladığı magnetik kuvvetin, taşın büyüklüğü ile arttığını gösterdi. Mıknatıs taşı ne kadar büyükse, demir parçası üzerine çekimi de o kadar büyük oluyordu. Ayrıca, bu etki karşılıklı olup, demir mıknatıs taşını, taşın, demiri çektiği ölçüde çekiyordu. Böylece Gilbert, tarafından incelenen magnetik kuvvetin özellikleri, kütlesel çekim kuvvetinin modern açıklanması için bir model oluşturdu. Bu çekimin odaklarını, geometrik noktalar yerine, somut maddesel kütleler oluşturuyor ve bu kuvvet, madde miktarı ile artıyordu.

Tycho Brahe gibi Gilbert de, gezegenlerin Güneş çevresinde devindiğini ve Güneş ile gezegenlerin ise bir bütün olarak evrenin merkezinde bulunan yerkürenin çevresinde döndüğüne inanıyordu. Fakat Gilbert'in Tycho'dan ayrılarak Copernicus ile birleştiği husus, sabit yıldızların durağan olduğu ve Dünya'nın da kendi ekseni etrafında günlük dönüşler yaptığı düşüncesi idi. Güneş, yerküre, Ay ve gezegenlerin tümü magnetik cisimler olduğundan, nasıl pusulalar yeryüzünde kendilerini yöneltiyorlarsa, bunlar da uzayda yönelmekte ve güneş sisteminin bütün cisimleri, böylece, eksenleri birbirine paralel kalarak hareket etmekteydiler. Gilbert, cisimler 'evrende, bütünün ortak yasasına uyarak yer alırlar', demekteydi. Bu nedenle, Dünya'nın ekseni her an, mıknatıslığının yönlendirici etkisi ile, Kutup yıldızına yönelmekteydi. Gilbert, güneş sistemindeki bütün cisimlerin, magnetik kuvvetlerinin etkileşmesi sonucu, birbirlerinin devinimlerine tesir ettiğine inanıyordu. Ona göre,

hareketleri dışardan denetleyen, bir, 'Primus Mobile'[10] mevcut değildi. Gilbert, 'doğa'da, doğal olarak devinen herşey, bu devinimi, kendi kuvvetleri ve diğer cisimlerin buna uyacak şekilde katılmaları ile gerçekleştirir'; 'gezegenlerin birbirlerinin gidişini izleyerek, tahrik etmesi sonucu, dairesel olarak devindirilmeleri de böyledir', demişti.

Gilbert'in teorileri, bir süre için gayet etkili olmuştur. Hatta, bu teorileri, Johann Kepler de benimseyerek, bunları, gezegenlerin niçin eliptik yörüngelerde devindiklerini açıklamakta kullanmıştır. Kepler de, Gilbert'in kütle çekim kavramını, 'magnetik cisimlerde olduğu gibi, benzer özellikteki cisimler arasında, birleşme yönünde karşılıklı bir eğilim' olarak kabul etmiş ve geliştirmiştir. İki cisim arasında böyle bir kütle çekim kuvveti, bunların kütlelerine bağlı olmalıydı. Dünya, Ay'dan elli üç kez daha büyüktü, öyleyse-

'eğer Ay ve Dünya, yörüngeleri üzerinde kendi diriksel[11] kuvvetleri veya bunun bir eşdeğeri ile tutulmazlarsa; Dünya Ay'a doğru, aradaki mesafenin elli dört de biri kadar yükselir; Ay ise, Dünya'ya doğru, uzaklığın geri kalan, elli dörtte, elli üç'ü kadar düşerdi'.

Görüyoruz ki, Kepler, atalet kavramından habersizdi. Ona göre, güneş sistemindeki cisimlerin hareketlerinin devamını sağlayan şey, 'diriksel kuvvet veya bunun bir eşdeğeri' idi.

Gezegenlerin hareketlerini açıklamak için, Kepler, Güneş'in kendi etrafına, gezegenlerin dolanma düzleminde bulunan bir tekerleğin radyal çubukları gibi yayılan ve Güneş'in ekseni etrafındaki dönüşüyle savrulan, manyetik bir buhar yaydığını düşünüyordu. Bu manyetik buhar, yörüngelerine teğet olan kuvvetlerle, gezegenleri tahrik etmekteydi. Bundan dolayı, en dış gezegenler, güneşe yakın olanlara göre, daha ağır oldukları ve manyetik buhar onlara erişene kadar zayıfladığı için, daha yavaş dönmekteydi. Gezegenlerin yörüngelerinin elips oluşunu açıklamak için, Kepler, Güneş'in tek kutuplu dev bir mıknatıs olması ve gezegenlerin, hem güney ve hem de kuzey kutbuna sahip birer mıknatıs olmaları ile açıklamaya çalışıyordu. Gezegenlerin eksenleri uzayda sabit bir doğrultuya sahipti; bu yüzden, gezegen yörüngede dolaşırken,

[10] Primus Mobile: İlk Hareket Ettirici, (Ç.N.).
[11] Diriksel kuvvet: Animal force, (Ç.N.).

Güneş'e önce kuzey kutbu ve sonra da güney kutbu yaklaşmaktaydı. Bundan dolayı, gezegen Güneş tarafından sırayla çekilir ve itilirken, dairesel yörüngesi de elips olacak şekilde bozulacaktı. Kepler, Dünya'nın ekseni etrafındaki dönmesini, onun manyetizmasına bağlamaktaydı: Dünya, bir yılda 360 gün kendi mıknatısı ve 5 gün de Güneş'in mıknatısı etkisiyle dönmekteydi. Gilbert gibi Kepler de, Copernicus'un kozmik değerlerini paylaşmaktaydı. Dünya, diğer gezegenlere çok benziyordu; Güneş, evreni yönetirken, gezegenleri yörüngelerinde yürüten özel türden bir manyetizma ile, dairesel yörüngeleri de elipse benzer şekle sokmaktaydı.

Gördüğümüz gibi, Kepler, hala eski mekanik kavramlara bağlı kalmış olup, hareket eden bir cismin sürekli olarak onu tahrik eden bir kuvvete ihtiyacı olduğu fikrindeydi. Buna karşılık dostu Galileo da eski astronomi önyargılarından kurtulamayarak, gezegenlerin hareketlerinin dairesel ve düzgün olduğunu sanıyordu. Birbirlerinin çalışmalarını benimsemediklerinden, ikisi de astronomi ile mekaniği birleştirebilecek durumda iken, bunu yapamamışlardır. Galileo, gökcisimlerinin düzen ve hareketlerine problem olarak bakmıyordu. Kendi atalet ilkesi, doğal hareketlerin düzgün ve dairesel olduğunu belirtiyordu; gezegenlerin, dairesel yörüngelerde düzgün hızla döndüğünü düşündüğünden, bunların hareketlerinin doğal ve kendiliğinden olduğunu kabul ediyordu. Galileo, Tanrının, gezegenleri en başta, büyük bir yükseklikten aşağı düşürdüğünü ve onların Güneş'e doğru gittikçe artan bir hızla yuvarlandığı, fikrini öne sürmüştü. Şimdiki hızlarına erişince, gezegenler, dairesel yörüngeye geçmiş olup, ve burada sınırsız süre kalacaklardı. Galileo, bu fikri Platon'dan aldığını ve üzerindeki 'maskeyi ve şairane elbiseyi' çıkardığını söylemektedir.

Astronomide, Galileo ve ondan sonra, bilimde Descartes, genel olarak, öncelikle bilimsel devrimin yeni genel fikirlerini yaymaya çalıştılar ve son bilimsel keşiflerin ayrıntılarını açıklamakla ilgilenmediler. Descartes de Galileo gibi, gezegenlerin, Kepler'in bulduğu şekilde değişken hızlarla elips şeklindeki yörüngelerde değil; düzgün hızlarla, dairesel yörüngelerde dolaştığına inanıyordu. Üstelik, Descartes, boş uzayda madde gurupları arasında kütle çekim kuvveti gibi bir şeyin olması fikrini reddediyordu. O, Galileo'yu, cisimlerin serbest düşme yasalarını, bir cismin düşmesi serbest olabilir mi, diye tahkik etmeden önce belirlediği için, eleştiriyordu. Descartes'a göre madde ve

onun yayılımı, aynı şey demekti. Bu sebeple, uzay, madde doluydu ve hiçbir şey 'serbestçe' düşemezdi. Bir taşın Dünya'ya düşmesi, Dünya'yı çevreleyen madde anaforunun emme etkisi ile olmaktaydı. Benzer şekilde, gezegenlerin dairesel yörüngeleri de. Güneş'i çevreleyen anafor maddesinin eminesi ile oluşmakta ve bu, onların doğal hareketleri olan, atalet etkisindeki doğrusal hareketi, dairesele çevirmekteydi. Descartes'in görüşleri, etkili oldu ve zamanında, dikkatleri. kütle çekim kuvveti ile ilgili problemler yerine, başka tarafa çekti. 1669 yılında, onun taraftarlarından biri olan, Hollandalı amatör bilim adamı, Christian Huygens, 1629-95, görünüşte, Descartes'in cisimlerin Dünya'ya düşüşleri ile ilgili teorisini kanıtlayan, bir deney gerçekleştirdi. Kendisi, su dolu bir çanakta bir anafor oluşturunca gördü ki, küçük taşlar çanağın ortasına, yani anaforun merkezine doğru itilmekteydiler. Bu nedenle, Huygens, kütle çekiminin şundan başka birşey olmadığını düşündü:

'Dünya'nın merkezinin çevresinde devinmekte olan esir, merkezden uzaklaşmaya çalışır ve kendisiyle birlikte hareket etmeyen cisimleri de, kendi yerini almaya zorlar'. Bir sarkacın devinimlerini incelerken, 1659'da, bir cismin çembersel devinim yapabilmesi için, onu merkeze doğru çeken bir kuvvetin bulunması gerektiğini görmüş ve o kuvveti yöneten yasayı belirlemişti. Fakat, gezegenlerle ilgili olarak, bu kuvvetin kütle çekimi tarafından sağlandığını görmeyi başaramamıştı. Bu belki de, o zamanlar Descartes'in görüşlerine bağlı oluşundan kaynaklanmaktaydı. Astronomide, Descartes'in sistemi. Kepler'inkinden daha az açıklama getirebilmiş, özellikle gezegenlerin yörüngelerinin elips olduğunu açıklamakta başarısız kalmıştır. Kendisi, Kepler'in ortaya attığı ve gravitasyonun, iki cismin sahip oldukları madde miktarlarına bağlı olarak, uzaktan, birbirlerine uyguladıkları kuvvet olduğu, şeklindeki ümit verici anlayışı gölgelemiştir.

Kepler'in teorileri, 1666'da Alfonse Borelli, 1608-78, tarafından yeniden canlandırıldı. Kendisi, Pisa'da matematik profesörü olup, Galileo'nun öğrenci ve taraftarlarının oluşturduğu, Floransa Deneyler Akademisi'nin bir üyesiydi. Borelli'ye göre, bir gezegenin eliptik yörüngesi, iki zıt kuvvetin aralarındaki denge sonucunda oluşuyordu. Bunlardan birincisi, gezegeni Güneş'e çeken merkezcil kütle çekim kuvveti: ikincisi de, döndürülen bir sapan içerisindeki taşa etkiyen kuvvete benziyen ve gezegeni Güneş'ten uzaklaştırmaya çalışan,

merkezkaç kuvvetti. Borelli, mekanikteki impetus teorisine bağlıydı ve Kepler gibi o da, gezegenlerin yörüngeleri çevresinde yürümesini sağlayan kuvvetin, Güneş'ten yayılan ve bir tekerleğin ispitlerine benzeyen ve onunla birlikte dönen, kuvvet ışınları sayesinde gerçekleştiğini düşünüyordu. Kendisince, cisimler, doğal olarak, Kepler ve Galileo'nun düşündüğü gibi dairesel değil, doğrusal olarak hareket etmeliydiler. Bu nedenle, gezegenleri kapalı bir yörüngede harekete zorlamak için, Güneş'ten yayılan kütlesel bir çekim kuvveti gerekmekteydi. Bununla birlikte, Borelli, gezegenlerin doğal olan doğrusal hareketini, gözlenen eliptik yörüngelere dönüştürmek için gereken kuvvetin büyüklüğünü hesaplayamıyordu. Bu nedenle, onun gezegenlerin devinim teorisi de, bir tahminden ibaret kaldı.

Borelli'nin fikirleri on yedinci yüzyıl İtalya'sında, teorik fiziğin son titreşimleriydi. Bu sırada, Hollanda ve Fransa'da, Descartes'in fikirleri ağırlık kazanmıştı. Bu yüzden, gök mekaniği problemi, tekrar çıktığı yere döndü. Geniş ölçüde Gilbert'in niceliksel spekülasyonlarından yola çıkan kütle çekimi problemi, yeniden İngiltere'ye döndüğünde, onun kesin çözümlerini burada, geç Stuart dönemi bilim adamları ekolü verecekti. Bu okulun en önemli şahsiyeti, Isaac Newton, 1642-1727, olmakla birlikte, diğer üyelerin, özellikle, Robert Hooke, 1635-1703, Christopher Wren, 1632-1723, ve Edmund Halley'in, 1656-1742, katkıları da önemsiz değildir.

Galileo'nun atalet prensibinin, bir cismin serbet hareketinin düzgün doğrusal olduğunu belirten modern versiyonuna göre; gök cisimlerinin devinimlerinin mekanik açıklanması problemi, iki temel alt soruya ayrılır. Bunların birincisi, atalet nedeniyle doğrusal olması gereken hareketi, dairesel veya eliptiğe dönüştüren, merkezcil kuvvetin çıkarılması ile ilgilidir. İkincisi de, gezegenleri kapalı yörüngede kalmağa zorlayan merkezcil kuvveti, kütle çekiminin sağlayabileceğinin ispatı ile ilgili olup; bu, birbirlerini uzaktan çeken iki cismin arasındaki kütle çekim kuvvetinin şeklini belirleyen yasanın çıkarılmasını gerektirir. Royal Society'nin sorumlusu olan Robert Hooke, ikinci problemi deneysel olarak incelemeye çaba gösterdi. Kendisi de, Gilbert gibi, kütle çekiminin magnetizmaya benzer olduğu düşüncesine meyletliyordu. Gilbert, cisimler arasındaki magnetik kuvvetin, aradaki uzaklık ile değiştiğini deneysel olarak gösterdiği için, Hooke, aynı şeyin kütlesel çekim kuvveti için

de yapılabileceğini düşündü. Bu hipotezi sınamak için, 1662 ve 1666'da, derin kuyu ve maden ocaklarının dibinde, yeryüzünde ve yükseklerde yaptığı deneylerde, cisimlerin ağırlıklarını karşılaştırdı. Sonuçta, kendi deyimiyle, 'emin olunabilecek hiçbir şey', bulamadı. 1664'de Hooke, o yıl görünen kuyruklu yıldızın yörüngesini Wren ile tartıştı. Wren, kuyruklu yıldızın, ataleti nedeniyle, düz bir çizgi boyunca hareket ettiğini düşünürken; Hooke, cismin Güneş'e yaklaştığında yolunun eğrildiğini göstererek, bu eğilmenin, Güneş'in kütlesel çekiminden kaynaklandığını söyledi. Yaklaşık aynı zamanda, Hooke, dairesel sarkacın devinimlerini inceleyerek, bundan, bir cismi dairesel bir yörüngede tutmak için gereken kuvvetle ilgili bağıntıyı araştırdıysa da, merkezcil kuvveti belirleyen kritik önemdeki yasayı bulamadı.

Aynı problemler, 1665-66 yıllarındaki büyük Veba salgını sırasında Cambridge'den uzaklaşıp Grantham yakınlarında, Woolsthorpe malikanesinde otururken, Newton tarafından da araştırıldı. Newton, otuz yıl sonra ifade ettiğine göre, orada hem merkezcil kuvvet yasasını hemde, iki cisim arasındaki kütlesel çekim kuvvetinin, uzaklığın karesi ile azaldığını gösteren bağıntıyı bulmuştu. Öyle anlaşılıyor ki, merkezcil kuvvet yasasını çıkardıktan sonra, onunla, Kepler'in gezegen hareketi ile ilgili üçüncü yasasını kullanarak, kütlesel çekim kuvvetinin, uzaklığın karesi ile ters orantılı olduğuna dair yasayı bulmuştu. Bu yasaların geçerliliği, Dünya'nın Ay üzerine uyguladığı, kütle çekiminin ters kare yasasından hesaplanan değeriyle; çekim kuvvetinin, düşen cisimlerle yapılan deneylerden elde edilen, yeryüzündeki değeri karşılaştırılarak, test edilebilirdi. Ay'ın hızından ve yörüngesinin büyüklüğünden, onu yörüngesinde tutabilecek merkezcil kuvveti hesaplamak mümkündü. Eğer hesaplanan bu kuvvet ile, kütlesel çekim kuvveti, sayısal olarak eşit çıkarsa; ayı yörüngesinde tutan merkezcil kuvveti, Dünya'nın kütlesel çekiminin sağladığı ispat edilmiş olacaktı.

Eğer bu hesabı Newton, Woolsthorp malikanesinde bulunduğu sırada yaptı ise, sonuçlarını bildirmemiştir. Newton'un, çalışmasını 1666'da yayınlamamasını izah etmek için, birkaç sebep gösterilmiştir. Bunlardan birincisi, Newton'un hesapladığı merkezcil kuvvetin, o zamanlar Dünya'nın merkezinden yüzeyine kadar olan mesafenin iyi bilinememesi dolayısıyla, kütle çekim kuvvetine eşit çıkmamış olabileceğidir. Daha sonraları, Newton'un,

Dünya'nın yayılı kütlesinin yapacağı etkinin, tüm kütle merkeze toplandığında yapacağı etkiye eşit olduğunu, o zamanlar henüz gösteremediği söylenmiştir. Daha yakınlarda ise, Newton'un merkezcil kuvvet ve ters kare yasalarını, 1666 yılında bulmadığı, ileri sürülmüştür. Gerçekten, bu iddiayı destekleyecek belgesel bir kayıt olmadığı gibi, Newton'un, 30 yıl sonra, başka konulardaki hatıralarında yanıldığı bilindiğinden, burada da yanılmış olması mümkündür. Üstelik, Newton, 1666'dan 1679'a kadar, göklerle Yer arasında dönen, hayali bir esir ortamına dayanan, başka bir çekim teorisi geliştirmişti. Esir, aşağı inerken, maddesel cisimleri birlikte sürüklemekteydi. Kendisi, 1679'da, Güneş ve gezegenler arasındaki düzenin, 'bunların anaforlarının esirleri arasındaki gizli bir uyumsuzluk prensibi' tarafından belirlendiğini ileri sürmüştü. Bu ifade, Kartezyen görüşlere bir eğilimi yansıtmaktadır.

1679'a gelindiğinde, başka bilim adamları da, merkezcil kuvvet yasasını ve kütlesel çekim kuvvetinin, ters kare yasasını bulmuşlardı. Hollandalı Christian Huygens, sarkaçlarla ve dairesel hareket üzerine yaptığı deneylerden, 1673'de merkezcil kuvvet yasasını elde etmişti. Daha önce de gördüğümüz gibi, bu yasa ile birlikte, Kepler'in gezegen hareketi ile ilgili üçüncü yasasından, ters kare yasasını elde etmek mümkündü. Huygens, bu çıkarmayı yapmadıysa da, Hooke, Wren ve Halley yaparak, 1679'da ters kare yasasını buldular. O yıl, Hooke, Newton'a yazarak, merkezcil kuvvet yasası ile ters kare yasasını kullanarak, bir gezegenin eliptik bir yörünge üzerinde hareket ettiğini göstermesinin mümkün olup, olmadığını sordu. Hooke mektubunda, Güneş ve gezegenlerin yaygın cisimler olduğu halde, teorik olarak, sanki kütleleri merkezlerinde toplanmış gibi ele alınmaları gereğindeki güçlüklere işaret etti. Newton Hooke'un sorusuna cevap vermedi. Fakat 1684'de, Wren, Hooke'un Newton'a sorduğu soru için bir ödül koydu. O zaman, Hooke, bu problemi çözmüş olduğunu iddia ettiyse de, Halley'in anlattığına göre, Wren, bu çözümden tatmin olmamıştı. Ertesi yıl, bu kez Halley tarafından, problem Newton'a, tekrar soruldu. Newton, daha sonra Halley'e, gezegenlerin Güneş'in kütle çekim alanı etkisiyle, eliptik yörüngeler üzerinde devineceklerinin ispatını gönderdi. Halley, Newton'dan ısrarla, ispatını ayrıntılarıyla tamamlayarak, sonuçlarını yayınlamasını istedi. Newton, şimdi, Dünya veya Güneş gibi yaygın bir küresel cismin kütlesel çekim alanının, cismin tüm kütlesinin kürenin merkezinde toplanması halinde, aynı kalacağını gösterebiliyordu. Artık

gökcisimleri, maddesel noktalar olarak ele alınabilirdi. Dünya'nın yarıçapı, Güneş'in Dünya'ya uzaklığı ve güneş sisteminin diğer büyüklükleri için şimdi daha kesin değerler elde edildiğinden, artık Newton, Dünya'nın kütlesel çekim kuvvetinin, Ay'ı gözlenen yörüngesinde tutmak için gereken merkezcil kuvveti tam olarak verdiğini gösterebiliyordu. Aynı şekilde, kendisi, Güneş'in kütlesel çekim alanının, gezegenlerin, Kepler yasalarına uyan devinimlerini gerçekleştirebilmesi için yeterli olacağını ve kuyruklu yıldızların da, Güneş'in çekimi etkisinde yaklaşık parabolik yörüngelerde devindiklerini ispat edebiliyordu. Newton, kendi sistemini biraz daha geliştirerek, her gezegenin, kendi eksenleri çevresindeki dönme hareketi nedeniyle, kutuplarda basık, ekvatorda ise şişkinleşeceğini ileri sürdü. Bu etki, Jüpiter gezegeninde, teleskopla gözlendiği gibi, bunun Dünya'da da böyle olduğu, yerkürenin çekim kuvvetinin, ekvatorda, kutuplara yakın yerlerdekine göre daha az olmasından çıkarılmaktaydı. Dünya tam olarak küresel olmadığından, Newton, Güneş ve Ay'ın kütlesel çekim kuvvetinin, Dünya'nın merkezinden geçmeyeceğini ve bunun etkisiyle, Dünya'nın dönme ekseninin, ekinoksların presesyonuna neden olacak şekilde, yavaş bir koni hareketi yapması gerektiğini gösterdi. Son olarak, gel git olayını da, Ay ve Güneş'in okyanuslar üzerindeki farklı gravitasyonel etkilerine bağlayarak; en güçlü yükselmenin, yeniay ve dolunay zamanına rastladığını, zira bu zamanlarda, Ay ve Güneş'in kütlesel çekimlerinin birleştiğini; suların zayıf yükselmelerinin ise, bu çekimlerin birbirlerinin etkisini en fazla azalttığı, dördün[12] durumlarında ortaya çıktığını gösterdi.

Bu ispatlar, Newton'un 1686 sonlarında tamamladığı, *Principia Mathematica* isimli kitabında yer aldı. Royal Society'nin, bu eseri basmağa niyetlenmesine karşın, elinde uygun kaynak bulunmaması ve derneğin müdürü olan Hooke'un, kütlesel çekimin ters kare yasasını daha önce kendisinin bulduğunu iddia etmesi yüzünden, Edmund Halley, Newton'un kitabını, masrafları kendi cebinden karşılayarak yayınladı. Hooke, iddiasını 1693 yılında tekrar, bu kez Kraliyet Derneği'nin bir toplantısında ortaya attı. Bundan hemen sonra, Newton bir sinir hastalığına yakalandı; tekrar iyileştiğinde, merkezcil kuvvet ve ters kare yasasını, daha 1666 yılında bulmuş olduğu savını, ilk kez ileri sürdü. Kuşku yok ki, evrensel kütle çekimi teorisine Newton'un kişisel

[12] Dördün: Ayın yarısının aydınlık, yarısının karanlık olduğu durum, (Ç.N.)

katkısı en önemlisi olmuştur. Halbuki, daha sonra, diferansiyel hesabın keşfi ve bunun Leibniz ile öncelik konusunda yol açtığı anlaşmazlıkta, Newton, aynı problem üzerinde çalışarak, çözüme bağımsız ve aynı anda katkılarda bulunan bilim adamlarından sadece biriydi.

Güneş sisteminin mekaniğini incelerken, Hooke ve Newton, birbirlerinden biraz farklı yöntemler kullandılar. Hooke, Bacon'un bilim felsefesinin, ampirik ve faydacıl bakış açısından en çok etkilenen ve Commonwealth devrinde olgunluğa erişen İngiliz bilimcileri nesline mensuptu. Newton ise, restorasyon devrinde yetişen sonraki bir kuşağa mensup olup, Galileo ve Descartes'ınkilere yakın, daha tümdengelimci bir yöntem benimsemişti. Hooke, iki cisim arasındaki kütlesel çekim kuvvetinin aralarındaki mesafe ile nasıl değiştiğini deneysel olarak bulmak amacıyla, cisimlerin yer altında ve yerüstünde, çeşitli yüksekliklerdeki ağırlıklarını ölçmüştü. Halbuki Newton, belki, kütlesel çekim kuvvetinin ters kare yasasını, merkezcil kuvvet yasası ile Kepler'in gezegenlerle ilgili üçüncü yasasından çıkarmıştı. Newton, bilimsel yöntemden sözederken, fiziko matematik çıkarımlar için başlangıç noktasının, deneysel olarak gözlenen etkiler veya yasalar olması gerektiğini ve çıkarımların, diğer gözlenebilir olayların açıklanmasına veya öngürülmesine yaraması gereğini ifade etmiştir. O, *Principia Mathematica'nın* önsözünde, 'Bütün felsefi güçlük, hareket olaylarından doğa kuvvetlerini araştırmakta ve daha sonra da, bu kuvvetleri kullanarak diğer olayları ispatlamakta toplanmaktadır', demektedir.

Newton, bununla, doğa felsefesinde yapılacak matematiksel modellere başlangıç noktasının, gözlenen etkiler ve mekanik hareket yasaları olduğunu belirtmiş olmaktadır. Descartes de, aynı görüşü savunmuş, makinaların çalışmalarında olduğu gibi, bilinmeyeni bilinenlerle açıklamak gerektiğinden, doğa olaylarının, mekanik kavramlar aracılığıyla açıklanmasının lüzumunu ileri sürmüştü. Bilinmeyenin, bilinenler aracılığıyla açıklanması ile ilgili böyle bir yöntem, Newton'un çalışmalarında da açıkça görülmektedir. Kendisi, bir gezegenin yörüngesini, bir merminin yolu ile karşılaştırarak, Galileo'nun çıkarmayı başaramadığı bir bağlantıyı bulmuş oldu.

'Gezegenlerin belirli yörüngelerde kalmaları, mermilerin hareketleri incelenirse kolayca anlaşılabilir: Zira, ileri doğru fırlatılan bir taş, kendi ağırlığı nedeniyle, doğrusal yoldan sapar ve havada bir eğri çizer; sonunda da çarpık bir yolla aşağıya, yere düşer: ve atıldığı hız ne kadar büyükse, yere düşmeden önce o kadar çok yol alır. Bu nedenle, taşın hızının, taş, Dünya'ya çarpmadan önce, millerce uzunlukta bir yay çizerek, sonunda Dünya sınırlarının dışına kadar gidecek ve ona değmeden yoluna devam edecek şekilde, arttırılabileceğini düşünebiliriz', demektedir.

Böylece, eğer Ay, fırlatılan bir cisme benzetilirse, aynı yasalara uymalı ve onun hareketi, Galileo'nun mermilerin hareketi için yaptığı analize tabi olmalıdır; yani, Ay'ın eğrisel hareketi, mekanik yasaları ile yönetilen, iki basit çizgisel harekete ayrıştırılabilmelidir. Gerçekten de, Newton'un metodu, Galileo tarafından kullanılan yönteme, genel özellikleri bakımından hem matematik bir ispatı deneysel yolla elde edilen ilkelere oturtmak, hem de, karmaşık bir eğrisel hareketi daha basit olan, doğrusal hareketlerin bileşimine indirgemek gibi, birtakım ayrıntılar açısından, yakından benzemektedir.

Bununla birlikte, Newton, Galileo'dan, deneyle elde edilen prensipleri, sezgi ile varılan ilkelerden kesin olarak ayrı tutması bakımından ayrılır. Newton, bilimsel ispatları, açık bir akıla, sezgi ile gelen, güya emin ve şüphe götürmeyen fikirlere dayandıran Kartezyen metoda karşıydı. Böyle fikirler, Newton için sadece hipotezlerden ibaretti ve kendisi, hipotez kullanmadığını ilan etmişti. Kuşkusuz, Newton'da, spekülatif karakterli hipotezler formüle etmiş ve fikir ve ispatlarını bunlara oturtmuştur. Fakat, böyle spekülasyonların, kendi deneysel felsefesinden ayrı ve ondan tamamen farklı olduğuna inanmaktaydı. Böylelikle, daha sonraki, *Opticks* (1704) isimli eserinde, Newton, kendi deneysel ve spekülatif doğa felsefelerini ayrı ayrı bölümlere koymuş; ışıkla ilgili deneysel çalışmalarını kapsayan sonuncu bölümün arkasına, *Queries*[13] adıyla, eklemeler yapmıştır. Böylece, kitabı, deyim yerinde ise, yöntemce, Galileocu ve Descarteşçi olan, iki kısımdan oluşmakta idi.

[13] Queries: Sorular, (Ç.N.).

Huygens ve Leibniz gibi diğer bilim adamları, Newton'un, deneysel felsefe ile hipotezlere dayanan spekülasyon arasına getirdiği ayrımı pek takdir edemedikleri için onlar, cisimler arasında uzaktan etkiyen kütlesel çekim kavramı ile, Newton'un, doğa bilimlerinden kısa süre önce ortaya atılan, sihirli nitelikler ve ruhsal kuvvetleri yeniden geri getirmiş olduğunu iddia ettiler. Buna cevap olarak, Newton, kütle çekimi, cisimlerin Dünya'ya düşmelerine, gezegenlerin Güneş çevresinde kapalı yörüngelerde hareketlerine, v.b. olayların varsayılan nedenine verilen isimdir; deneysel felsefenin elinde konuyla ilgili olarak sürdüreceği bir gözlem olmadığı için, bu etkenin nedenini belirtemiyordu, demektedir. Deneysel felsefeciler, Galileo'nun da, cisimlerin sabit bir ivme ile düştüğünü keşfettiğinde yaptığı gibi, düşen bir taşın verilen bir zamanda hızının nasıl arttığını göstererek, v.b., sadece kütlesel çekimin nasıl işlediğini belirtebilirlerdi. Kütle çekiminin nedeni üzerinde spekülasyon yapmak, onu sihirli kuvvetler ve kozmik esirin anaforlarına bağlamak, deneysel felsefe için değer taşımamaktaydı; zira bunlar, doğaları gereği, hipotetik idiler.

Newton, 'her cins şeyin özgün ve sihirli nitelikleri bulunduğu, ve bununla etki yaptığı ve ortaya çıkan olayların bunların ürünü olduğunu söylemek, hiçbir şey söylememektir', demektedir. Newton, 'Fakat, bu olaylardan, harekete ilişkin iki veya üç genel prensip çıkarmak ve bundan sonra, bütün varlıkların özelliklerinin ve etkilerinin bu açık prensiplerden kaynaklandığını söylemek, bu prensiplerin sebepleri henüz keşfedilmemiş olsa bile, felsefede büyük bir adım teşkil eder; Bu nedenle, yukarıda zikredilen hareket prensiplerini ileri sürmemeye vicdanım elvermiyor; bunlar gayet geniş kapsamlı olup, nedenlerini, bulunmak üzere bırakıyorum' diye yazmaktadır.

Şüphesiz, Newton, çalışmalarını tarif ettiği gibi, deneysel felsefe ile sınırlandırmadı. Kendisi, mekaniğin gözlenen yasalarının niçin geçerli olduğunu açıklamak amacıyla, spekülatif hipotezler de ileri sürdü. Örneğin, maddesel cisimler arasında gözlenen kütlesel çekim kuvvetini, fiziksel bir 'nedene' bağlamaya çalıştı. Newton'un zamanında, kütlesel çekimin, dört elemanı daima evrende kendilerine ayrılmış yerlere ulaştırması gibi, Aristotelesci yorumlar artık önemlerini yitirmişti. Daha etkili olan görüş, gezegenler ve yıldızlararası uzayın, Dünya ve her gökcismi etrafında anaforlu hareketler yapan bir madde ile dolu olduğunu ileri süren Descartes'ın teorisiydi.

Bu anaforlar, maddesel cisimleri kendi merkezlerine doğru çekme özelliğine sahiptiler; örneğin, Dünya üzerindeki ağır cisimler aşağı doğru düşüyorlar, Güneş gibi daha büyük cisimlerin çevresindeki anaforlar da, Dünya ve diğer gezegenler gibi, daha küçük cisimleri, kapalı yörüngeler etrafında sürüklüyorlardı. Newton daha sonraki çalışmalarında, Kartezyen teoriyi, Kepler'in gezegen hareketlerine ilişkin yasalarının tam şeklini veremeyeceği ve güneş sisteminden geçen kuyruklu yıldızların hareketleri gibi, astronomik olaylarla çeliştiği için reddetti. Kartezyen görüş yerine, Newton, kütlesel çekim olaylarını açıklamak amacıyla çeşitli alternatif teoriler teklif etti. Bunların en gelişmişi, *Opticks* isimli eserine eklediği, *Sorular* bölümünde verilmiştir. Orada, tüm uzayı dolduran, atmosfere benzer, fakat çok daha ince yapıda, durağan bir *esir* ortamının varlığını ileri sürüyordu. Böyle bir ortam, birbirini iten ve maddesel cisimler tarafından itilen çok küçük parçacıklardan oluşmaktaydı. Bu itilme nedeniyle, dolu cisimlerin, örneğin, gökcisimlerinin dokusu içinde, çok az bulunduğu halde, esir, uzayda bu cisimlerin çevresinde uzaklıkla artarak yoğunlaşmaktaydı. Bu nedenle, Dünya yakınına konan bir maddesel cisme etki eden esir ortamı, Dünya'ya bakan yüzünde daha seyrek ve arka yüzde daha yoğun olduğundan, cisim, esir ortamının itici etkisi ile Dünya'ya düşüyordu.

Newton, esir ortamının ortalama yoğunluğunun, havanınkinin 700,000'de birine eşit olduğunu ve eğer, bununla orantılı olarak, havadan daha da elastikse; o zaman, hareket eden cisimlere göstereceği direncin, suyun direncinin 600,000,000'da biri olacağını ve bu nedenle, 10,000 yıl da geçse, gezegenlerin hareketlerinde hissedilebilir bir hız değişikliği görülmeyeceğini hesapladı. Bununla birlikte çok uzun süreler içerisinde, bunlar azar, azar yavaşlayacaklar ve bu hareket, evrenden sürtünme etkisiyle yok olacaktı. Öyleyse, evrendeki hareket miktarı, Descartes'ın varsaydığı şekilde sabit olamayacağı gibi, dünya da, kendi kendine çalışan mükemmel bir makina olamazdı. Bu sebeple, Newton, Tanrı'nın, evrenden sürtünmeyle kaybolan hareketi tazelediğini ve birbirinin yörüngesini bozan, gezegen ve kuyruklu yıldızlarm bozucu etkilerini düzelttiğini ileri sürdü. Newton'a göre, Tanrı, herzaman ve her yerde hazır ve nazır bulunuyordu; öyle ki, nerede olursa olsun, evrende bir bozukluk ortaya çıkarsa, O bunu görüyor ve düzeltiyordu.

Newton, 'Tanrı, ebedidir, her yerde bulunur ve her zaman ve her yerde varolmasıyla, zamanı ve uzayı teşkil eder... (O) herşeyi yönetir, varolan ve yapılabilen herşeyi bilir... Acaba, Kim, her yerde bulunarak, sınırsız ve engelsiz görüş alanı içerisindeki cisimleri, bedenimizin kısımlarını kendi irademizle hareket ettirdiğimizden çok daha kolayca, Kendi iradesiyle hareket ettirebilir ve Kim, evrenin kısımlarına istediği gibi şekil verip, yeniden düzenleyebilir?' diye yazmaktadır.

Burada, Newton, Hollandalı filozof Spinoza, 1632-77, tarafından savunulan, mekanikçi panteist düşünce tarzına yaklaşmaktadır. Teolojik bakımdan Newton, doğru kabul edilen dini görüşlerin biraz dışındaydı. Zira, o da, erken modern bilim geleneklerine uyarak, Servetus, 1509-53, John Locke, 1632-1704, ve Joseph Priestley, 1733-1804, gibi, teslis[14] doktrinini reddeden bir Üniteryendi[15].

Newton, spekülatif hipotezleri, kendi deneysel felsefesinde kullanmadığını daima iddia etmiştir. Fakat, burada, zamanı ve uzayı Tanrı'nın teşkil ettiği doktrini ile, durağan bir esir ortamının tüm uzayı doldurduğu şeklindeki teorisinde, onun hipotezleri, bilimini etkilemiş ve şekillendirmiştir. Bunlar, onun, zaman, uzay ve hareketin, prensipte, evrende sabit ve değişmeyen bir şeye göre belirlenebilecek mutlak büyüklükler olduğunu önermesine yol açmıştır. Newton için, evrendeki durağan ve hareketsiz büyüklükler, Tanrı'nın kendisiydi. Onun varlığı, uzay zaman'ı ve bütün uzaya yayılan, esir ortamını oluşturuyordu.

Newton, 'Baba, hareketsizdir. Doğanın ebedi gerekliliği sonucu, hiçbir yer, onunla olduğundan daha boş veya daha dolu olamaz. Tüm diğer varlıklar, bir yerden başka bir yere hareket edebilir' diye yazmaktadır.

Zaman, uzay ve hareketin mutlak büyüklükler olduğu şeklindeki görüş, yirminci yüzyıla kadar sürmüştür. Çünkü, tüm uzayı kaplayan bir *esir* ortamının varlığına dayanan sonraki bütün teorilerde; ilke olarak, evrende mutlak hızları ölçebilen, yani kozmik *esir'e* göre durağan bir sistemler ve gözlemciler takımı bulunmaktaydı.

---

[14] Teslis: kutsal üçlü, (Ç.N.).
[15] Unitarian: teslis dogmasını reddeden, (Ç.N.).

18. Bölüm

On Yedinci Yüzyılda Optik

ONALTINCI ve onyedinci yüzyılda deneysel bilimlerin gelişimi, bütün gözlemlerin temel aracı olan ışığın incelenmesine olduğu kadar, insan gözünün gözlem gücünü arttıran araçların gelişmesine de, büyük ölçüde ivme kazandırmıştır. Rönesans ressamları, tablolarında daha doğal bir görüntü verebilmek ve perspektivi geliştirmek için, optik ile ilgili soruları araştırmışlardır. O zamanlar, mevcut gözlük ve büyüteçlerden daha güçlü gözlem araçları araştırılıyordu. Bu akım onyedinci yüzyılın başlangıcında Hollanda içinde Middelbourg'daki gözlük yapımcıları Hans Lippershey ve Zacharias Jansen'in birleşik mikroskobu ve teleskobu icad etmesi ile zirveye ulaştı. O devrin bilim adamları özellikle Galileo ve Kepler, bu mesleki keşifleri ele aldılar ve bunların dayandığı teorik prensipleri incelediler. Onyedinci yüzyıl boyunca dikkatler, astronomi ve gemicilikte büyük yararlar sağlayan ve hataları, ilk mikroskoplarınkinden daha az önem taşıyan teleskoplar üzerinde yoğunlaşmıştı. Bununla birlikte, mikroskop da, o devrin bilim adamları tarafından yapılmakta ve kullanılmaktaydı. Galileo, 1610'da mikroskop ile böceklerin anatomik yapısını incelemiş ve bu çalışmalara İngiltere'de 1660'larda Robert Hooke tarafından devam edilmiştir. Onyedinci yüzyılın sonlarına doğru, Hollanda'da parlak bir mikroskopçular ekolü gelişmişti.

Galileo, optik biliminin ne teorisine, ne de araçlarına fazla bir katkıda bulunmadı. Onun teleskobu, kullandığı bir ince kenarlı ve bir de kalın kenarlı mercekle, prensipte, Hollandalı gözlük yapımcılarınınkinin aynısı olmakla birlikte, Galileo aletin performansını yükseltmiştir. Buna karşılık, Kepler, birkaç yeni teleskop ve özellikle, iki ince kenarlı mercekten oluşan astronomik teleskobu tasarlamıştır. Bununla, Galieo'nun modern deneysel mekaniği veya Gilbert'in modern manyetizma bilimini kurmasına benzer şekilde, Kepler de modern deneysel optiği kurmuştur. Kepler, ışığın bir kaynaktan küresel olarak yayıldığını dikkate alarak, sezgisi ile, ışık şiddetinin, mesafeyle ters kare kanununa göre yayıldığını formüle etti. İki saydam ortamın ara yüzeyinde ışığın

eğildiğini inceleyen Kepler. ışığın gelme ve kırılma açılarının doğru orantılı olduğunu ifade eden. Ptolemy'nin, yaklaşık kırılma yasasının, ancak 30°'den küçük olan açılarda geçerli olduğunu gösterdi. Kendisi bir ortamın kırma gücünün, ortamın yoğunluğu ile orantılı olduğunu düşündüyse de, İngiliz metematikçi Harriot, ona, yağın sudan daha az yoğun olmakla birlikte, daha fazla kırıcı olduğunu hatırlatmıştı.

Işığın doğru kırılma yasası, 1621'de, Leiden'de matematik profesörü olan Willebrod Snell, 1591-1626, tarafından keşfedildi. Kendisi. gelme ve kırılma açılarının sinüsleri oranının iki ortam arasındaki yüzey için daima aynı değeri verdiğini buldu. Bu orana, arayüzeyin kırılma indeksi adı verildi. Bu kırılma yasası 1637'de Descartes tarafından ilan edildi. Kendisi bunu ve diğer optik olayları, ışığın hızlı ve doğrusal hareket eden küçük taneciklerden oluştuğu varsayımı ile açıklamaya çalıştı. Aynı şekilde, ışığın yansımasını da mekanik yasaları uyarınca, ışık taneciklerinin elastik bir yüzeyden geriye sıçraması olarak izah etmişti. Bunun gibi, ışığın yoğun bir ortamdan seyrek bir ortama geçişindeki kırılması da, ince bir kumaşı delen bir topa benzemekteydi. Topun, beze dik gelen hız bileşeni, kumaşın direnci nedeniyle azalırken, kumaşa paralel olan hız bileşeni aynı kalacaktı. Bu nedenle, topun bileşke hızı azalacak ve yolu da, tıpkı ışığın, yoğun ortamdan daha az yoğun bir ortama geçerken. ara yüzeye doğru eğildiği gibi, kumaşa doğru eğilecekti. Bu benzerlik, ışığın, yoğun ortam içinde, daha az yoğun ortama göre, daha hızlı yayıldığını ifade ediyordu. Descartes, bir topun sert bir masa üzerinde, yumuşak ve hafif bir halıya göre, daha kolay yuvarlandığını hatırlarsak, bu sonucu iyi anlayabiliriz, demişti.

Descartes'ın ikinci bir teorisine göre, ışık, cisimden göze doğru, aradaki uzayı sıkıca dolduran madde tarafından iletilen bir basınç veya etki idi. Kendi görüşüne göre, ışık, bir cismin, kör bir adamın eline onun sopası aracılığı ile ilettiği basınç gibi idi. Descartes, güneş sisteminin, kendi dışındaki yıldızların anaforlarına karşı rijitliğini koruyabilmesini, Güneş ışığının basıncına bağlıyordu. Böylece, kozmik anaforların merkezkaç kuvveti, onların merkez bölgelerinden yayılan ışığın basıncmdan başka birşey değildi. Işığın farklı renkleri. uzaydaki maddenin farklı hızlarda dönmesi ile ortaya çıkıyordu. Kırmızı, en hızlı, mavi ise, en yavaş hareket tarafından oluşturuluyordu. Işığın, uzay esiri tarafından iletilen bir etki olduğu teorisi, Kartezyenler tarafından geliştirildi. Buna karşılık, ışığın tanecik teorisi, Newton ve taraftarlarınca ele alındı.

Descartes'ın, ışığın yoğun ortamda, seyrek ortama göre daha hızlı hareket edeceği kabulü, Toulouse eyalet parlementosunda müşavir olan, Pierre De Fermat, 1608-1665, tarafından eleştirildi. Fermat, argümanını bir ekonomi ilkesine dayandırmakta idi. Buna göre, doğadaki olaylar, daima mümkün olan en kısa zamanda gerçekleşmeliydi. Ardından, eğer, ışığın daha yoğun ortamda, az yoğun ortama göre daha yavaş gittiği kabul edilirse, yansıma ve kırılma yasalarının, en kısa zaman prensibinin gerekli sonuçları olarak ortaya çıkacağını gösterdi. Bu sonuç, Descartes'a ait, ışığın tanecik teorisi ile ve hatta, genelde, ışığın yayılma teorileri ile çelişirken; ışığın, esir ortamı tarafından iletilen bir etki olduğunu varsayan teorilerle, örneğin, Chrystian Huygens tarafından teklif edilerek diğer Kartezyenler tarafından geliştirilen ışığın dalga teorisi ile uyum halindeydi.

Işığa ait bir dalga teorisi, ilk kez, Bologna'da matematik profesörü olan Cizvit, Francesco Grimaldi, 1618-63, tarafından ortaya atıldı. Grimaldi, ışığın, tam olarak doğrular boyunca gitmediğini buldu: Zira, ortaya çıkan gölge alanları, ışığın bir doğru boyunca yayılması halinde oluşması gerekenden, biraz daha büyüktü. Üstelik, ortaya çıkan gölge alanların kenarlarının renklendiğini farkederek, ışığın dalga hareketleri yapabilen bir akışkan olduğunu ve bunun farklı frekanslarının, ses titreşimlerinin notaları meydana getirmesine benzer şekilde, farklı renkleri oluşturduğunu ileri sürdü Eğer, ışık akışkan'ın hareketleri dalgaya benziyorsa, o zaman gölgelerin kenarları flulaşacak ve renklenecekti, zira, su dalgaları da, karşılaştıkları engellerin kolayca çevresini dolanabilirler, demektedir.

Grimaldi, 1650'de, kendi ışık-akışkanının sürekli olarak dalgalanarak, büyük hızlarla hareket ettiğini düşünmüştü[16]. Chrystian Huygens, 1678 ve 1690'da, ışık yayabilen akışkan yahut esirin, durağan olup, dalgalardan oluşan ışığın ise, bu ortamda boylamasına yayıldığı, şeklindeki görüşünü açıkladığında, ışığın klasik dalga teorisine daha yakın düşecekti. Huygens'in, Paris Bilimler Akademisi'ndeki, bir Danimarkalı astronom olan meslekdaşı Olaus Romer, 1644-1710, 1672 ve 76 yılları arasında, ışığın belirli bir hızla yayıldığını bulmuştu. Kendisi, Dünya, Jüpiter'den uzaklaşırken, yakınlaştığı

[16] 1650 yılında yayınlanan, *Physicomathesis de lumine coloribus et iride* adlı kitabında açıklamıştır, (Ç.N.).

zamanlara kıyasla, Jüpiter'in uydularının dönme sürelerinin uzadığını ve tutulmalarının seyrekleştiğini farketmişti. Romer, bu olayları, ışığın, sonlu bir hızla yol aldığı ve Dünya yörüngesine 11 dakika sonra eriştiği, şeklinde yorumlamıştı. Huygens, ışığın sonlu bir hızla yayıldığı ve bir tür dalga hareketi olduğu, şeklindeki farklı görüşleri birleştirdi. Kendisi, bütün uzayı kaplayan, ışık yayabilen, sürekli bir esir düşünmekte ve bunun, yerini değiştirmeden impulsları ileten, sert elastik taneciklerden oluştuğunu kabul etmekteydi. Bu şekilde, her tanecik, ortalama bir konum etrafında titreşir ve hareketini komşularına iletirken, bir kaynaktan çıkan bir titreşim, uzayda küresel olarak, sonlu bir hızla yayılacaktı. Böyle bir esir, düşündüğüne göre, tüm saydam cisimleri dolduruyor ve ışık da bunlardan geçebiliyordu. Lakin, ışık dalgaları, cismin tanecikleri çevresinden dolanmak zorunda idiler ve bu hızlarını yavaşlatırken, ışığın kırılma olayı meydana geliyordu.

1670'de, Danimarkalı Erasmus Bartholin, özel bir kristal olan İzlanda spatının, ışık ışınını ikiye ayırdığını, "adi" denilen birinci ışın, kırılma yasalarına uyarken; "olağanüstü", denilen ikinci ışının ise, buna uymadığını buldu. Huygens, bu olayı, İzlanda spatı kristalinin taneciklerinin, elipsoid şeklinde olduğu ve bu nedenle, ışık ışınlarının bir yönde daha uzun dolanımlı bir yoldan geçmesi gereğinden kaynaklandığı şeklinde açıkladı. Bu nedenle, ışık ışını kristale girdiğinde, uzun ve kısa yollara karşı gelen iki yarıya ayrılacaktı. Fakat, bu kristallerden iki tanesi birbirlerine göre keyfi olarak yerleştirilirse, dört ışın çıktığını, ama birbirlerine dik konursa, adi ve olağanüstü ışınların birbirine dönüştüğünü buldu. Kendisi, ne bu olayları ne de, gölge kenarlarında ortaya çıkan renklerle, ince yağ, hava ve cam filmlerinin verdiği renkleri açıklayabiliyordu.

Newton, optik çalışmalarına, o zamanki mercekli teleskopların hatalı, yani renkli ve çarpık görüntü vermeleri nedeniyle yönelmişti. Bu hatalar, ışık, eğri camlardan ve merceklerden geçerken ortaya çıkıyor ve kendisi, bu hatanın mercekli teleskoplardan giderilemeyeceğini, düşünüyordu. Bu nedenle, 1668'de ilk yansıtıcı teleskobu tasarladı ve yaptı. Bunda ışık, içbükey bir ayna tarafından toplanıyordu. Daha sonra, 1672'de, beyaz ışığın, kenarları birbirine paralel olmayan bir cam parçasından, yani prizmadan geçerken, renklere ayrılmasını inceledi. Bir prizma ile, beyaz ışığı, spektral renklerine ayırdı ve

izole ettiği her rengin, ikinci bir prizma kullanıldığında bir daha ayrışmadığını gösterdi. Newton, önce ışığın dalga teorisini çekici buldu ise de, 1704'de yayınladığı *Opticks*'de, dalga teorisinin bazı unsurlarını korumakla birlikte, esasta tanecik teorisini ele aldı. Düz çizgiler boyunca yayılan ışığın, çevresindeki esirde titreşim yarattığını varsayarak, bunun, ışık taneciklerinin hareketini ya güçlendireceğini veya engelleyebileceğini düşündü. Newton, bunun, iki ortamın ortak sınırında, ışığın kısmen kırılıp, kısmen yansımasını açıklayabileceğini hesaplıyordu. Güçlenen tanecikler, arakesidi geçmek için gerekli zindeliğe sahip olurken, engellenen tanecikler, arakesit üzerinde yansıyacaklardı. Benzer şekilde kendisi, iki yüzü de dış bükey olan bir mercekle, bir yüzü düz, diğeri dış bükey olan ikinci bir merceği, düz tarafı ilkine dokunacak şekilde koyarak elde edilen; eş merkezli, açık ve koyu renkli halkalar serisini açıklamıştı. Mercekler arası aralık değiştirilirse, Newton'un düşüncesine göre, mercekler arası uzaklığın, ışığın dalga boyunun tam katları olup olmamasına göre, ışık ışınları, kendilerine eşlik eden esir titreşimleri dolayısıyla, sırayla güçlenecek ve zayıflayacaklardı. Böylece, merceklerin dokunma noktasında ışık, sırayla, ileriye veya geriye gidecek; ve sonuçta bir, eşmerkezli, açık ve koyu renk halkalar dizisi oluşacaktı. İzlanda spatı kristalinde gözlenen, çift kırılma olayını açıklamak için, Newton, ışık taneciklerinin 'kenarları' olduğunu düşündü. Öyle ki, ışık ışını, dikdörtgen kesitli bir çubuk gibiydi. İzlanda spatı taneciklerinin de benzer bir ikili karaktere sahip olduğundan, ışının, kristal içinde iki ayrı yol izlediğini, düşünüyordu.

Newton'dan sonra bir asır boyunca, optikte fazla bir ilerleme olmadı. Araştırıcıların çoğunun eğilimi, ışığın tanecik teorisi yönünde idiyse de, İsviçreli Kartezyenler, John Bernoulli, 1710-1790 ve Leonard Euler, 1707-83, dalga teorisini benimsediler. Berlin Bilimler Akademisinden, Fransız matematikçi, Pierre Maupertius, 1698-1759, Fermat'ın düşündüğü gibi, yolun hıza bölünmesi ile bulunan zamanın minimum olması yerine; alınan yolun, hız ile çarpımının, yani ışık ışınının *etkisinin*, minimum olduğunu göstererek, Fermat'ın minimum prensibini, ışığın tanecik teorisine uygun hale getirdi. Bu kabul ile ışık, Newton'un iddia ettiği ve Descartes'in de, ışığın tanecik teorisinde belirttiği gibi, daha yoğun ortamda daha hızlı gidecekti.

Newton'un, mercekli teleskopların mutlaka renkli görüntü vereceklerine ilişkin inancına, Edinburg'da ve sonra Oxford'da matematik profesörü olan David Gregory, 1661-1708, karşı çıktı. Kendisi, insan gözünün de bir mercek düzeneği olduğu halde, mercekli teleskoplarda ortaya çıkan renk bozulmasını yapmadığına işaret etti. Bu nedenle, renklenme yapmayan bir mercek düzeneği de yapılabilmeliydi. Yeğeninden önce Edinbourg'da matematik profesörü olan amcası, James Gregory de, 1638-75, aynı probleme ilgi duymuş, gerçekleştirmemekle birlikte, Newton'dan birkaç yıl önce, 1663'de, aynalı bir teleskop tasarlanmıştı. Renklenme yapmayan mercekli bir teleskop yapma yöntemi ilk kez, 1758'de John Dolan, 1706-61, adlı Huguenot kökenli Londralı bir alet yapımcısı tarafından açıklandı. Bununla birlikte, renklenmesiz görüntü veren bir teleskop daha önce 1733'de, Chester More Hall isimli, amatör bir bilim adamı tarafından imal edilmiş bulunuyordu.

19. Bölüm

Tıp ve Kan Dolaşımı Kuramı

ASTRONOMİ ve Tıp, ortaçağ ve modern zamanların başındaki bilim adamları tarafından araştırılan, doğa bilimi ile ilişkili iki temel alanı oluşturuyordu. Tıp, bu iki disiplinin daha önemli olanı idi. Zira o, ortaçağ üniversitelerinde teoloji ve hukuk ile birlikte, doktora seviyesine kadar öğrenilebilen üç alandan biri idi. Halbuki astronomi, sadece daha elemanter lisans (batchelor of arts) programının bir parçasını oluşturuyordu. Profesyonel tabiplerin sayısı nisbeten fazlaydı ve kendileri o zamanların en iyi eğitimini aldıkları için, bilimsel devrimin liderleri arasında önde geliyorlardı. İngiltere'de magnetizma araştırıcısı olan Colchesterli William Gilbert, I. Elizabeth'in doktoru olduğu gibi, kan dolaşımı hakkındaki eksiksiz bir teoriyi ilk defa ortaya koyan William Harvey de, I. Charles'ın doktorluğunu yapmıştı.

Tıp mesleğinin modern bilimin gelişimi için belki önem taşıyan diğer bir özelliği, farklı alanlarda, örneğin ortaçağda değirmen yapımcıları ile mekanik teorilerini tartışan akademisyenler arasında hemen tam bir ayrılık göze çarparken, bu meslekte zanaat ile akademik elemanlar arasında yakın bir temas bulunuyordu. Gördüğümüz gibi, modern zamanlardan önce, astronomide önemli bir zanaat geleneği mevcut değildi. Buna karşılık, tıpta böyle iki gelenek vardı. Bunlardan biri, berber cerrahların ve diğeri de eczacılarınkiydi. Bu zanaatkarlar, tıp akademisyenleri ile temasta idiler, zira eczacılar tarafından üretilen ilaçların reçetelerini üniversitelerde yetişmiş hekimler yazdığı gibi, bunlar gerektiğinde cerrahlar tarafından yapılan ameliyatları da kontrol ediyorlardı. Üstelik, üniversite eğitimi almış hekimin stajı da diğer akademisyenlerinkinden biraz daha fazla ampirik idi. Çünkü onlar tıp öğrencisi olarak, anatomi öğrenmeğe ve teşrih edilmiş bedenleri incelemeğe mecbur tutuluyorlardı. Böyle olmakla birlikte, tıp öğrencilerinin eğitimi ile ilgili ilk basılmış kitaplarda gösterilenler, biraz fazla soyut ve doktriner gibi görünmektedir. Bir öğretim görevlisi veya doçent, Greklerden Galen gibi eski

yazarların anatomi kitaplarından bölümler okur ve koltuğunda oturan profesör de buna dair düşüncelerini eklerdi. Bir gösterimci de, yazıda geçen tanımlamalarla insan bedeninde yapılan teşrihte ortaya çıkan kısımlar arasındaki ilişkiye işaret ederdi. Teşrihi yapan, usta ve insan bedeninin anatomik yapısını çok iyi tanıyan biri olsa bile, bu iş, konuşmalara katılmayan bir berber cerrah tarafından yapılırdı, zira bütün konuşmalar, herhalde berber cerrahlar arasında pek bilinmeyen Latince ile sürdürülüyordu.

Böyle bir eğitim programı anatomi bilgisinin ilerlemesine pek uygun değildi, çünkü teşrihi yapan kişi, eski yazıları pek tanımadığı gibi, tıp otoritelerini okuyabilen kişi de teşrih yapmıyordu. Bununla birlikte, onaltıncı yüzyıl süresince diğer alanlarda olduğu gibi tıpta da akademik ve zanaat gelenekleri arasındaki duvarlar yıkılmağa başlıyordu. Eczacılar ve berber cerrahlar daha okumuş ve bilgili olmağa başladıkları gibi, tıp akademisyenleri de kendi başlarına teşrih pratiği yapmağa girişiyorlardı. Bu tür kişiler tarafından anatomi biliminde ve cerrahi pratiğinde dikkate değer ilerlemeler gerçekleştirildi. Pratik teşrihle anatomi çalışmalarının canlanması, özellikle Kuzey İtalya'da dikkati çekiyordu. Burada onbeşinci yüzyıl biterken, Leonardo da Vinci ve çağdaşları gibi Rönesans sanatkarları tarafından çok sayıda hayvan ve insan bedeni teşrih edildi ve görülenler dikkatle ve ayrıntılı olarak resmedildi. Nihayet Padua'daki büyük tıp okulunun profesörleri kendi başlarına teşrihe başladılar ve sanatkarların geleneklerini sürdürerek, anatomi üzerine yazdıkları kitaplara da mükemmel resimler eklediler.

Onaltıncı yüzyıldaki yeni tıp gelişmeleri sırasında, tıp mesleğindeki zanaatsal ve akademik unsurlar arasındaki eski bölünmeden hala bir şeyler kalmıştı. Çünkü, anatomi bilgisi, genellikle akademisyenler ve özellikle Padua tıp profesörleri, Andrea Vesalius, 1514-64, Realdus Columbus, 1516-59 ve Hieronymus Fabricus, 1537-1619, tarafından ilerletilirken, cerrahi teknikler de özellikle Fransız Ambroise Paré, 1510-90, gibi berber cerrahlar tarafından geliştirilmekteydi. Paré, 1529 yılında ilk kez Paris'e gittiğinde, sadece bir taşra berberinin çırağı idi. Fakat, kendisi büyük Paris hastahanesi, Hôtel Dieu'deki çalışmaları ve Fransız Din Harpler'inde ordu cerrahı olarak hizmetleriyle, on altıncı yüzyılın en büyük cerrahı oldu. Ünü öyle idi ki, Huguenot olmasına rağmen, 1572'deki Paris Huguenotlarının St. Bartholomew Arifesi

katliamından bir kraliyet fermanıyla kurtarıldı. Paré, cerrahi tekniğe dört katkı yaptı. İlkin, mermi yaralarına geleneksel şekilde kaynar yağ uygulamak yerine, bu yaralar genel inanışın aksine zehirlenmediği için, en iyi tedavinin yatıştırıcı uygulamalarla yapılması gerektiğini gösterdi. İkinci olarak, bir uzvun kesilmesinden sonra akan kanı durdurmanın en iyi yolunun, o zamanlar genel olarak uygulanan, kesilen atardamarları kızgın demirle dağlamak değil, onları bağlamak olduğunu kanıtladı. Üçüncü olarak, bazı anormal bebek doğumlarının, bebeği doğumdan önce döndürmekle kolaylaştırılabileceğini keşfetti. Son olarak da, bir çok işlemi mekanik olarak yapabilen, dahiyane yapay uzuvlar geliştirdi. Ayrıca Paré, Padualı bilimadamı Vesalius'un yazılarını Latince'den Fransızca'ya özetleyerek, bunların Fransız berber cerrahları tarafından tanınmasını sağladı.

Copernicus'un gök cisimlerinin hareketleri ile ilgili yeni teorisini ortaya attığı 1543 yılında, Flaman Vesalius da, Padua'da, *İnsan Bedeninin Yapısı Hakkında* isimli önemli kitabını yayınladı. Astronom Copernicus, eski bilim adamlarınınkilerden ayrılan görüşlerini, akademik geleneklere uygun şekilde, mantıksal bir isbat sürecinden geçirerek ortaya atmıştı. Buna karşılık, Vesalius, daha pratik geleneklere sahip tıp mesleğinden geldiği için, aynı şeye ampirik bir sorgulama süreci sonunda ulaşmıştır. Eserleriyle, ortaçağ anatomi ve fizyolojisinde otorite kabul edilen, tıbbın tarihi yazarı Galen, insan vücudunda kanın kalbin sağ odacığından sol odacığına, aradaki ayırıcı duvar septumdan geçtiğini kabul ediyordu. Büyük eserinin 1543'deki baskısında Vesalius, sadece kalbin septumunun çok kalın ve adeleli olduğuna işaret etmişken, 1555'deki ikinci baskıda, kanın bu duvardan geçemeyeceğini açıkça belirtti.

Vesalius şöyle diyordu: 'Uzun olmayan bir süre önce, Galen'in düşüncelerinden bir kıl kadar sapmaya cüret edemezdim. Fakat septum, kalbin diğer kısımları kadar kalın, yoğun ve toplu. Bu nedenle, onun içinden en küçük bir şeyin bile sağ karıncıktan sol karıncığa geçebileceğini düşünemiyorum.'

Vesalius, kanın septumdan geçebileceği konusundaki Galen'in yanılgısını göstermekle birlikte, kanın kalbin sağ karıncığından sol karıncığına nasıl geçtiği veya genel olarak, kanın toplar damarlardan atar damarlara nasıl geçtiği konusunda bir alternatif ortaya koyamadı. Vesalius Padua'ya gitmeden önce, Sorbonne tıp fakültesinde Michael Servetus, 1511-53, ile çalışmıştı. Bu

kişi, böyle bir alternatif ortaya atan, modern isimlerin ilkidir. Kendisi, kanın kalbin sağından sol odacığa akciğerler üzerinden dolaştığını ileri sürmüştü. Servetus aslında bir din reformcusu olup, çalışmalarında bilimsel devrim ile Protestan Reformasyonu arasındaki direkt ve yakın bağlantı gözlenir Asıl eseri olan, *Hıristiyanlığın Yeniden Düzenlenmesi* (1553), temelde Üniteryen Teolojinin açıklanmasına ayrılmıştı. Servetus, bunun beş altı sayfa tutan küçük bir kısmında da, kanın kalp ile akciğerler arasındaki küçük dolaşımı hakkındaki kuramını ortaya koymaktaydı. Kendisi, bu teorisini sadece bilimsel değil, aynı zamanda dinsel temellere de oturtuyordu. Onun farklı olan din görüşü, daha önce dolaşım kuramının önüne çıkan engelleri aşmasını mümkün kılmıştı. Kan dolaşımı düşüncesini geliştirmeğe karşı çıkan önemli entellektüel engeller, Galen'in teorisinden kaynaklanıyordu. Galen'e göre, insan vücudu, fizyolojik olarak üç farklı ve sıralanmış, organ, sıvı ve ruhlar tarafından yönetiliyordu. Ayrıca, Aristotelesci anlayışa göre, ancak göksel maddeler doğal olarak çevrimsel bir hareket yapabilirlerdi ve doğal olarak yersel olan hareketlerin ise bir başlangıcı ve sonu olmalıydı. Galen'e göre insan bedeni, üçlü bir fizyolojik fonksiyon hiyerarşisine sahipti. Önce, yeri karaciğerde olan, koyu kırmızı kan ve onun doğal ruhu ile erişilen, beslenme ve büyüme ile ilgili bitkisel bir fonksiyon geliyordu. İkinci olarak, hareket ve adele faaliyeti ile ilgili hayvansal fonksiyon vardı. Bunun yeri kalpte idi ve parlak kırmızı atar damar kanı ve onun canlı ruhu ile etkili oluyordu. Üçüncü olarak, beyinde yer alan sinirsel fonksiyon, vücudun duyarlılığını ve uyarılmasını kontrol etmekte olup, sinirsel sıvının ve onun canlılığının yönetimindeydi.

Geç antik çağ ve ortaçağ dünya görüşü içinde, canlı varlıkların ve onların fonksiyonlarının, böyle üçlü hiyerarşi kalıpları içine yerleştirilmesi normaldi. Evreni dolduran tüm varlıklar üç sınıftan ya birine, ya da diğerine giriyordu. Bunlar, örneğin mineraller, bitkiler ve hayvanlar gibi maddesel varlıklar; melek benzeri ruhsal varlıklar ve insan gibi hem maddesel hem de ruhsal olan varlıklardan oluşuyordu. Bu üç gurubun her biri de tekrar üçe ayrılıyordu. Hayvanlar; kuşlar, balıklar ve kara hayvanlarına ayrıldığı gibi, bunların her biri de tekrar üçe bölünüyordu. Benzer üçlü sınıflama, insanlar ve onların üzerindeki meleksel varlıklar için de geçerliydi. Bunların tümünün üzerinde de, kutsal Üçlü içinde Tanrı yer almaktaydı.

Servetus'un din konusunda en önemli sapması, onun Üniteryen olmasıydı. Kendisi, Tanrı'ya ait Üçlü özellik doktrinini reddediyordu. Oğul'un Baba ile birlikte ebedi olduğunu da kabul etmiyor ve ona göre, Kutsal Ruh da Baba'nın nefesinden veya dünyanın her yere nüfuz eden *Hava*'smdan başka bir şey değildi. En üst Üçlülüğü reddettiği gibi, Servetus, insan bedenindeki üçlü olan, doğal, dirimsel ve diriksel ruh hiyerarşisini de kabul etmiyor ve 'bütün bunlarda Tanrı'nın tek ruhunun ve ışığının enerjisi vardır', diyordu. Özellikle, ihtiva ettikleri doğal ve dirimsel ruha göre farklılaşan iki cins kan yoktur, sadece bir kan vardır. Çünkü kanda sadece bir cins ruh mevcuttur, 'zira, dirimsel denilen şey, atar damarlardan, bağlantı noktalarında toplar damarlara iletilen şeydir ve burada ona doğal denir' diyordu. Servetus, kandaki tek ruhun da insanın ruhu olduğunu ileri sürüyor ve hatta, 'ruhun kendisi kandır', diyordu. Calvin tarafından Cenevre'de yakalanıp dinden saptığı için mahkeme edildiğinde, Servetus'a karşı ileri sürülen suçlamalardan birini, onun, ruhun kan olduğu, yani ruhun vücutla birlikte yok olduğu gibi, doğru inanç dışmdaki bir görüşü benimsediği, iddiası oluşturuyordu.

İnsan vücudunda üç farklı fizyolojik sıvı ve iki farklı cins kan olduğu şeklindeki geleneksel görüş, kan dolaşımı kuramının gelişmesine büyük bir engel oluşturmuştur. Zira, dolaşım kuramının ifade ettiği gibi, kanın atar damarlardan toplar damarlara ve oradan tekrar geriye doğru büyük çapta herhangi bir hareketi, herbiri ayrı bir fonksiyona sahip ve tamamen farklı kabul edilen sıvıların birbirine karışmasını gerektirecekti. Servetus, ilk planda kan ile atmosfer ilişkileri üzerinde durduğu için, sadece kanın kalbin sağ tarafından sol tarafına taşınması ile ilgili küçük kan dolaşımı teorisini açıkça ileri sürmüş olmakla birlikte, bir kere atar ve toplar damar kanlarının aynı olduğu anlaşıldıktan sonra, kanın dolaşımı teorisine giden yol açılmış oluyordu. Onun fikrine göre, 'Kutsal nefes, hava içindedir' ve kutsallaşmış hava akciğerlerde, buradan geçen kan ile birleşmekteydi. Böylece kan saflaşıyor, insan ruhu da kutsallaşıyor ve tazeleniyordu: 'Tanrı kanı kırmızılaştırdığı gibi, İsa da ruhu nura kavuşturuyordu.' Servetus, kalbin sağ odacığını akciğerlere bağlayan pulmoner atar damarın çok geniş olduğunu farkederek, bunun, ciğerin beslenmesinin ötesinde, daha fazla kanı başka bir amaçla iletmesi gerektiğini farketti. O, bu amacı, koyu kırmızı toplar damar kanının, ciğerlerde kutsal havayı alarak kirlerinden arınması ve parlak kırmızı atar damar kanı haline

dönüşümü olarak gördü. Böylece saflaşan kan, ciğerlerden pulmoner toplar damar yoluyla kalbin sol odacığına dönüyor ve küçük dolaşımı tamamlıyordu. Kuramma diğer bir kanıt olarak da, Servetus, hava alamayan embriyo içinde küçük kan dolaşımının çalışmayarak by-pass edildiğini (yani atlandığını) gösterdi.

1553'de dinsizlik suçlamasıyla Servetus ve kendisinin yeni basılan kitabının bir çok kopyası, Calvin tarafından odun yığını üzerinde yakıldı. Bir kaç yıl sonra, 1559'da, Padua'da anatomi profesörü olan Realdus Columbus, küçük kan dolaşımı teorisini yeniden ileri sürdü. Kendisinin, Servetus'un görüşlerini duymuş olması mümkündür. Zira Columbus da, nefes alıp vermeyi, o zamanlar düşünüldüğü gibi, kanı soğutma süreci olarak değil, kanın saflaşması ve dirileşmesi süreci olarak kabul ediyordu. O günlerde, Servetus'un çalışmalarını kaynak göstermek büyük dinsizlik olarak algılanıyordu. Gerçekten de, kan dolaşımı teorisi ile ilgili olarak Servetus'tan ilk kez söz edildiğini, ancak onyedinci yüzyıl İngiltere'sinin, nisbeten hoşgörülü atmosferine ulaşıldığında görürüz. Columbus'un küçük dolaşım için verdiği kanıt, sadece anatomik ve fizyolojik idi. Kalbteki septum geçirimez olduğu için, kendisi, kanın kalbin sağından soluna, ancak tek alternatif olarak görünen, ciğerlerden gitmesi gerektiğini iddia etmişti. Ayrıca, geniş pulmoner damar, ciğeri besleyecek olandan daha fazla kanı nakledebilir ve ciğerden çıkarak, kalbin sol odacığına gelen kan, parlak kırmızı renk almış ve tazelenmiştir. Bu sebeple, genel olarak inanıldığının aksine, kan kalpte, pulmoner toplar damardan taşınarak gelen hava ve dumanlarla tazelenemezdi. Akciğerler, bu temizlenme işleminin yapıldığı yer olup, bu süreç için ise, kalp ile ciğer arasında küçük dolaşım gerekmek-teydi.

Columbus'tan sonra, bir yarım yüzyıl daha kan dolaşımı ile ilgili ampirik yeni bir kanıt pek ortaya konulamamakla birlikte, o devrin entellektüel devriminin bir parçası olarak, bu kuram, bir kaç yazar tarafından sadece spekülasyon şeklinde ileri sürülmüştür. Daha önce gördüğümüz gibi, bilimsel devrim ve Protestan Reformasyonuna katılanlar, eskiden benimsenen, evrenin hiyerarşik yönetildiği görüşünden daha mutlakiyetçi bir görüşe doğru kayıyorlardı. Bu, fiziksel olduğu kadar, biyolojik bilimlerde de geçerli idi. İnsan vücudunda kalp ve kana, aynen, yeni evren sisteminde güneşin aldığı

öncelikli yere benzer bir yer veriliyordu. Servetus'un yazdığına göre, 'Kalp, yaşamak için önde gelir. O, vücudun ortasında bir ısı kaynağıdır.' Böyle bir görüş, bunu 1571'de yayınladığı bir eserde savunan Columbus'un öğrencisi, Cesalpino, 1524-1603, gibi daha sonraki kan dolaşımı teorisyenleri tarafından da uygun görüldü. Örneğin, Giordano Bruno, 1548-1600, 1584'den başlayarak, bir çok eserinde, kan dolaşımı konusunda düşünce yürüttü. Kuram, özellikle William Harvey, 1578-1657, ile en sonunda 1628'de tam olarak kurulmuş oldu.

Harvey, 'kalp, hayatın başlangıcı, mikrokozmos'un güneşidir. Güneş de, evrenin kalbi kabul edilebilir; zira kalbin değeri ve çarpması sayesinde kan hareket eder, mükemmelleşir, beslemeğe yetenek kazanır, bozulmaktan ve pıhtılaşmaktan korunur. O, içimizdeki kutsallıktır. Görevini yerine getirerek, bütün vücudu besler, ona itina eder, onu canlandırır ve o gerçekten hayatın temeli ve bütün etkilerin kaynağıdır.... Kalp, bir krallıkta, elinde en büyük ve en yüksek yetki bulunan prens gibi, herşeyi yönetir; o, canlı bedende bütün gücün dayandığı, bütün gücün çıktığı kaynak ve temeldir.'

Burada, Aristoteles'in yeniden ortaya çıkması ilginçtir. Gerçekten de o, insan vücudunun merkezsel kontrolunu, Galen'in daha sonraki teorisinin aksine, kalbe bırakmıştı. Halbuki Galen, beyin, kalp ve karaciğerden kaynaklanan, üç sıvıdan ve bunlarla ilişkili ruhlardan oluşan üçlüler hiyerarşisi ile, daha yaygın bir denetim düşünmüştü. Bununla beraber, ilk modern gelişmeler Aristoteles'i aşıyordu. Çünkü, biyologlar kan için de, gökcisimlerinin ayrıcalığında olduğuna inanılan, dairesel hareketi öngörmekte idiler. Astronomideki Copernicuscular da aynı şeyi, bütünüyle Dünya küresi içindeki maddeye uyguluyorlardı. Bu amaçla, biologlar, insanın bütün evrenin mikrokosmosu olduğu şeklindeki eski kanıya başvuruyorlardı. Bu uygun şekilde yorumlandığında, dolaşım, hem mikro hem de makrokosmosun bir özelliği olarak ortaya çıkmaktaydı. Cesalpino, Bruno ve Harvey, yer küresindeki doğal dairesel harekete ilişkin Aristoteles'in verdiği bir örneği gösteriyorlardı. Harvey'in dediğine göre, bu örnek ona, kanın dairesel hareketini ilham etmişti.

Harvey şöyle yazmaktaydı. 'Aristoteles'in dediği gibi, hava ve yağmur, yukardaki cisimlerin hareketlerini taklit eder: çünkü, Güneş'le ısınan hava buharlaşır; yukarı çıkan buharlar yoğuşur ve yağmur olarak düşerek tekrar

Dünya'yı nemlendirir; bununla yeni canlı nesilleri ürer ve benzer şekilde de, dairesel devinimle ve Güneş'in yaklaşıp uzaklaşmasıyla, fırtınalar ve meteorlar ortaya çıkar. Buradan hareketle, kendi kendime, bir daire çemberindekine benzer bir devinim olamaz mı, diye sordum. Ve büyük bir ihtimalle, bu, bedendeki kanın hareketi için de geçerlidir.'

Gerçekten de, onları, üstün olduğu varsayılan, gökteki cisimlerle aynı değerde bir konuma getirebilmek için Harvey, sürekli olarak Dünya üzerindeki varlıkların yaptığı dairesel hareketlere örnekler aranıştır. Sonraki eseri olan *Nesiller Üzerine*'de (1651), bir cinsi meydana getiren fertlere ait kuşakların da, gök cisimlerininkine benzeyen bir tür dairesel hareket oluşturduğunu söylemiştir.

'Bu daire, olağan bir kuş ırkını ebedi kılıyor; şimdi palaz, şimdi yumurta; dizi sürekli olarak devam ediyor: geçici ve ölümlü fertlerden ölümsüz bir cins ortaya çıkıyor. Bununla, ve benzer araçlarla, bir çok aşağı veya dünyasal nesnenin, daha üstün olan göklerdekileri taklit ettiğini görüyoruz.'

Bu nedenle, kan dolaşımı kuramı ile insan vücudunda kalbin üstünlüğü doktrini, on altıncı yüzyılın, hem mikro hem de makrokosmos'un bir Mutlak Hakim tarafından yönetildiği; büyük ve küçük dünyalardaki diğer her şeyin, En Büyük Güç altında, statü eşitliğine kavuştuğu şeklindeki, yeni kavramların özel uygulamaları idi. Fakat, kan dolaşımı kuramı sadece on altıncı ve on yedinci yüzyılardaki entellektüel devrime dayanmıyordu. Zira, Harvey, fikirlerini ampirik olarak sınamağa çalışmış ve kan dolaşımı hipotezini destekleyecek çok sayıda kanıt bulmuştu. Harvey gençliğinde, Padua'da 1565-1619 yılları arasında tıp profesörü olan Fabricus'un yanında tıp eğitimi görmüştü.

1603'de Fabricus, toplardamarlar içinde kapakçıklar bulunduğu ve bunların, kanın yalnız kalp yönünde akmasına müsaade ettiğine ilişkin önemli keşfini yapmıştı. Fabricus, keşfinin gerçek önemini göremedi. Çünkü o da Galen gibi, kanın toplardamarlarda bir ölçüde aşağı yukarı dolaştığını ve kapakçıkların sadece kanın vücudun uç noktalarında birikmesini önlemek ve kan akışını geciktirerek, kanın besleyici maddelerinin dokular tarafından verimli olarak emilmesini sağlamağa yaradığını sanıyordu. Öğrencisi Harvey, kapakçıkların toplar damarlarda kanın sadece bir yönde ve kalbe doğru akmasına müsaade ettiğini anlayan ilk kişidir. Kalp kapakçıkları ise, kanın

ancak atar damarlara geçmesine izin vermekte ve böylece toplardamarlardan gelen kan, tek yönde kalpten geçerek, atar damarlara girmektedir. Harvey'e göre, kanın sürekli olarak toplar damarların ucunda oluşup, atar damarların ucunda da yok edilmesi muhtemel olmadığına göre, kan atar damarlardan tekrar toplar damarlara dönerek çevrimini tamamlamalıydı. Harvey bu düşüncesini, bir saat zarfında kalpten geçen kan miktarını hesaplayarak ve bunun ortalama bir insanın bütün ağırlığından daha fazla olduğunu göstererek daha da güçlendirdi. Bu miktarda kan, bir saat süresinde toplar damarlar ucunda oluşturulup, atar damarlar ucunda da yok edilemeyeceğine göre, vücutta dolaşmalıydı. Harvey, mikroskop kullanmadığı için, atar ve toplar damarların birleştiği yerleri, yani kapilerleri bulamasa da, teşrih yolu ile vücutta dolaşımın çoğu izini buldu. Fakat, bir kola turnike uygulandığında[17] el ile önkolun ve organın kalpten uzak kenarındaki toplar damarların kan ile şişmesini, böyle birleşim noktalarının bulunması gerektiğinin kanıtı olarak gösterdi. Kolun yüzeyine yakın olan toplar damarlar turnike ile kapanmış olduğundan, kan ancak, derindeki atar damarlardan, toplardamarlara olan bağlantıyı sağlayan ve böylece normal koşullarda dolaşımı gerçekleştiren kapilerler aracılığı ile taşınmalıydı.

Harvey, Galen'in geleneksel olarak devralınan görüşlerini eleştirerek, kanın, kalbin septumundan geçemeyeceğini, sadece onun kalın olmasından değil, her iki karıncığın da aynı anda kasılıp, genişlemesi dolayısıyla, kanı septumdan bir yönde geçmeğe zorlayacak bir basınç farkının hiç bir an oluşamayacağına dayanarak açıkladı. Ayrıca, septumun kendisinde de bir atar ve toplar damarlar sistemi bulunmakta idi ve eğer kan içinden geçseydi buna gerek olmayacaktı. Son olarak, Harvey, bir köpeğin kalbinin sol karıncığını kesip atarak, sağ karıncıktaki kanın septumdan geçerek gelmediğini gösterdi.

Harvey, kanı olan hayvanlarda dolaşımın genel bir özellik olduğunu, kurtçuklar, böcekler ve balıklar da dahil, kırk farklı cins hayvanın kan damarlarını inceleyerek ortaya koydu. Soğuk kanlı hayvanların incelenmesi, özellikle önemliydi. Zira onların kalbi, hareketlerinin ayrıntılarını inceyebilmek için yeterli derecede yavaş çarpmakta ve bu, kalp vücuttan çıkarıldığında da bir süre devam etmekteydi. Harvey, avuca alınmış bir hayvanın kalbinin, çarparken

[17] Turnike uygulama= Bir organı besleyen atardamarı sıkarak kan akışını durdurmak, (Ç.N.).

daraldığında bir adele gibi sertleştiğini farketti. Bu nedenle o, kalbi içi boş bir adele olarak kabul etti. Daha önce Galen'in ve hatta Bruno gibi daha çağdaş birinin kuramında bile, kanın hareketinin nedeni olarak, onun içindeki ruhlar akla gelmekteydi. Kalp burada sadece dirimselliği hazırlayan organ durumunda olup, ruhların etkisiyle oluşan hareketlere pasifçe uyum gösteriyordu. Harvey'e göre kalp, dirimselliği üretmekte olup, böyle bir ruh, insanın ruhuna yakındı. Servetus gibi o da, 'ruhun kendisi kandır' diye düşünüyordu. Fakat, bu düşünce, onun sisteminde çok önemli değildi. Zira, kanın içindeki ruh, dolaşımdan sorumlu tutulmuyordu. Harvey, gerçekte, kan hareketi için mekanik bir etkiyi, yani kalp adelesinin sıkışmasını, neden olarak gösteren ilk kişidir. Teorisini ilk kez 1616'da Kraliyet Tabipler Kolejinde verdiği ve notları günümüze kadar saklanmış olan bir konferansında açıkladı. Bunda Harvey, kalbi bir su körüğüne veya pompaya benzetmişti. İngilizce ve Latince karışımı olan bir yazıyla, 'W. H. (William Harvey) constat per fabricam cordis sanguinem per pulmones in aorta perpetua transferri. as by 2 clacks of a water bellow to rayse water.' yazmıştı.

Kalbin 2 vuruşla, yukarı su çıkaran bir pompa gibi, ciğerlerin içinden kanı sürekli olarak aorta geçirdiğini, W.H. (Wiliam Harvey), belirlemiştir. (Ç.N.)

O zamanlar, bilim dili olan Latince ile, zanaatkarın konuştuğu halk dilinin birlikte kullanılması pek ender değildi. Örneğin Galileo da, deneylerini İtalyanca fakat teorisini Latince yazmıştır. Bu uygulama, akademik ve zanaat geleneklerinin birleştiğine bir kanıt oluşturmaktadır.

1628'de yayınlanan, *Kalbin ve Kanın Hareketleri Üzerine* adlı kitabında Harvey, kalp adelesinin büzülmesinin, kanın dolaşımının mekanik nedeni olduğu hakkındaki isbatını daha da ileriye götürdü ve kalbin büzülmesi sırasında atar damarlarda ani bir genişleme görülmesinin, içindeki ruhların etkisiyle kanın kendiliğinden yürümesinden değil, kalpten dışarı basılan kan yüzünden olduğuna dikkat çekti. Üstelik, kalbe yakın olan atar damarların çok kalın olması, kalp çarpmasıyla oluşan şoklara dayanabilmelerini sağlamak içindi. Ayrıca, atar damarların genel olarak toplar damarlardan daha kalın olması da, bunların kalpten atılan kanın basıncına maruz kalmaları ve toplar damarlar için bunun söz konusu olmamasındandı. Buna ek olarak, kalpten atılan

kan toplar değil, kesinlikle atar damarlara giriyordu. Bu kirli kanın kalbin sağ karıncığından, atar damar yolu ile ciğere taşınması gerektiğinde de böyle idi. Kurbağa benzeri, kalbi yavaş çarpan soğuk kanlı hayvanlarda bile, Harvey, kalbin kulakçıklarının karıncıklardan daha önce daraldığını gördü ve kalp kapaklarının düzenlenmesinden, kan dolaşımının ayrıntılarını ortaya çıkardı. Bunlarda, sağ kulakçığın, toplar damarlardan gelen kanı sağ karıncığa gönderdiğini buldu. Burası da, toplar damar kanını ciğer atar damarına basarak, onu ciğerlere göndermekte ve burada, toplar damar kanı açık kırmızı atar damar kanına dönüşmekteydi. Bu ise, ciğer toplar damarı ile ciğerlerden sol kulakçığa gelerek, oradan sol karıncığa pompalanmakta; buradan da atar damar sistemine gönderilmekteydi. Bu nedenle, soldakinden daha az adeleli olan sağ karıncığın, tamamen, kanın kalp ile ciğer arasındaki küçük dolaşımına tahsis edilmiş olduğu görülüyordu. Bu görüş, balık gibi ciğeri olmayan hayvanlarda tek bir karıncık olması ile de desteklenmekteydi. Bu, ciğeri olan hayvanlarda, vücuttaki büyük kan dolaşımından sorumlu olan sol karıncığa karşı geliyordu.

Harvey'in kuramı, yeni mekaniksel felsefeye önemli bir katkı oluşturuyordu. Zira o, kalp, toplar ve atar damarların, kanı taşımak için mekanik bir sistem meydana getirdiğini belirtiyordu. Canlı organizmaların ve bunların parçalarının birer mekanik sistem olarak ele alınması, özellikle Leonardo da Vinci ile başlamıştır. Kendisi, hayvanların kemiklerinin kaldıraç rolü oynadığını göstermişti. Galileo da bu yönde çalışmaya devam etti. O da, kendi mukavemet bilgisiyle, fillerin kalın bacaklarına karşılık, böceklerin niçin ince bacaklı olduğuna dair, ölçek problemlerinin çözümü ile uğraşmıştır. Canlı organizmaların birer makina olduğu fikri, Descartes tarafından genelleştirilmiştir. Bu fikrin çeşitli örneklerle ayrıntılı olarak uygulanması, Alphonse Borelli'nin, ölümünden sonra yayınlanan *Hayvanların Hareketleri Üzerine*. (1680), isimli eserinde görülür. Borelli, yürüme, koşma, atlama, kayma ve ağırlık kaldırma gibi mekanik hareketler yanında, kuşların uçmasını, balıkların yüzmesini ve solucanların sürünme hareketini de incelemiştir. İnsanların iç organlarının mekanik hareketlerini de inceleyen Borelli, eğer kalp, bir silindir içindeki piston gibi çalışırsa, bir çarpma sırasında onun 135.000 poundun ağırlığına eşit bir basınç yapması gerektiğini hesaplamıştır. Benzer şekilde o, ciğerleri bir çift körüğe ve mideyi de bir cins öğütme makinasına benzetmiştir.

Pratik alanda Harvey, daha sonra, ancak on yedinci yüzyılda cevaplandırılacak olan bir sürü soru bırakmıştır. Önemli olarak, bunları görememekle birlikte, atar ve toplar damarlar arasındaki bağlantıyı oluşturan kapilerlerin var olması gerektiğini belirtmiştir. Robert Boyle, 1663'de kapilerlerin yolunu renkli sıvılar ve erimiş renkli balmumu enjeksiyonu ile izlemiştir. Mikroskopla Marcello Malpighi, 1628-94, bir kurbağanın ciğerlerindeki kapilerleri 1660'da görmeyi başarmıştır. En sonunda, 1688'de, Antony van Leeuwenhoek, 1632-1723, gerçek kan dolaşımını, kurbağa larvalarının kuyruğunda ve kurbağaların ayaklarında gözlemiştir. Nihayet bu keşiflerle, kan hareketinin mekaniği tamamlanırken, bilimciler de kan dolaşımının hangi görevleri olduğunu belirlemeğe yöneldiler. Özellikle kimyacılar, koyu kırmızı renkteki kirli toplar damar kanının, nasıl olup da ciğerlerde, parlak kırmızı renkli atar damar kanına dönüştüğünü ve bunun fizyolojik önemini artık inceleyebilirlerdi.

20. Bölüm

Simyadan Tıbbi Kimyaya

ESKİ Grek biyologları ve tıp yazarları, insan vücudunun fizyolojisini, özellikle kimyasal açıdan hiç ele almamışlardı. Canlı yaratıkların temel olarak dört elemandan oluştuğunu kabul etmekle birlikte, tıp açısından vücudun işleyişi, sadece içinde yer alan farklı karakterdeki biyolojik maddelerin özellikleri bakımından incelenmişti. Bunlar, kan, safra, karasafra ve balgam gibi dört yapısal sıvı yanında, atar ve toplar damar kanı ve sinir sıvısı olarak üç fonksiyonel sıvı ile, bunları kontrol eden, dirimsel, doğal ve diriksel ruhlardan oluşuyordu. Hastalıklar, insan vücuduna dışardan hücum eden varlıklara değil, içerdeki dört sıvının oranlarındaki bir bozukluğa bağlanırdı. Bu nedenle, kendi başına hastalık diye bir şey yoktu. Sadece, vücudun, hasta durumları vardı. Daha önceleri, Hippocrates zamanında, insan vücudunun, içindeki bozulan sıvılar dengesini yeniden düzenleme gücü olduğuna inanılırdı ve bu nedenle hastalar ilaçlarla yüklenmezdi. Fakat Galen zamanında, bozulan dengenin ilaçlarla sağlanmasına çalışılır olmuştu. İnsanın içindeki sıvıların temelde organik maddeler olduğu düşünüldüğünden, böyle ilaçlar da esasında bitkisel veya hayvansal kökenli idi. Müslümanlar, Galen'in kullandığı ilaçlara katkılar yaparak bunları daha karmaşık hale getirdi. Öyleki, ortaçağlar boyunca, altmış veya yetmiş bileşenden oluşan, her derde deva olacak ilaçlar kullanmak normal uygulama haline gelmişti. Bu bileşenler hala genel olarak biyolojik kökenli olduğu gibi aralarında biraz zehirli karakterde olanlar da pek ender değildi. Londra'da 1618'de çıkan ilk ilaç kitabında, ağızdan alınacak ilaçlar arasında, öd, kan, horozibiği ve ağaç biti de bulunmaktadır.

Bu ilaçların pek azı mineral kaynaklardan elde edilmişti. Zira eski Grek filozofları ve ortaçağ bilim adamları, kimyasal maddelere ve onların özelliklerine karşı fazla ilgili değillerdi. Bununla beraber, simyacılar antik çağın sonlarında ve ortaçağlarda kimyasal problemler üzerinde çalışmışlar ve, gördüğümüz gibi, bazıları da simyayı tıpta uygulamağa ilgi duymuşlardı.

Bu gayretler, tıbbi kimya denilen yeni bir bilim kurmağa çalışan İsviçreli hekim Paracelsus'un, yaklaşık 1493-1541. tıbbı, simya ile birleştirme çalışmalarında zirveye ulaştı. Çağlar boyunca simya, bir yandan kimyasal zanaatlar, diğer yandan da mistik dinler ile ilişki içinde olmuştur. Böylece, dinsel karışıklıkların belirdiği bir zamanda, bir yandan zanaat gelenekleri olgunlaşırken; çağdaşı Copernicus'un devrimi ile, Protestant Reformasyonu ve kan dolaşımı teorisine doğru gerçekleştirilen ilk gelişmelere paralel olarak, simya alanında böyle bir gelişmenin olmasında şaşılacak bir şey yoktur.

Paracelcus, von Hohenheim adlı Zürih'li bir hekimin oğlu idi. Fakat o, kendisinin Romalı hekim Celsus'dan daha büyük olduğunu kabul ettiği için adını Paracelsus'a çevirmiştir. Kendisi, 1514 civarında madenlerde ve Güney Almanyalı sermayedar ve simyacı Sigismund Fugger'in metallurji atelyelerinde çalışıyordu. Daha sonra Basel'de tıp eğitimi gördü ve arkadan aynı yerde iki yıl öğretim görevi aldı. Geleneklerden uzaklaşarak, derslerinde akademisyenlerin dili olan Latinceyi kullanmak yerine, yerel Almanca kullanıyordu. Gerçekten kendisi üniversitede bunu yapan ilk kişi olmuştur. Derslerine Basel'in eczacılarını ve berber cerrahlarını davet ederek, zanaatkarlarla akademisyenleri biraraya getiriyordu. Ayrıca, Luther'in Papalık Fermanını yakmasına benzer şekilde, o da derslerine başlarken, genel olarak otorite kabul edilen Galen ve İbni Sina'nın kitaplarını yakmıştı. Paracelsus, Luther'i 'geniş ilim sahibi' bir adam olarak takdir ediyordu. Simya, içinde bir ölüm ve dirilme süreciyle metalleri asilleştirmek gibi, yarı dinsel kavramlar yer aldığı için, Luther'in de çok ilgisini çekiyordu.

Paracelsus, simyayı, doğanın ham maddelerini, insanlığa faydalı olacak şekilde işlenmiş ürünlere dönüştürme bilimi olarak tanımlamıştı. Bu tanım, bütün kimyasal ve biyokimyasal zanaatleri kapsıyordu. Mineralleri metallere dönüştüren ergitici, bir simyacı idi. Bunun gibi, et ve tahıldan yemek hazırlayan ahçı ve fırıncı da simyacı idi. Paracelsus, mineral veya bitki olsun, özellikle, doğal maddelerden ilaç yapmakla ilgileniyordu. Çünkü, onun tarifine göre, eczacı ve tabip, aynı ölçüde simyacı idiler. Kendisi de, simyacıların temel görüşü olan, minerallerin daha mükemmel hale, yer altında ulaştığı fikrinin yanı sıra, laboratuvardaki insanın da, yer altında doğal olarak oluşanı yapay yoldan yapabileceğine inanıyordu. Onun bu fikre ilişkin yorumu, daha da genişti. Zira o, bütün maddelerin canlı olduğunu, doğal olarak ortaya çıktığını ve insanların böyle doğal süreçleri kendi amaçları için hızlandırabileceklerini veya kopya edebileceklerini düşünüyordu.

Paracelsus tıpta, vücut sağlığının dört yapısal sıvı tarafından belirlendiği görüşünü reddetti. Onun yerine, insan vücudunun, esas olarak, ikisi simyacıların cıva ve kükürt maddesinden, üçüncüsü de kendisinin eklediği, tuz maddesinden oluşan, kimyasal bir sistem olduğu kuramını ileri sürdü. Tuz, genel olarak Paracelsus'dan önce temel bir kimyasal madde kabul edilmemiş olmakla birlikte, onun önemli bir madde olduğu biliniyordu. Hastalıklar nasıl, Galen taraftarı doktorlara göre, sıvılar arasındaki uyum eksikliğinden kaynaklanıyor idiyse, Paracelsus'a göre de bunlar, maddeler arasmdaki dengesizlikten oluşabilirdi. Fakat Paracelsus'un kuramı, bu dengenin organik değil, mineral ilaçlarla sağlanabileceğini ileri sürüyordu. Tıbbi kimyacılar denen Paracelsus taraftarlarının, bazen iyi bir anorganik ilaç buldukları da oluyordu. Fakat, bu çoğu kez, hayali nedenlerle gerçekleşiyordu. Örneğin, kansız anemik hastalara demir tuzları verilmekteydi ki, bunun nedeni, demirin hem kırmızı gezegen Mars ile, hem de kan ve silahlara hükmeden savaş tanrısı Mars ile olan ilgisiydi. Bununla beraber, insan vücudunun kimyasal bir sistem olduğu görüşü, sonuçta, eski sıvı teorisinden daha yararlı oldu.

Paracelsus'un teorisindeki diğer bir faydalı öge de, her hastalığın etkisinin son derece belirli olduğu doktrini idi. Buna göre, her hastalığın da belirli bir kimyasal tedavisi olmalıydı. Böylece Paracelsus, herşeyi iyileştiren ve sayısız bileşenden oluşan eski ilaçlara karşı çıkarak, tek maddeden oluşan ilaçlar önerdi. Böyle bir değişiklik, belirli hastalıkların incelenmesine hız kazandırdığı gibi, ilaçların faydalı ve zararlı olanlarının ayırt edilmesinde de yardımcı oldu. Her rahatsızlığı tedavi eden karmaşık ilaçların kullanılması sırasında, böyle bir ayrım zordu. Zira, birçok bileşenden herhangi biri, faydalı veya zararlı olabilirdi. Paracelsus'un, hastalıkların özgül karakterde oldukları hakkındaki kendi doktrinine, doğadaki herşeye, özerk, canlı varlıklar olarak bakan bir düşünceden ulaştığı anlaşılmaktadır. Onun düşüncesine göre, Tanrı, başlangıçta ilk maddeyi, sonra da onun içinde gelişecek çok sayıda tohumu yaratmıştı. Her tohum, öngörülen bir süre içinde belirli bir varlık olarak gelişmişti. Varlık ölse de, onun yaşayan tohumu, yeni bir gelişme çevrimini başlatacaktı. Paracelsus, 'Her şeyi Tanrı yarattı. O, bir şeyi ise hiçlikten yaratmıştır. Bu şey, bir tohumdur. Bunun kullanım amacı ve görevi, baştan itibaren onun içinde saklıydı.' , diye yazmıştı. Bu nedenle, her varlığın gelişimi, belirli bir şemaya göre ve onun tohumu içindeki güçle şekillenmekteydi.

Bu gelişim özerk ve dış kuvvetlerden bağımsızdı. Zira, 'hiç birşey, zaten içinde olmayan bir şeye dönüşemez'di. Paracelsus, her tohumdaki gelişmeyi sağlayan güçü, dirimsel veya manevi bir kuvvet, Archeus, olarak isimlendirdi. İnsan vücudundaki Archeus, alınan besinlerdeki faydalıyı faydasızdan ayırmakta ve gıdayı, insan bedenindeki laboratuvarda çalışan minyatür bir simyacı gibi, vücut dokusuna dönüştürmekte idi. Farklı Archeuslar, maddeyi farklı şekillere dönüştürerek ve düzenleyerek, her biri ayrı ayrı özelliklere sahip olan canlılarda, büyük bir çeşitlilik yaratıyordu; 'Zira, Tanrı, baştan itibaren bütün yarattıklarını dikkatle farklılaştırmıştı ve farklı olan şeylere aynı görünüşü ve şekli vermemişti'.

Paracelsus'a göre, bir hastalık, bir Archeus veya tohum gibi, özgül ve dirimsel karakterde bir kuvvet idi. O, içini istila ettiği insan vücudunun Archeusu ile veya belirli organların ek Archeusları ile savaşıyor ve gereken tedaviyi sağlayan ilacın içindeki mineralin veya bitkinin Archeusu tarafından mağlup ediliyordu. Bu şekilde, Paracelsus, hastalıklara, insan vücudunun hastalıklı durumları olarak bakan eski görüş yerine, hastalıkların kendi başlarına birer birey olduğu şeklinde bir fikre doğru yaklaşmıştı. Paracelsus, hastalık hakkındaki bu görüşlerini, 1531'de açıkladı. Birkaç yıl sonra, 1546'da Girolamo Fracastoro da, 1484-1553, hastalıkların, tohum gibi varlıklar olduğu şeklinde, benzer bir teori ortaya attı. Fracastoro, atom teorisine bağlı idi ve eskiden beri bilinen, belirli hastalıkların bulaşıcı oldukları gerçeğini açıklamak için, hastalıkların da atomları veya tohumları olduğu ve bunların kendiliklerinden çoğaldığı ve insandan insana temas veya hava aracılığıyla taşındığını ileri sürdü. Bu şekilde, Paracelsus ve Fracastoro, görüşleri tam açık olmamak ve deneysel olarak hiç kanıtlanmamakla birlikte, genel bir şekilde, hastalıkların ilerdeki mikrop teorisini tahmin etmiş oldular

Paracelsus, atom teorisinden pek etkilenmemişti. Onun görüşleri, Rönesans sırasında canlanan eski felsefelerden daha çok, Reformasyon idealleri ile daha yakından ilgilidir. Reformcular kendi teolojilerini nasıl, ilk Hıristiyanlığın saflığını yeniden geri getirecek bir vahiy olarak gördülerse, Paracelsus da kendi sistemini, Hippocratesci tıbbın saflığını yeniden tesis edecek dinsel bir ilhamın eseri olarak görüyordu. Paracelsus, Galen taraftarı doktorlar için, 'onlar, bugünlerde bana doğanın yukardan vahiyle gelen büyük

sırlarının tamamen cahilidirler', diye yazmıştı. Gördüğümüz gibi, Calvinistlerin ve mekanist filozofların genel fikirleri bazı ortak öğelere sahipti. Buna paralel olarak, Paracelsus'un dirimselci felsefesi de, Luther'in Alman Reformasyonu ile ortak yönlere sahipti. Paracelsus, kendisini açık olarak Germen ülkelerine bağlı hissediyordu. Bu ona 'Kimyanın Luther'i' ünvanını kazandırmıştı ve kurduğu tıbbi kimya, her yerden çok Almanya'da popüler olmuştu.

Paracelsus şöyle diyordu: 'Nasıl, İbni Sina Müslümanların, Galen de Bergama'nın en iyi doktoru idiyse, talihli Almanya da, beni, kendisinin vazgeçilmez doktoru olarak seçmiş bulunuyor.'

Simya ve şimdi tıbbi kimya, mistik dinlerle bağlantılı idi ve Germen ülkeleri de Eckhart'tan, yaklaşık 1260-1327, Boehme'nin, 1575-1624, zamanına kadar, mistikleri ile ün kazanmıştı. Gerçekten, Boehme'nin eserlerinde, daha sonra göreceğimiz gibi, Protestan mistisizmi ile tıbbi kimya teorisi birbiri ile iç içe girmişti.

Bilimsel devrimin ve Protestan Reformasyonunun insanları, ortaçağın birleşik hiyerarşik dünya görüşüne iki açıdan karşı çıktılar. Gördüğümüz gibi, Calvinistler ve mekanist filozoflar, evrenin hiyerarşik yönetildiği kavramından uzaklaşarak, tüm varlıkların En Üst Yönetici'nin altında birbiriyle mekanik olarak dengelendiği ve güç eşitliğine sahip oldukları bir kozmik yönetimin, mutlakiyetçi teorisine yaklaşıyorlardı. Lutherciler, dirimsel felsefeciler ve özellikle tıbbi kimyacılar ise, Dünya'da yaşayan çeşitli yaratıklar arasında, hükmetme ve bağlı olma gibi, var olduğu kabul edilen geleneksel ilişkileri reddederek, bir iç prensipten türeyen özerklik nedeniyle, evrendeki her varlığın serbest ve hür olduğuna inanıyorlardı. Paracelsus, doğadaki her varlığın, kendi içindeki dirimsel gücün verdiği etkiyle, diğer varlıklardan bağımsız olarak geliştiği şeklinde bir görüşe sahipti. Mistikler, kendi zihinlerinde yaşattıkları kişisel vizyonlara en yüksek yeri vermekle, daima ferdiyetçi olmuşlardır. Germenlerin mistik dinsel gelenekleri, onların Reformasyon'unu da renklendirmiştir. Mistiklere katılarak, Luther de, insanın ruhsal özerkliğinin altını çizmiştir. Luther'e göre insanın kurtuluşu. Calvin'in yaydığı gibi, kaderini Tanrının dışardan belirlemesi ile değil, içindeki iman sayesinde olacaktı. Serbest ve özerk ruhu ile içindeki her şeyi kavrıyan insan, kendi başına küçük bir dünya oluşturuyordu.

Luther bu konuda şöyle demiştir: 'Diğer bütün yaratıklarda Tanrı, sadece ayak izlerinden farkedilir. Fakat insanda ve özellikle Adem'de Tanrı, gerçek ve tam olarak görülür; zira, Adem'in, aklı, dürüstlüğü ve her şeyi bilmesi nedeniyle, ona haklı olarak *mikrokosmos*, veya kendi içinde küçük bir dünya denilebilir; Çünkü o, gökleri, dünyayı ve bütün yaratılışı anlar.'

Tıbbi kimyacılar da insanı özerk bir mikrokosmos olarak görüyorlardı. Eski simyacıların, makrokosmosdaki gök cisimlerinin yönettiği bir mikrokosmos olarak kabul ettiği insana, şimdi, tıbbi kimyacılar özerk bir mikrokosmos olarak bakıyorlardı. Paracelsus'a göre, insanın serbestlik ve özgürlüğünün yattığı yer onun ruh alemi idi.

Paracelsus'un şöyle diyordu: 'İçindeki yıldız burçlarıyla bir bütün oluşturan gökyüzü gibi, insan da kendi içinde özgür ve büyük bir gökyüzüdür; Nasıl gökyüzü kendi kendini taşıyor ve başka bir yaratığa bağımlı olmuyorsa, insanın kendi gökyüzü de başka yaratıklara bağlı olmayıp, kendi başına vardır ve hiç bir bağımlılık altında değildir.... Düşünceler serbest olup, hiç bir kurala sığmaz ve insanın özgürlüğü buna dayanır....Ortaya attığımız her şeyin çıkış noktası ruhtadır. Bu sebeple, başımıza gelenlerin nedenini araştıracağımıza, her şeyin Tanrı'nın emri ile yapıldığına güvenelim.'

Bu noktadan hareketle, tıbbi kimyacılar da Luther gibi, mantık kullanarak yapılan sorgulama metodlarına şüphe ile yaklaşıyorlardı. Paracelsus, 'Grekler'in, tümdengelim metoduyla sadece görülenlerden çıkardıkları fiziksel bilimler, zihinsel deneylerdeki gizli olanı keşfedemez', diye yazmıştı. Bilgi, tıbbi kimyacılara göre, mistik ilhamlar, benzeşimler ve özellikle, mikrokozmos olan insan ile makrokozmos olan evrenin bütünü arasındaki benzeşimler araştırılarak, elde edilmeliydi. Paracelsus'un yazdığına göre, aradaki benzeşimler dolayısıyla, 'Gök gürlemesinin, rüzgarın, fırtınaların nedenini bilen, barsak düğümlenmesinin ve sancılarının da nereden geldiğini bilir.' Böyle ilhamların ve benzetmelerin pratikte karşılaşabileceği başarısızlık, fikirlerin gerçek dışı olduğunu değil, ancak, deneyi yapanın yetersizliğini kanıtlayabilirdi. Paracelsus'a göre, 'simyadaki bütün hata ve güçlük nedenleri, tamamen işlemi yapanın beceri eksikliğinden kaynaklanır.' Tıbbi kimyacıların diğer bir bilgi kaynağı da kutsal kitaplar ve günün dinsel anlayışı idi. Paracelsus'a göre, Yaratıcının, iç içe üç kişi olduğu inancının ilhamıyla,

dünyanın temel maddesi de üç katlı bir karmaşıklık içermeliydi. Bu düşünceden hareketle, simyacılar tarafından daha önce postüle edilmiş iki madde olan kükürt ve cıva yanına, Paracelsus üçüncü bir temel maddeyi, yani tuz'u da kattı. Paracelsus bunlar hakkında şöyle yazmaktadır: 'Bu üçü, en önemli maddeler olup, tek bir isme sahiptir: Birinci madde Tanrı'dır ve onda olduğu gibi, içinde üç kişilik vardır. Böylece, cinsler görevlerine göre ayrılırsa da, üç görev de ilk maddenin tek ismi altında anlaşılmalıdır.

Paracelsus'un teorileri, onaltıncı ve onyedinci yüzyıllarda büyük etki yaparak, Galen'in görüşlerine rakip oluşturdu. Genel olarak, Paracelsus'un eserleri üniversitelerde yasaklandıysa da, onun teorilerinin buralarda da oldukça popüler olduğu anlaşılmaktadır. Zira, onaltıncı yüzyıl sonlarında, Paracelsus'un doktrinlerinin yasaklanmasına karşı, Paris ve Heidelberg'te öğrenci ayaklanmalarının oluştuğu bilinmektedir. Fakat, tıbbi kimya, akademisyen doktorlardan çok, kendilerine tıbbi uygulamalara girmeleri için bir temel verdiğinden ve kendi sanatlarına bir teori kazandırdığmdan, eczacılara daha fazla hitap ediyordu. Eczacıların statüsü, on yedinci yüzyıl İngiltere'sinde önemli ölçüde ilerledi. 1608'de, ilk ilaç tüccarları olan, Toptancılar Birliği'nden ayrılarak kendi Eczacılar Birliği'ni kurdular. Giderek artan bir şekilde tıp uygulamalarına giriştiler ve 1665-66'daki Büyük Veba salgınında, bir çok Galen'ci doktor Londra'dan kaçarken, onlar şehirde görevleri başında kalarak kendilerini gösterdiler. Nihayet, 1703'deki bir deneme sonucunda, eczacılara tam yetki ile tıp uygulamalarına girme hakkı tanındı. Ama bu hak on dokuzuncu yüzyılda geri alınmıştır.

Tıbbi kimyaya gelince, bu, Brükselli bir asilzade olan John Baptist van Helmont, 1584-1644, tarafından daha ileriye götürüldü. Hayatta iken yayınladığı bazı küçük eserlerinde de aynı görüşleri belirtmekle beraber, asıl eseri, ölümünden sonra 1648'de yayınlanan, *Tıbbın Gelişimi Üzerine* adlı kitabıdır. Helmont da Paracelsus'u izleyerek, Aristoteles mantığını ve okullardaki tümden gelimci akıl yürütmeyi reddetmişti. 'Matematiğin kuralları ve ispat ile öğrenme, doğayla uyuşmadığından, mantık yararsızdır,' diye yazmıştı. Kendisince, vizyon ve mistik ilhamla elde edilen bilgi ilahi kabul edilirken, mantık ve isbat ile elde edilen bilgi ise, sadece insani ve çok daha önemsiz görülmüştü. Paracelsus gibi, Helmont da benzeşim ile çok ilgilenmişti.

Görüşleri, yersel ve göksel nesneler arasında varsayılan benzerlikler üzerine dayanıyordu. 'Ay'ın altındaki nesneler, yukarıdaki şeylere benzerlikleri ve onlarla aralarında mevcut oranlar aracılığı ile kendilerini ifade ederler', diye yazmıştı. Helmont, deneyciliğe Paracelsus'dan daha yakın olduğu gibi, fikirlerini de daha tutarlı bir şekilde pratiğe sokmaya gayret etmiştir. Kimya, üniversitelere girmeli ve öğretim, 'sadece ders anlatımı ile değil, doğada olduğu gibi, ateş üzerinde el becerisi ile yapılan deneylerle; yani, damıtarak, nemlendirerek, kurutarak, oksitleyerek, çözerek' yapılmalıydı.

Helmont, temel maddenin, tuz, cıva ve kükürt gibi üç ilkel elemandan oluştuğu şeklindeki Paracelsus'un görüşlerini kabul etmedi. Fakat, o da Paracelsus gibi, teolojik bir şekilde akıl yürüterek, Kutsal Kitap'ta bütün yaratılışın önünde yer alan ilkel kaos içinde, suyun adı geçtiğinden, onun temel madde olması gerektiğini savundu. Bu görüşün mahirane bir deneyle ispatlanabileceğini düşündü. İki buçuk kilo ağırlığında bir söğüt fidanını, 100 kg. toprak koyduğu bir kaba dikti. Bunu beş yıl sulayarak, 130 kg.'hk bir ağaç haline geldikten sonra, kaptaki toprağı tarttığında, bunun değişmediğini buldu. Helmont, ağaca sadece suyun eklendiğini, emilen ve odun haline dönüşen suyun, ağacın ağırhğının artmasını sağladığını iddia etti. Diğer deneyler de, onu, suyun toprak haline dönüştüğüne inandırdı. Bu nedenle, toprak, temel bir eleman değil, türemiş bir elemandı. O zamanın kaba cam kaplarında kaynatılan su, camın eriyen ve yoğuşan bir kısmı nedeniyle geride çökelti bırakmaktaydı. Helmont, bu çökeltinin toprak olduğunu kabul ederek, bu olayı, suyun toprağa dönüşmesi şeklinde yorumladı. Geleneksel dört elemanın biri olan ateş de, Helmont'un gözünde eleman değil, sadece yanan bir duman idi. Fakat, bir miktar havayı nekadar sıkıştırırsa sıkıştırsın, onun, su buharı veya diğer buharlar gibi, 'su' veya sıvı haline yoğuşmadığına bakarak, havanın bağımsız bir eleman olabileceğini düşündü.

Paracesus gibi, Helmont da, doğal dünyanın çeşitli öğelerinin, temel madde içinde gelişen bazı tohumlardan oluştuğunu varsayıyordu. Her tohum veya maya, kendi içinde, tohumdan gelişecek varlık için tek bir gelişim ve davranış planı belirliyen, dirimsel bir kuvvet veya ruh taşımakta idi. Böylece, doğa, bir özerk varlıklar çokluğundan oluşuyor ve bu varlıkların her biri, kendi iç dirimsel kuvveti tarafından belirleniyordu.

Helmont. şöyle diyordu: 'Cisimlerin doğuşlarında iki esas etken vardır: Su elemanı veya (maddesel) temel ile, maya veya tohumsal temel....Maya, kendi monarşisi içinde dünyanın başlangıcında planlanmış ve gereken şekilde yaratılmış bir varlıktır. Kendisi tarafından oluşturulacak nesnelerin, şekil, hareketler. zaman, ilişkiler, eğilimler, yetenek, dengeler, ölçüler, düşmanlıklar, ve zafiyet gibi, yaratılış ve yönetim işinde her gün ortaya çıkan tiplerini veya özelliklerini, kendi içinde taşır.'

Hatta, bir insan vücudunun organları gibi karmaşık bir bütünün parçaları da, kendi hayat ve varlıklarına sahiptirler. Bu, o parçayı yöneten ruhsal veya dirimsel güdüden ileri gelir. Hastalıklar, insana dışardan giren canlı varlıklar olup, belirli organlarda yerleşerek, dirimsel süreçleri ellerine geçirirler. Van Helmont, 'her hastalık bilinmeyen bir misafirdir' demiştir. Çünkü, ona göre, her hastalıkta 'kendi etkin nedeni ve kendi maddesi bulunur'. Böylece, her hastalık, nedeni, etkisi ve yeri itibariyle kendine özgü olduğundan, kendi özel ilacı ile tedavi edilmeliydi. Bu. eskiden olduğu gibi herşeyi tedavi ettiği sanılan karmaşık bir ilaç değil, basit bir inorganik veya bitkisel madde olmalıydı. Helmont'un fikrine göre, eski doktorlar hastalıkları, belirtileri ile karıştırmışlardı. Onlar. nedenleri değil, belirtileri ortadan kaldırmağa uğraşmışlardı. Onun yazdığına göre, 'tedaviye, asla belirtilerin yok edilmesiyle değil, fakat genellikle, ilgili nedenin ortadan kaldırılması ile ulaşılır.'

Kimya alanında Helmont, gazlarla hava elemanı arasındaki farka işaret eden ilk kişidir. Onun zamanından önce ve hatta bir süre sonrasına kadar, gazlarm havanın farklı şekilleri olduğu veya hava ile çeşitli yabancı maddenin karışımı olduğu sanılıyordu. Helmont. gazların hem birbirlerinden, hem de havadan ve yoğunlaşabilen buharlardan temel olarak farklı maddeler olduğuna inanıyordu. Simyacılar, cisimlerin 'madde' ve 'ruh'lardan oluştuğunu ve bazı hallerde cismi ısıtınca, çıkan buharı yoğuşturarak 'ruh'u izole edebileceklerini düşünüyorlardı. Bu şekilde. alkol veya 'şarap ruhu' ve hidroklorik asit veya 'tuz ruhu' elde etmişlerdi. Benzer şekilde, Helmont da, her varlığın bütün cisimlerde ortak olan ilkel madde ile, o varlığa özgü olan bir dirimsel kuvvet veya 'ruh'tan oluştuğunu düşünüyordu. O, böyle ruhları izole etmeğe çalıştı. Bunu sadece ateş üzerinde geleneksel ısıtma yöntemleriyle değil, asitlerin maddeler üzerindeki etkileriyle de denedi ve bazı hallerde de, yoğunlaşmayan buhar veya

ruhların çıktığını gördü. Bu buharlara, o, 'gazlar' adını verdi ve her maddenin ruhunu kendine özgü varsaydığı için, gazların da kaynaklarına göre birbirlerinden farklı olduklarını düşündü. Böyle bir bakış, Helmont'u bir kaç gazı izole ve karakterize etmeğe sevketti. Bunların başında, karbonun, azotun ve kükürtün oksitleri geliyordu. Gazlar, maddelerin saf ruhsal enerjileri olduğu için, o, kendi teorisine göre gazların güçlü etkenler olduğu sonucunu çıkardı ve buna barutun patlamasını ve sıkışmış gazların kapları parçalamasını örnek olarak gösterdi.

Tıbbi ve kimyasal problemler sadece tıbbi kimyacılar ve dirimselciler tarafından değil, onyedinci yüzyılın mekanikçi düşünce ekolü filozofları tarafından da ele alınıyordu. Genellikle tıbbi kimyacılar, inorganik maddelerin, içlerindeki canlı kuvvetler sayesinde değiştiğini ve canlı olduklarını düşünüyorlardı. Buna karşılık, mekanikçi filozoflar maddeyi ölü ve etkimez olarak görüyorlar ve onun ancak dış mekanik kuvvetlerin etkisiyle değişebileceğini sanıyorlardı. Her ne kadar, mekanikçi felsefe, sonunda daha faydalı olmuşsa da, bu iki bakış on yedinci yüzyılda kimyaya sınırlı olarak uygulanabilmiştir. Mekaniğin yasaları çok genelleştirilmişti ve o her çeşit madde için aynı değişme şekillerini öngörmüştü. Bu nedenle, onun kimyasal reaksiyonlardaki özellikleri açıklaması mümkün değildi. Buna karşılık tıbbi kimya ise, kimyasal özellikler için sadece gerçek dışı açıklamalar getiriyor ve bunları belirli dirimsel kuvvetlere bağlıyordu.

Kimyasal değişim konusunda mekanikçi bir teori ortaya atan ilk kimyacılardan biri, on yedinci yüzyılın ilk yarısında bir Fransız metallurjisti olan Jean Rey olmuştur. Bir süredir, metallerin havada ısıtılarak bir oksit oluşturduğunda ağırlığının arttığı bilinmekteydi. Bu olayı açıklamak için, Rey 1630'da havanın ağırlığı olduğunu ve onun ısıtma sırasında metal tarafından alındığını ileri sürdü. O, bu süreci, havanın metal ile kimyasal bir birleşimi olarak değil, fakat kuru kumun içine su alarak ağırlığının artmasına benzeyen, mekanik bir karışma şeklinde görüyordu.

Rey'in yazdığına göre, 'ağırlıktaki artma havadan gelmektedir. Hava, metal oksit tozu ile karışır ve onun en ufak parçalarına kadar nüfuz eder; bu. kuma, su atılıp karıştırıldığında, suyun en küçük kum tanesine bile yapışarak onu ağırlaştırmasından farklı değildir.'

Kendisini mekanikçi bir filozof olarak gören daha tanınmış bir kimyacı, Robert Boyle'dir, 1627-91. Kendisi, Stuart devri başlarında henüz bir yeni zengin olan ikinci Cork Dükünün küçük oğlu idi. Boyle, tıbbi kimyacıların çalışmalarına ve özellikle onların ampirik gözlemlerine ilgi duyuyor, fakat bu gözlemlerin mekanikçi felsefe yoluyla açıklanması gerektiğini düşünüyordu. Boyle için mekanikçi felsefe, maddenin, hareket halinde bulunan maddesel taneciklerden meydana geldiğini savunan bir teoriydi. Onun iddiasına göre, 'maddesel tanecik kuramından daha kapsamlı ve anlaşılır bir yasaya' rastlamak mümkün değildi. Mekanikçi bakış açısını genelleştirmiş olan Descartes, atom teorisini, boşluğun varolamayacağına mandığı için reddetmişti. Fakat Boyle, boşluğun bir hava pompası ile elde edilemeyeceğine düşünüyordu. Üstelik atom teorisi, onaltıncı yüzyıl süresince canlanıyor ve on yedinci yüzyılda, artık başta College de France'da matematik profesörü olan Pierre Gassendi, 1592-1655, olmak üzere, bir çok yazar tarafından destekleniyordu. Böylece atom teorisi, yavaş yavaş mekanikçi felsefenin bir parçası haline geldi.

Boyle, bu görüşü fizikteki çalışmalarına doğrudan uygulanabilir buldu. Bir gazın basıncının hacmiyle ters orantılı olarak değiştiğini keşfedince, bu yasanın, gazın içindeki taneciklerin ya duran yaylar veya rastlantısal hareketler yapan küreler olarak kabul edilmesi ile açıklanabileceğini gördü. Daha sonra, Newton, Boyle'un gaz yasasının, birinci kabulden çıkacağını gösterirken, Bernouilli de ikinci kabulün doğru olduğunu kanıtladı. Fakat kimyasal problemlere gelince, Boyle, mekanikçi felsefenin çok daha az kullanılabilir olduğunu farketti. Kimyasal maddelerin kendilerine has özelliklerinden ve reaksiyonlarının özgünlüklerinden sözederken, Boyle, 'benim tarafımdan bu özelliklerin kaynağı olarak teklif edilen tanecik felsefesinin karşılaştığı büyük güçlük: Yani, doğal cisimlerde görülen çok çeşitli özelliklerin, sadece iki kabul gibi az sayıda yasadan elde edilebilmesi ve bunların madde ile hareketten ibaret olması, inanılmazdır', demekteydi. Boyle, tuzun suda eriyip, yağ veya cıvada erimemesine; altının cıvada eriyip, su veya yağda erimemesine ve gene kükürt'ün yağda eriyip, su veya cıvada erimemesine, işaret etmiştir. Böyle özelliklerin, 'cisimlerdeki değişim maddeleri' aracılığıyla açıklanabileceğini düşündü. Yani, ya maddelerin temel atomlarının çeşitli şekil ve büyüklükleri olduğu ve bunların farklı tarzda hareket ettiği, veya bunların, birbirlerine göre farklı derece ve düzenlerde sabit olup içlerindeki küçük boşluklardan yayılan

'hafif koku sızıntılarının' olduğu, kabulleriyle açıklanabileceğini düşündü. Boyle'a göre, 'cisimlerdeki değişim maddeleri', bir alfabedeki harfler gibi birbirlerine çeşitli şekillerde bağlanarak, çok sayıda farklı kombinezon yapılabilir ve bunların her biri, bir kimyasal maddenin değişik özellik takımını oluşturabilirdi. Lakin Boyle, kendi 'değişim maddeleri' aracılığıyla, cisimlerin gözlenen kimyasal özelliklerine faydalı bir yorum getirmeyi başaramadı. Zira onun teorisi, o zamanki kimyanın dağınık bilgilerini sistematize etmediği gibi, deneysel yoldan doğrulanmaya da açık değildi.

Diğer bakımlardan, Boyle, bilinen süreçleri ve konunun genel aksiyomlarını geliştirerek, modern kimyanın kuruluşuna katkıda bulundu. Bacon'un yolundan gidenlerden biri olarak, kimyanın, önemli ölçüde deneysel gözleme dayanarak kurulması gerektiğini ve özellikle, kimyasal değişmelerin sayısal olarak incelenmesini savundu. Boyle, pür ve homojen maddelerle çalışmanın önemini belirtmiş ve bu bağlamda, kavramsal olmasa da, kimyasal element'in tarifini formüle etmişti.

Boyle, 'element ile; bazı ilkel ve basit veya başka cisimlerden yapılmamış, tamamen katıksız cisimleri kastediyorum.....bunlar, mükemmel karışık cisimlerin, doğrudan doğruya kendilerinden oluştuğu ve sonuçta gene bunlara ayrılacağı bileşenlerdir,' demektedir.

Bununla beraber, Boyle, su. hava ve ateş'in de birer element olduğu fikrine yakınlık duyuyordu. Ayrıca Boyle, havada kızdırılan bir metalin, oksit tozuna dönüşürken, ağırlığının artmasına, bir 'ateş maddesi'nin neden olduğunu düşünüyordu. Böylece, Boyle, metaller kızdırılırken içlerine hava girdiğine dair Rey'in bilinen teorisiyle; gazların belirli kimyasal maddeler olup, bunların havanın şekillerinden biri, veya içine yabancı madde karışmış hava olmadığı hakkındaki Helmont'un teorisini geliştirmeği başaramadı.

Fizyolojide Boyle ve özellikle onun izinden giden Robert Hook, 1635-1703, Richard Lower, 1631-91, ve John Mayow, 1645-79, daha da ileri gittiler. Bunlar, koyu kırmızı toplar damar kanının ciğerlerde parlak kırmızı atar damar kanına dönüşmesine, havanın bir kısmının vücuda girmesinin yol açtığını ve alınan havanın, vücutta kimyasal yanmağa benzeyen bir sürece hizmet ettiğini iddia ettiler. Paracelsus, kendi karakteristik benzetme üslubuyla, tıpkı yiyeceklerin mide tarafından sindirilmesi gibi, havanın da ciğerler tarafından

sindirilen bir gıda şekli olduğunu iddia etmişti. Hayvanların havası tazelenmeyen bir ortamda kısa sürede öldüklerini ve kendi hava pompası ile oluşturduğu havasız bir ortama konduklarında ise aniden öldüklerini gören Boyle da bu fikre katıldı. Bir mum alevi de benzer şekilde havaya ihtiyaç gösteriyordu. Bu nedenle Hook, nefes alıp vermenin yanmaya benzer fizyolojik bir süreç olduğunu ileri sürdü. Boyle, kapalı kaplardaki hayvanların ve mum alevlerinin orada bulunan havanın bir kısmını massettiklerini görerek, bu kısmın hava elementini de içeren bir 'dirimsel öz' olduğunu iddia etti. Hook, barutun havasız yerde ve su içinde de yandığını görünce, havanın yanma ve soluma için gerekli 'dirimsel öz'ün 'azotlu bir ruh' olduğunu ve bunun, barut karışımındaki güherçilede de bulunduğunu kabul etti. Lower ile birlikte Hook, koyu kırmızı toplar damar kanını hava ile birlikte çalkaladığında, parlak kırmızı atar damar kanı oluştuğunu gördü. Ayrıca Lower de, havasızlıktan boğulan hayvanların kanının koyu kırmızı olduğunu, halbuki ciğerlerine bir çift pompa ile hava verilmiş hayvanlarda kanın parlak kırmızı olduğunu buldu. Bunun üzerine Lower, kanın, havanın dirimsel kısmı olan 'azotlu ruh'u ciğerlerde aldığını bu esnada da koyu renkli toplar damar kanının parlak atar damar kanına dönüştüğünü ve bunun da 'azotlu ruhu' vücutta dolaştırarak çeşitli dirimsel süreçlere taşıdığını ileri sürdü. Böylece, örneğin nefes alamayan bir embriyo, dirimsel 'azotlu ruhu' annesinin atar damar kanından almaktaydı.

Boyle, Hooke ve Lower'in çalışmaları, John Mayow tarafından 1674'de yaymlanan *Beş Mediko Fizikal İnceleme*'de özetlenerek geliştirildi. Mayow, havanın soluma ve yanma için vazgeçilemeyen dirimsel kısmının, bazı 'azot hava tanecikleri'nden oluştuğunu ileri sürdü. Bu tanecikler, barut havasız da yanabildiği için, güherçilede de bulunmalıydı. Bunlar, antimon, nitrik asitle etkileşmeye sokulduğunda veya havada ısıtıldığında aynı ürünü verdiğinden, nitrik asit içinde de mevcut olmalıydı. Her iki halde de ürün, başlangıçtaki antimon'dan daha ağırdı. Ağırlıktaki artış, massedilen 'azot hava tanecikleri' nedeni ile olmalıydı. Böyle tanecikler, soluma esnasında kan tarafından da alınmakta ve kandaki 'kükürt'lü veya yanabilen taneciklerle birleşerek beden ısısını yaratmaktaydılar. Mayow, havayı, kendi 'azot hava tanecikleri' ile, başka bir gazın karışımı olarak görmüyor, havanın temel bir madde olduğunu ve hava taneciklerine 'azot hava taneciklerinin' bağlanmış olduğunu düşünüyordu. Öncekiler, küçük yaylara benziyordu ve 'azot hava tanecikleri' onlardan soluma veya yanma nedeniyle ayrıldığında, esnekliklerini biraz kaybediyorlar ve bu

yüzden havanın hacmi biraz küçülüyordu. Mayow'un 'azot hava tanecik'lerinin kimyasal ve yaşamsal olaylarda oynadığı rol hakkındaki görüşü, bazan kendisinin öngördüğü söylenen, oksijenin kimyasal ve fizyolojik rolü hakkındaki modern kavramlardan biraz farklıdır. O, mekanikçi felsefeye bağlı olduğundan, 'azot hava tanecikler'inin etkisinin geniş ölçüde mekanik olacağını düşünüyordu. Yani aralarında, bizim kimyasal birleşme diyeceğimiz cinsden bir etkileşmeye girmiyorlardı. Demirin paslanması, 'azot hava tanecikler'inin mekaniksel olarak aşınması, adelenin kasılması, bu taneciklerin adele içinde hızla hareket etmesi ve acıkma da, bu taneciklerin mide duvarlarını sıkıştırarak acıtması yüzünden ortaya çıkıyordu. Isı ve ışık, hızla hareket eden 'azot hava tanecikleri' iken, soğuk ve göğün mavi oluşu ise, bu taneciklerin hareketsiz olması demekti. Bu şekilde, Mayow, kendi 'azot hava' ruh veya taneciklerini, simyacıların ve tıbbi kimyacıların maddelerine benzeyen kapsamlı bir madde düzeyine çıkarıyordu. Gerçekten de, görüşlerinin çoğu, dirimselci tıbbi kimya teorilerinin mekanikçi benzerleri idi. Tıbbi kimyacılar gibi o da, doğada üç temel madde olduğunu, bunların da azot hava ruhu ile kükürt ve tuz olduğunu söylüyordu. Kendi azot hava ruhu, simyacıların cıvasının yerini alıyordu. Simyacıların, metallerin cıva ile kükürt'ün etkileşmesinden oluştuğunu düşünmeleri gibi, Mayow da kimyasal değişmelerin, genellikle azot hava ruhu ile kükürt'ün etkileşmesinden çıktığını kabul ediyordu.

Kendisi, 'Azot hava ruhu ve Kükürt, karşılıklı olarak devamlı bir kavga içindedirler; gerçekten birbirleriyle karşılaştıklarında verdikleri mücadelelerden ve sırayla içine düştükleri çeşitli hallerden, her türlü değişiklik ortaya çıkabilir.' diye yazmıştır.

On yedinci yüzyıldaki İngiliz tıbbi kimyacılar okulunun çalışmaları, Mayow ile son buldu. Okulun gelenekleri, bir ölçüde Stephen Hales, 1671-1761, tarafından devam ettirildiyse de bu sürekli olamadı ve modern kimya, onsekizinci yüzyılın sonunda başka bir yerde, yani Fransa'da, kuruldu. Boyle, kimyasal bir element için makul bir tanım getirdiği gibi, kimyada, ilerisi için ümit veren bir yöntem kavramına da ulaşmıştı. Boyle ve ekolü, havanın, solunum ve yanmada dirimsel bir rol oynadığı ve bu süreçlerde havanın bir kısmının massedildiği sonucuna varmışlardı. Bu görüşlerin yanı sıra, Helmont'un gaz kavramı ile Rey'in, metalleri oksit tozuna dönüştüren teorisi, daha sonraki devrede Almanya'dan Avrupa'ya flogiston teorisi şeklinde yayılan yeni bir tıbbi kimya dalgasıyla birlikte, tamamen kaybolmasa bile, modası geçmiş bir duruma düştü.

21. Bölüm

Bilimin İlk Modern Uygulamalarına Örnekler

BİLİMİN ilk önemli uygulamaları, hesap ve kayıt tutmakta, yüzey ölçümleri, harita ve takvim yapmakta, astronomi ve matematiğin bronz çağında kullanıma girmesiyle olmuştur. Bu uygulamalar, Grekler ve Araplar tarafından geliştirilmişse de, bilim, tamamen yeni alanlara, büyük coğrafi keşiflerin denizcilikte yeni problemler ortaya çıkardığı ama geleneklerin hazır çözüm vermediği modern çağların başına kadar uygulama bulamamıştı. Büyük Moğol İmparatorluğu'nun çöküşünden başlayarak Avrupa'da ticaret potansiyelinin artmasına karşılık, Uzak Doğu ile kıta içlerinden ticaret, gittikçe daha zor bir hal almaktaydı. Bu nedenle, şimdi okyanus aşırı seyahatlere uygun yelkenli gemiye sahip olan Avrupalılar tarafından doğuya doğru alternatif yollar aramağa başlandı. İlk kaşifler, Venedikliler tarafından Doğu Akdeniz ticaretinden kovulmuş bulunan Cenevizlilerdi. Fakat bunlar fazla şey başaramadılar ve yerlerini kısa sürede Portekizliler aldı. Yine de, alet geliştiren ve aralarında Columbus ve Cabots'un da bulunduğu, kılavuz kaptanlık yapan Cenevizliler, bir süre için büyük şöhretlerini korudular.

On beşinci yüzyılın başlarından itibaren, Portekizliler, hala ortaçağların kıyıları izleyerek yapılan gemicilik yöntemiyle, Batı Afrika kıyılarından aşağıya doğru inmeye çalıştılar. Portekiz kıralının genç oğlu, Gemici Henry, 1394-1460, 1420'de St.Vincent burnundaki Sagres'de bir denizcilik araştırma enstitüsü ile bir rasathane kurdu. Bu enstitüye, Ptolemy ve diğer eski yazarların astronomi ve coğrafya alanındaki eserleri getirtildi ve bunlar keşifler için kullanıldı. Fakat, Henry'nin kaptanlarından biri şunu belirtmişti: 'Ünlü Ptolemy'e gereken tüm saygıya rağmen, onun dediği herşeyin tersinin çıktığını gördük.' Rasathane ve enstitünün kadrosu, Alman matematikçilerle, 1450'lerden itibaren keşfedilen kıta ve denizlerin haritasını hazırlayan İtalyan harita yapımcılarından oluşuyordu. Matematikçiler, Dünya'nın çevresini yeniden hesapladılar ve Posidonius ile Ptolemy'nin bir derece uzunluğu olarak verdiği küçük bir tahmini değeri kullandıklarından, çok iyimser, kısa bir mesafe buldular. Bu tahmini değer kullanılarak, 1474'de Dünya'nın batı yönünde çevresinin dolaşılmasına yarayacak bir rota belirlendi.

Portekizliler doğuya doğru yöneldiler. Bartholomew Diaz, 1486'da Ümit Burnu'nu döndü ve Vasco da Gama ise bu yoldan 1497'de Hindistan'a vardı. İspanyollar ise batıya yöneldiler; Columbus 1492'de Batı Hint adalarına ulaştı. Columbus da, Gama da, geniş okyanus bölgelerini kara görmeden geçmek zorunda idiler. Bir taraftan da, yolculuklarını tekrar yapabilmek için okyanus haritalarına ve bir geminin denizdeki konumunu belirtecek yöntemlere gereksinmeleri vardı. Büyük bölgeleri kapsayan okyanus haritalarını yapabilmek için, yeryüzündeki noktaların birbirlerine göre konumlarını bilmek ve küresel Dünya'yı, düzlemsel bir haritaya aktarabilmek gerekli idi. Bir geminin denizdeki konumunu belirlemek ve yeni keşfedilen toprakların yerlerini saptayabilmek, enlem ve boylamların ölçülmesini sağlayacak işlemler gerektiriyordu. Ekvator'un güney ve kuzeyinde olan bir yerin enlemi, Greklerin de bildiği gibi, gündüzün Güneş'in yüksekliğini veya gece de kuzey yarıkürede Kutup Yıldızı'nın yüksekliğini ölçerek kolayca bulunabiliyordu. Fakat, iki nokta arasındaki boylamsal mesafeyi ölçmek daha zordu. Böyle uzaklıklar, söz konusu olan yerlerin yerel zamanları arasındaki farkı ölçerek tahmin edilebilirdi: Örneğin, İngiltere'de öğle iken, Sibirya'da güneş batmakta ve Amerika'da da şafak sökmektedir. Bu yerlerin zaman farklarından aradaki bağıl uzaklıklıklar belirlenebilirdi. Verilen bir yerdeki yerel zaman, Güneş'e bakarak, güneş saati ile, veya geceleri kutup yıldızının etrafındaki yıldızların, örneğin 'saat yıldızları' olarak tanınan Büyük Ayı takım yıldızının, zahiri dönüşünden kolayca bulunabiliyordu. Fakat, değişik yerler arasındaki zaman farkını bulmak için, buralardaki gözlemcilerin yerel zamanı, aynı anda gözleyebilecekleri bir Güneş veya Ay tutulmasına, veya şimdiki Greenwich Ortalama Zamanı gibi, keyfi bir standard zaman skalasına göre belirlemeleri gerekiyordu. Antik devir ve ortaçağlarda, bir tutulmanın aynı anda gözlenmesi ve farklı yerlerdeki yerel zamanlar, boylam bulmak için eldeki tek metodu oluşturuyordu. Fakat Güneş ve Ay tutulmaları onaltıncı yüzyıl gemicilerinin bu metodu kullanabilmeleri için çok nadir olarak oluşuyordu.

Böyle problemler ile, arazi ölçümü ve takvim yapımı ile ilgili daha eski problemler, onbeşinci ve onaltıncı yüzyıllarda, özellikle Güney Almanya, Hollanda ve Kuzey İtalya'da ele alınmaktaydı. Gördüğümüz gibi, Johannes Müller, 1436-76, Nürnbergli zengin bir tüccar olan patronu Bernhard Walther'in, 1430-1504, rasathanesinde, takvimde reform yapmak ve İspanyol

ve Portekizli gemicilerin kullanacağı deniz almanaklarını hazırlamaya yarayan verileri toplamak amacıyla, gökyüzünü gözlemeye katıldı. Bir süre sonra, 1524'de, Ingolstadt'da bir matematik profesörü ve İspanya İmparatoru V. Charles'in dostu olan Peter Bennewitz, 1495-1552, boylamın belirlenmesi için standard zamanın, ayın konumunu sabit yıldızlar arasında gözleyerek bulunabileceğini ileri sürdü. Bennewitz, bundan başka, büyük kara alanlarının haritalarının yapılabilmesi için bir izdüşüm yöntemi buldu. Kendisi, Dünya'nın enlemlerini paralel düz çizgilerle ve boylam meridyenlerini de daire yayları ile gösteriyordu. Bu yayların eğriliği, düz olan ilk meridyenden itibaren artıyordu. Böylece, Dünya'nın haritası ekvatorda birbirine eşit genişlikte olan, otuzaltı parçaya ayrılmış oluyordu. Strassburglu bir matematikçi ve diğer bir güney Alinanyalı olan, Martin Waldseemuller, 1522'de arazi ölçmek ve gökyüzünü incelemek için teodolitin ilk prototipini geliştirdiler.

Hollanda'da, pusulanın mıknatıs iğnesinin gerçek kuzeyden sapmasını düzelten Flamanlar, Avrupa'nın en iyi pusula yapımcıları arasında, bu düzeltmeyi yapmayan Cenevizlilerle uzun süredir rekabet halinde idiler. Louvain'de matematik profesörü ve İmparator V. Charles'ın Kraliyet Kozmografı olan Gemma Frisius, 1508-55, 1530'da, bir yerin boylam ölçümü için gereken standard zamanın, şimdi Greenwich'de olduğu gibi, başlangıç meridyenindeki yerel saate ayarlanmış, hassas mekanik saatlerle ölçülebileceğini ileri sürmüştü. 1533'de, Frisius, o zaman yüzey ölçümleri için kullanılan ve zahmetli olan uzunlukları adımlama yöntemi yerine, kendi buluşu olan, üçgenleme yöntemini ortaya attı. Öne sürdüğüne göre, önce keyfi bir doğru parçasının baz uzunluğu ve daha sonra, bu doğru parçasının uçlarından, uzaktaki çeşitli noktalara çizilen doğruların oluşturduğu açılar ölçülmeliydi. Bu ölçümler, bakılan nesnelerin uzaklıklarını trigonometrik olarak veriyordu. Diğer bir Flaman olan öğrencisi Gerard Mercator, 1512-94, onaltıncı yüzyılın en maharetli alet ve harita yapımcılarından ve yüzey ölçenlerinden biriydi. Kendisi, 1569'da yine kendi keşfettiği ve gemici haritaları için ideal olan bir izdüşüm yöntemi ile çizdiği bir dünya haritası yayınladı. Mercator, boylamı gösteren meridyenleri eşit aralıklı paralel doğrularla ve enlemleri de ekvatora paralel ve meridyenlere dik olan paralel doğrularla göstermişti. Enlem çizgilerinin, kutup bölgelerine doğru aralıkları azar azar, artıyordu; öyleki, enlemlerin dereceleri de, boylamların dereceleriyle aynı ölçüde abartmalı

olmaktaydı. Böyle bir izdüşüm, bir rotanın haritada işaretlenmesini büyük ölçüde kolaylaştırıyordu. Çünkü, bir Mercator haritasında bir geminin sabit bir pusula yönüne doğru hareketi, daima düz bir çizgi olarak işaretlenebilecekti. Halbuki diğer izdüşümlerde, rotanın, doğrusal değil karmaşık bir eğri olarak çizilmesi gerekiyordu.

Böylece, gemicilikte kullanmak amacıyla, küresel Dünya'yı düzlemsel bir haritada gösterebilme problemi, Mercator tarafından çözülmüş oluyordu. Fakat, açık denizde boylamın bulunması sorunu, Bennewitz ve Frisius'un yöntemleri henüz uygulanabilir olmadığı için, çözülmemiş sayılırdı. 1598'de, İspanya Kralı III. Philip, boylam belirlenmesi için 1.000 altınlık bir ödül koyduğu gibi, hemen aynı zamanda, Hollanda Temsilciler Meclisi de bu problemin çözümü için 10.000 Fl'lik başka bir ödül ilan etti. Bundan kısa bir süre sonra Galileo, teleskopuyla Jüpiterin dört uydusunu keşfettiği zaman, bunların sık aralarla oluşan tutulmalarının, farklı yerlerdeki standart zamanın bulunması için iyi bir yöntem oluşturacağını belirtti. Bu amaçla, Galileo, Jüpiter uydularının hareketleri için tablolar oluşturarak bunları İspanya ve Hollanda'ya teklif etti. Fakat, Galileo'nun tabloları hassas olmadığı gibi, geminin hareketleri bir teleskopla sürekli gözlem yapmayı zorlaştırdığı için, bu metod denizde uygulanabilir gibi değildi. Buna karşılık, Galileo, bu problemi Frisius'un metodu ile çözme ümidi veren diğer bir keşif yaptı. Bu, salınım genlikleri küçük olan bir sarkacın peryodunun değişmediği gerçeği idi. Galileo'dan, işleyişi böyle bir sarkaçla düzenlenen mekanik bir saatin tasarımına ait bilgiler kalmıştır. Açık denizde standart zamanın belirlenmesi için gereken sarkaçlı kronometrelerin yapımına ilişkin daha sonraki teşebbüsler, Hollandalı Christian Huygens tarafından gerçekleştirildiyse de, geminin hareketleri sarkacın salınımını etkilediği için başarı sağlanamadı.

Buraya kadar açıklanan gelişmelerde önemli bir nokta, İberya yarımadası insanlarından navigasyon problemleri konusunda dikkate değer bir katkının gelmemesidir. İspanyollar ve Portekizliler, büyük coğrafi keşifleri gerçekleştirmek ve bundan yarar sağlama konusunda en önde oldukları ve bunun için navigasyon problemlerini en ciddi şekilde yaşadıkları halde, bunların çözümü için bilimi kullanmak veya bilimi geliştirmekte fazla bir katkı yapmadılar. On altıncı ve on yedinci yüzyılın başlarında, bilimin gelişmesine en

önemli katkıları yapanlar, Kuzey İtalya'dan, Almanya'dan ve Hollanda'dan çıkmaktaydı. Alman ve İtalyanlar, uzun geçmişe sahip kültürel ve ticari gelenekleriyle hem temel, hem de uygulamalı bilimleri geliştirdilerse de, onyedinci yüzyıl ortalarında refahlarını kaybedince, bilimleri de duraladı. Nisbeten yeni bir kültürel ve teknik geleneğe sahip olan Hollandalıların bilimsel etkinlikleri, başta daha çok uygulamaya yönelikti. Dutchların İspanya'ya karşı yaptıkları bağımsızlık mücadelesinde, Flaman katkıları azalırken, Brugesli Simon Stevin'in, 1548-1620 Hollanda tarafına katılmasıyla, buradaki bilim çalışmaları Dutchlar tarafından sürdürüldü. Stevin'in mekanik çalışmaları her ne kadar uygulamaya dönükse de, bunlar Hollanda teorik biliminin de başlangıcını oluşturur. Bu çalışmalar meyvesini, Christian Huygens, 1629-95, ile ve onyedinci yüzyıl sonlarında Hollanda mikroskopcular ekolü ile verdi. Teknik ve ticari açıdan büyük coğrafi keşiflerden yararlanmış olan diğer ülkeler ve özellikle İngiltere ve Fransa, bu sıralarda pür ve uygulamalı bilimleri geliştirmeğe başlamışlardı. Böylece, bilimsel gelenekleri on yedinci yüzyıl ortalarında olgunluğa erişecekti.

Büyük coğrafi keşifleri yapan İspanya ve Portekiz'de ise, bir yandan ticaret ve endüstri gerilerken, diğer yandan da ciddi bir bilimsel gelenek oluşturulamadı. İspanyollar, Yeni Dünya'da buldukları altın ve gümüşle servete ulaştıklarını düşünmekle aldandılar. Zira, Amerika'dan getirdikleri kıymetli metaller sadece diğer ülkelerin üretim gücünü ve ticaretini teşvik ederken, yerli İspanyol endüstrisini yıkmağa yaradı. Böyle endüstriler, Yahudi ve Protestanlar yanında yerli tüccar kesiminin de kovulmasıyla ve yabancı sanatkar ve yatırımcılara getirilen kısıtlamalarla büsbütün geri kaldı. Gemici Henry tarafından başlatılan Portekiz bilimsel navigasyon hareketi, olumlu sonuçlarını onaltıncı yüzyılda vermeye başladıysa da, başarıların geçici olduğu görüldü. Bir Portekiz Yahudisi olan Pedro Nunez, 1502-78, okyanus haritaları için bir konik izdüşüm yöntemi bulduğu gibi, astronomi aletlerinde ve benzerlerinde ince ayar taksimatını okuyabilmek için de bir alet geliştirmiştir. Fakat, Yahudilerin durumu kötüleşince, o da ülkeyi terketti. Nunez'den sonra, İberya yarımadasından temel veya uygulamalı bilim alanında ortaya pek az önemli kişi çıktı. Cortez tarafından *Navigasyon Sanatı* (1550) ve Barba tarafından, *Metallerin Sanatı* (1640) gibi bazı değerli teknik el kitapları hazırlanmıştı. Fakat bunlar da yeni olarak çok az şey içermekteydi. Böylece, İberyalıların

ticareti, sanatları ve bilimleri ölü doğmuş olup, İspanya'nın gücü gerilerken, onaltıncı yüzyıl başında, İspanya ile ilişkileri dolayısıyla uygulamalı bilimlere ilgi duyan, özellikle Flamanlar ve güney Almanları gibi insanların bilimsel başarıları da birlikte azaldı.

Başka yerlerde ise, özellikle İngiltere'de, aksi yönde politikalar uygulanmaktaydı; endüstriler kuruluyor ve yabancı sanatkarlar iyi karşılanıyordu. Böylece, ticaret zenginleşirken kısa sürede İngiltere, önce uygulamalı ve sonra da temel bilimlerde bir gelenek oluşturdu. İspanya'ya benzer olarak İngiltere de, başta özellikle Cabot'lar gibi Cenevizli kılavuz kaptanlar ve Fransız Jean Rotz gibi yabancı matematikçiler kullanmıştı. Sonuncusu, 1524'de VIII. Henry'nin Kraliyet hidrografı oldu. Fakat, navigasyon ve ticaret gelişirken, yerli kılavuz kaptanlar ve matematikçiler de kısa sürede yetişti. En eski önemli İngiliz matematikçileri, Robert Recorde, 1510-58, Leonard Digges, ölümü 1571 ve John Dee'dir, 1527-1606. Recorde, astronomi ve matematik üzerine birkaç kitap yazdı. Bunların başında, İngiliz, Çin yolcuları için yazılan *Bilgi Kalesi* (1556), ve Moskova Kumpanyası Yöneticilerine ithaf edilen, *Witte Bileği Taşı* (1557) gibi eserler gelmektedir. Recorde 1558'de ölünce. Moskova Kumpanyası ve Çin Yolcularına teknik danışman olarak çalıştığı yere John Dee getirildi. İngitere'de matematik ve ticaret, on altıncı yüzyıl boyunca yakından ilişkiliyken, uygulamalı bilimler de tüccarlar ve ticaret şirketleri tarafından destekleniyordu. Dee, navigasyon sanatından söz ederken, 'Moskovalı iki usta deniz kılavuzumuz için, şirketimizin talebi üzerine, tarafımdan icad edilen'. gibi bir ifadeyle, iki pusula zikretmektedir. Moskova Kumpanyası, Dee'nin öğrencilerinden biri olan Richard Eden'e de, Cortez'in navigasyon sanatı üzerine olan eserini İspanyolca'dan çevirme görevini vermişti.

Dee, Louvain'de Gemma Frisius ve Gerard Mercator'un öğrencisi olarak matematik bilimler eğitimi görmüş, sonra da onaltıncı yüzyılın önemli İngiliz kılavuz kaptanlarının çoğuna öğretmenlik yapmıştır. Richard Chancellor de, Moskova Kumpanyası adına, 1553'de Rusya ve Çin'e giden bir kuzey doğu geçidi bulmak için yapacağı araştırmalar öncesinde, Dee tarafından eğitilmişti. Yine Dee, Martin Frobisher'e, 1576-78'de bu kez Çin'e bir kuzey batı geçidi bulmak için yaptığı araştırmadan önce ders vermişti. Dee, hatta Chancellor'dan

sonra yerine gelen Stephen ve William Borough'u da eğitmiştir. Dee, sadece bir matematik öğretmeni değil, aynı zamanda uygulayıcı bir astronom ve önemli bir yazardı. O ve Chancellor, büyük bir haç çubuğu yaptılar. Dee bunu, takvim reformu için yaptığı astronomi gözlemlerinde kullandı. Himayesi altında bulunan öğrencisi Thomas Digges, ölümü 1595, 1572 yılının yeni yıldızını aynı aletle gözledi. Bu yıldıza ait gözlemler arasında sadece Tycho Brache'ninki Digges'inkinden daha duyarlıydı. Dee, dostu Henry Billingsley'in yaptığı Euclid geometrisinin ilk İngilizce çevirisi için, 1570'de matematiğin felsefi rolünü ve pratik uygulamalarını belirten önemli bir önsöz yazmıştır. Billingsley, 1595'de Londra Belediye Reisi olan zengin bir giyim tüccarı idi.

Dee, önsözünde, şunları yazmıştı: 'var olan ve olmuş olan her şey, genellikle üçlü bir çeşitlilik arzeder. Bunlar ya doğa üstü, yahut doğal, veya üçüncü bir şeydir ki,....bunlara da özel bir deyimle, matematiksel denir. Zira, bu varlıklar, (bir şekilde) doğa üstü ve doğal olan şeylerin ortasında bulunurlar ve doğa üstü olan şeyler kadar mutlak ve mükemmel olmadıkları gibi, doğal şeyler kadar da adi ve kaba değildirler; kendileri maddesel olmasalar da bir miktar maddesel şeylerle gösterilebilirler.'

Buna uygun olarak, Dee, matematiksel olan şeylerle, doğaüstü olan şeyleri de bir ölçüde anlayabileceğimizi ve doğal şeyleri de düzenleyebileceğimizi söylemeğe çalışmıştır. Matematiği; ticari hesaplara, mimari problemlere, astrolojiye, müziğe, coğrafyaya, astronomi ve navigasyona, tıp ve savaş sanatlarına uygulayabiliriz. Öyle görülüyor ki, bu uygulamalar, on altıncı yüzyıl İngilteresi'nde yeterli bir şekilde yapılamamaktaydı.

Dee, devamla şunları eklemekteydi: 'Matematikteki başarıları, jeodezi, yahut alan ölçümündeki başarılar izlemiş, uzaklardaki arazi, orman ve su alanlarının daha büyük beceri ile ölçülmesi gerçekleştirilmiştir. Daha büyük beceri diyorum, fakat Allah biliyor ki, şimdiye kadar İngiltere ve İrlanda'nın bu bölgelerinde, cehalet veya sahtekarlık yüzünden, yanlış alan ölçmenin ne kadar büyük hata ve zarara yolaçtığını anlatamam.'

Daha iyi alan ölçme sayesinde tasarruf edilecek para, Dee'nin iddiasına göre, her iki üniversitede de, birer matematik doçentliği kadrosu kurmak için yeterliydi.

Dee'nin dostu Billingsley gibi İngiliz tüccarları, özellikle navigasyon ve o devirdeki büyük arazi alım satımında gereken alan ölçümleriyle ilgili matematik çalışmalarını desteklemeğe özel bir ilgi duyuyorlardı. Doğu Hint Kumpanyası'nın 1600 yılındaki ilk başkanı olan Thomas Smith tarafından yönlendirilen Londra tüccarları, seyir uzmanı yetiştirmek ve 1588'deki İspanyol Armada'sının tehdidine karşı milis kaptanlarının eğitimi için, Londra'da bir matematik profesörlüğü tesis ettiler. Tüccarlar, kendi aralarından birinin oğlu olan Thomas Hood'u, iki yıl yaşayacak olan bu makama getirdiler. Daha sonra, Doğu Hint Kumpanyası, Edward Wright'ın, 1560-1615, matematik derslerini finanse etti. Kendisi, 1599'da Mercator'un harita izdüşümünün matematiksel işlerini gerçekleştirmişti. Böyle profesörlükler fazla yaşamadıysa da, daha önemli ve devamlı bir eğitim kurumu, Sir Thomas Gresham, 1519-79, tarafından kuruldu. Kendisi, Kumaş Tüccarları Birliği'nin zengin bir üyesi olup, içinde öncelikle bilim öğretiminin yapılacağı bir kolej kurulması için Londra'daki arazi ve malikanesini vasiyet etmişti. Vasiyeti, Gresham Koleji adını alan kurumun yönetimini, üniversitelerde olduğu gibi kilise adamlarının eline bırakmıyor. Kumaş Tüccarları Birliği'nin ve Londra Belediye Reisi ile İhtiyar Heyeti'nin yetkisine emanet ediyordu. 1597'de Sir Thomas'ın eşinin ölümü üzerine. bu kişiler vasiyeti uygulamaya koydular. Gresham'ın mirası, biri Latince diğeri İngilizce, ilahiyat, müzik, astronomi, geometri, tıp ve retorik konularında ücretsiz ve bütün Londra halkına açık, haftada iki ders verecek olan yedi profesörlük kuruyordu. Vasiyetinde, Gresham, astronomi profesörünün görevlerini şöyle tanımlıyordu:

'Astronomi doçenti, planlı derslerinde, önce küre ile ilgili temel kavramları ve gezegenler teorisini anlatacak ve her yılın bir devresinde, gemicilerin meslekleri için gereken coğrafya ve seyir sanatını anlatarak, usturlab ve çubuk gibi çok kullanılan, açılan ve okunan aletlerin uygulamasını yapacak.'

Kurulduktan sonra Gresham Koleji, İngiltere'de on yedinci yüzyılın ilk yarısındaki bilimsel faaliyetin temel odağı oldu. Kolej dışında da, Sir Walter Raleigh ve Northumberland Dükü çevresinde toplanan guruplar vardı. Bunlar içinde önde gelenler, 'Northumberland Dükünün üç Piri' denilen, Thomas Harriot,1560-1621, Robert Hues ve Robert Warner olup, bunlarm en önemlisi

Harriot idi. O. Raleigh ile birlikte Amerika'ya giderek Virginia'nın haritasını yaptı. Harriot, Kepler'le astronomi ve optik ile ilgili sorular üzerinde mektuplaştı. Matematik konusunda ise, Descartes'in analitik geometrisinin bazı öğelerini öngörmekteydi. Diğer bir grup ise, on yedinci yüzyılın ilk yarısında Deptford'daki Majestelerinin Donanma Deposu Müdürlüğü makamında olan John Wells ve oğlu etrafında toplanmıştı. Wells'in evinde, gemi inşa ustaları, Phineas Pett, Edward Stevens, Hugh Lyiard ve Gresham Koleji'nde tıp profesörü olacak olan Jonathan Goddard'ın babası Henry Goddard, toplanıyorlardı. Fakat, Deptford grubu, Gresham'daki astronomi ve geometri profesörleri ile yakın temasta olup, Gresham çevresinden pek farklı bir grup oluşturmuyordu.

Gresham Koleji'ndeki ilk geometri profesörü, Henry Briggs, 1556-1630, idi. Onun dostlar çevresine, Edward Wrigh, Colchesterli William Gilbert ve onun meslektaşlarından, Rusya'daki İngiliz tüccarlarının doktoru olan Marke Ridley ile, kilisenin bursla desteklediği, daha sonra da Winchester'de Piskopos olan William Barlow dahil bulunuyordu. Bu kişilerin tümü manyetizma konusunda deneyler yapmışlardı. Bunların en önemlilerini de Gilbert gerçekleştirmişti. İngiliz denizcileri, en çok Asya'ya ulaşan, olası bir kuzey-doğu veya kuzey batı geçitini bulmakla ilgileniyorlardı. Böyle bir araştırma, manyetik pusulanın gerçek kuzeyden sapmasının büyük ve belirsiz olduğu kutup bölgesi yakınlarında seyir gerektiriyordu. Bu nedenle, manyetizma ile ilgili bilgiler İngilizler için çok önemliydi ve kendileri bu alanda en ileri durumdaydılar. Columbus, manyetik pusulanın gerçek kuzeyden saptığını, yer yüzünde yöreden yöreye değiştiğini bulmuştu. İngiltere'nin hizmetinde olan Sebastian Cabot ve Jean Rotz, bu olayın, boylamların belirlenmesinde kullanılabileceğini önermişlerse de, pusula sapmalarının yere bağlı olarak, bu amaca hizmet edemeyecek kadar düzensiz şekilde değiştiği farkedilmişti. Ayrıca Gilbert, mıknatıs taşları ile yaptığı deneylere dayanarak, pusulanın gerçek kuzeyden sapmasının, bir noktanın kendi boylamından bağımsız olduğuna ve buna, o nokta civarında bulunan kara parçalarının neden olduğuna inanıyordu. Gilbert, Hindistan'a kuzeyden ulaşacak bir deniz yolu için kuzey batı yerine, kuzey doğu yönünde bir geçit bulunmasının daha olası olduğunu iddia ediyordu; bunu da, pusulanın kuzey doğu yolunda daha az sapma göstermesi nedeniyle, burada kara engelinin daha küçük olduğu yorumuna

dayandırıyordu. Bir yandan pusula sapması ile boylam arasında bir ilişki olduğunu reddederken, Gilbert, pusula ibresinin düşey yönde sapma açısı ile o noktanın enlemi arasında bir ilişki olabileceğini düşünmekteydi. Bu nedenle, gök cisimlerinin görülemediği bulutlu havalarda, enlemin, aşağı doğru dönebilen manyetik iğne kullanarak belirlenebileceğini ileri sürmüştür. Kutup bölgelerinde ise, Gilbert, yatay bir eksen etrafında dönebilen manyetik iğnenin düşey bir konuma geleceğini öngörmüştü. Hudson, 1609 yılında Kuzey Amerika'ya yaptığı yolculukta bunun doğru olduğunu bulmuştur.

Briggs'in diğer bir arkadaşı olan ve İskoçya içinde Merchiston'da doğan John Napier, 1550-1617, on altıncı yüzyıl sonlarına doğru, aritmetik hesap tekniğini kolaylaştırmak amacıyla logaritmayı yarattı. Napier'in logaritmaları, astronomların yararlanacağı açısal ölçülerdi. Briggs, bu buluşu, on tabanını kullanarak genişletmiş ve 30.000 sayının, on dördüncü ondalık hanesine kadar logaritmasını hesaplamıştır. Gresham Kolejinde astronomi kürsüsünde bulunan ve Briggs'in dostu olan Edmund Gunter, 1581-1626, hesapları daha da kolaylaştırmak üzere, logaritmik skalası olan cetveller yapmıştı. 1632'de amatör bir matematikçi olan, William Ougbtred, 1575-1660, ise, Gunter'in iki cetvelini yan yana hareket edecek şekilde birleştirerek, bir sürgülü cetvel meydana getirdi.

Briggs, Gunter ve Gresham Koleji'nde astronomi kürsüsüne Gunter'den sonra atanan, Henry Gellibrandt'ın, 1597-1637, hepsi o zamanki gemi yapımcıları, seyir uzmanları ve tüccarları ile ilişkideydiler. Aslında Briggs, Virginia Kumpanyası'nın da bir üyesi idi. Bunlar, özellikle, gemi yapımcıları ve Deptford Bahriye Deposu Müdürü John Wells etrafında toplanan ve gemiciliğe ilgi duyan diğer kişilerle ilişki içindeydi. Briggs, 1609 yılında, Phineas Pett'in getirdiği bir yenilikle ilgili çıkan tartışmada, gemi yapımcısı iki grup arasında hakemlik etmişti. Gunter, gemilerin tonajlarını hesaplamada daha iyi yöntemler bulmak amacıyla 1626-1628 arasında Wells ile işbirliği yaptı. Daha sonra, 1635'de, Gellibrandt, manyetik pusulanın gerçek kuzeyden sapmasının sadece yöreyle değil, aynı zamanda zamanla da değiştiğini gözledi. O bunu, Deptford'da Briggs'in evinin bahçesinde ölçtüğü manyetik sapmayı, oniki yıl önce Gunter'in ve yarım yüzyıl önce William Borough'un yaptığı benzer ölçümlerle karşılaştırarak ortaya koydu. Gellibrandt'ın keşfi, yersel

manyetizma olayları aracılığı ile boylam belirlenmesi için beslenen bütün ümitlere bir son verdi. Zira, artık görülüyordu ki, yer yüzündeki noktaların konumları, zaman içinde değişmediği umulan, pusula yönü veya diğer manyetik ölçümlerden yola çıkarak belirlenemezdi.

On yedinci yüzyılın ikinci çeyreğinde, İngiltere'deki bilimsel hareket daha yoğun ve organize hale gelerek, ilerde göreceğimiz gibi, 1660'da Kraliyet Akademisi'nin kurulması ile zirveye ulaştı. O devirdeki İngiliz bilim adamlarının ilgileri, artık matematiğin yüzey ölçümü, denizde seyir v.b. gibi kullanımının ötesine geçerek; Avrupa'da gelişen bilimsel devrimin entellektüel boyutunu da kucaklamak ve bilimi zanaat süreçlerine ve endüstriyel tekniklere uygulamak gibi daha geniş bir kapsam kazanmıştı. Cochesterli William Gilbert gibi önde gelen istisnalar dışında, onaltıncı yüzyılın İngiliz bilim adamları; yeni astronominin ideolojik olanlarından ziyade teknik öğeleriyle, ve bilimin mekanik veya kimyasal karakterli endüstriyel problemlere uygulanmasından daha çok, navigasyon ve ticaret problemlerine ilgi duymaktaydılar. Örneğin, Robert Recorde, sadece Moskova Kumpanyası'na ve Çin gezginlerine teknik danışman değil, aynı zamanda, Kraliyet Madenler ve Paralar Kontrolörü idi. Önceki görevini kusursuz yapmasına karşılık, İngiltere'ye şap endüstrisi getirme girişimiyle ilgili sonraki görevinde o beceriksizlikle suçlanmıştı. Yine, Recorde'nin Copernicus teorisini ele alışı da felsefi olmaktan ziyade teknik içerikli idi. Fakat yarım yüzyıl sonra, zanaatlerde karşılaşılan problemler ve gök cisimlerinin hareketlerinin çözümüne; görünüşü matematiksel olarak kurtarmanın ötesinde, akılcı, fiziksel bir açıklama getirebilmek için Gilbert, önemli ölçüde gayret sarfetti. Gilbert, *Mıknatıslar Üzerine* (1600) adlı eserinin onda birini kozmolojik teoriye, diğer onda birini de demirin madenciliğine, yani eritilmesi ile şekil verilmesine ve dörtte birini de navigasyon ve seyir aletlerine, geri kalanını ise manyetizma'ya ayırmıştı.

Gilbert'den sonra, özellikle Francis Bacon; bilimin ticaret ve seyir'den ziyade sanat ve zanaatlere uygulanmasına ve 'hesap kolaylığı için kullanılacak gerçek dışı ve yapay' teorilerden daha çok, yeni bir doğa felsefesi inşa etmeğe gayret etmişti. Zira, Bacon için, sanatlar ve zanaatler, insan uygarlığının temeli idi.

Bacon, 'bir insanın, Avrupa'nın ileri kültürlü bir yerindeki hayatı ile, Yeni Hindistan'ın çok yaban ve barbar bir bölgesindeki hayatı arasında ne kadar büyük bir fark vardır ve bunu toprak, iklim veya beden güçleri değil, sanatlar meydana getiriyor', demektedir.

İngiltere, kıta Avrupası'nda uygulanan sanatların ve zanaatlerin çoğunu zaten özümsemişti. I. Elizabeth'in yönetiminde, İspanya, İtalya ve Hollanda'dan usta zanaatkarların İngiltere'ye göçleri özendirilmişti. Tel çekme ve pirinç döküm endüstrisi getirilmiş, madenlerde Almanların pompalama metodları yerleştirilmişti. Bacon bu eğilime, kendi yeni metodu ile türetilen bilimsel bilgiyi, yeni endüstri ve zanaat tekniklerinin geliştirilmesinde kullanarak, ivme vermek istedi. Bilimi ilerletmek ve uygulamak amacıyla, Bacon, bilimsel bir akademinin kurulmasını teklif etti. Ölümünden sonra yayınlanan *Yeni Atlantis* (1627) adlı eserinde Bacon, bu akademiye 'Süleyman'ın Evi' adını vermişti. Bu akademi sadece bilimsel bir dernek olmayacak, laboratuvarları, bahçeleri, bir kütüphanesi, atelyeleri ve güç santralları olan bir araştırma ve eğitim kurumu olacaktı. Akademi'nin üyeleri bilgiyi, yabancı ülkelerden, kitaplardan, zanaatkarlardan ve kendi deney ve gözlemlerinden toplayacaklardı. Böylece toplanan bilgi, bir ansiklopedi şeklinde düzenlenecek ve bundan yeni bir doğa felsefesi sistemi türetilecekti. Bu sistem, insanlığın ortak gereksinimlerine uygulandığında çok yararlı olacaktı.

Bacon, 'Kuruluşumuzun amacı, nedenleri ve nesnelerin gizli hareketlerini bilmek ve mümkün olan her şeyi gerçekleştirmek için, İnsanın Egemenliği'nin sınırlarını genişletmektir', diyordu.

Teklif edilen bilimsel derneğin kuruluşu, Bacon'un diğer projeleri gibi, kendi zamanında fazla ilgi çekmedi. Fakat Bacon'un yazıları, onyedinci yüzyıl ortalarında, özellikle Kraliyet Akademisi'ni kuran kişileri etkileyerek popüler oldu.

22. Bölüm

On Yedinci Yüzyılda Bilimsel Dernekler

ON YEDİNCİ yüzyılın ikinci çeyreği süresinde, İngiltere'deki bilimsel hareketin yavaş yavaş daha yoğun ve kapsamca daha geniş bir hale geldiğini belirtmiştik. Hatta, İngiltere'deki popüler almanak yapımcıları da yeni entellektüel akımlara uymuşlar ve 1640 civarında aralarında ileri gelenler, Tycho veya Copernicus teorisi lehine Ptolemy sistemini terk etmeye başlamışlardı. Copernicus teorisi, 1680 civarında genel olarak benimsenmişti. Almanak yapımcılarının fikir değiştirmelerine oldukça yardım eden unsur, yeni kozmolojiyi popüler hale getirmek ve onu Calvinist teoloji ile bağdaştırmak amacıyla çok gayret sarfeden Puritan din adamı John Wilkins'in, 1614-72, *Yeni bir Gezegen Hakkında Konferans* (1640), adlı eseriydi. Wilkins, daha önceleri ticaret ve navigasyona yönelen İngiliz bilim adamlarına karşılık, bilimin uygulamalarıyla zanaatleri ve endüstrileri yüceltmek istiyordu. Onun, *Matematiksel Harika* (1648) adlı eseri, esas olarak makinaların mekanik prensipleri ile ilgiliydi. Wilkins'in deyimi ile, 'makinaların doğasını ve temellerini öğrenmekte; özellikle bunları kendi arazilerini, su kanallarını, kömür çukurlarını, v.b. boşaltmak gibi masraflı maceralarda kullanan centilmenler için, bir çok gerçek fayda vardır.' Wilkins, on yedinci yüzyıl ortalarının İngiltere'sinde, bilimin organizasyonunda da en önde geliyordu. O, 1644 sonlarında Londra'da düzenli olarak toplanmağa başlayan ve kendilerine, 'Felsefe Koleji' adını veren bir gurup genç bilim adamının da ilham kaynağı idi. Bu gurupta, Püritan papazları John Wilkins ve John Wallis, 1616-1703, Gresham'ın astronomi ve tıp profesörleri Samuel Foster, ölümü 1652, ve Jonathan Goddard, 1617-75, dört tıpçı ve 1646'dan sonra da, Robert Boyle, 1627-91, ve William Petty, 1623-87, yer alıyorlardı. Bu kişiler, her hafta, deney yapmak ve bilimsel teorileri tartışmak amacıyla, önceleri Cheapside'da Boğa Başı Tavernası'nda, sonraları da Bishopsgate'de Gresham Koleji'nde toplanıyorlardı. 'Felsefe Koleji'nin on üyesinden altısı, kesin olarak Püritan ve

iç savaşta Parlamento taraftarı iken, sadece biri kesin Anglikan ve kralcı idi. Goddard, Cromwell'in doktoru iken, Wilkins de 1656'da Cromwell'in kayınbiraderi oldu. Foster, 1636'da Gresham Koleji'nde, komünyon masasında diz çökmeyi reddettiği için kürsüsünden alındığı sırada, Wallis, Parlamento kuvvetleri için kralcıların şifrelerini çözüyordu. Anlaşılıyor ki, Gresham Koleji, Püritanlar için olduğu kadar, bilim adamları için de bir toplanma yeri olmuştu. Zira, Antony Wood'un dediğine göre, Foster'den önce aynı kürsünün sahibi olan Henry Gellibrand, Gresham Koleji'ndeki 'gizli toplantılar nedeniyle (kendisi Püritan olduğu için) ikametgahında hapis cezası' almıştı. Aslına bakılırsa, Gellibrand, 1631'de yayınladığı almanakta, böyle eserlerde yer alması adet olan katolik azizlerinin ve martirlerinin listesini koymaması üzerine, Londra Piskoposu Laud'un ortalığı karıştırması yüzünden tutuklanmıştı.

1642'den beri, I. Charles, Oxford'u kendisine başkent yapmış ve bir çok üniversite mensubu Püritanı ve Parlamento mensubunu görevlerinden almıştı. Şiddetli bir kralcı olan astronomi profesörü John Greaves'in kışkırtmasıyla, kral, Sir Nathaniel Brent'i Merton Koleji Rektörlüğünden alarak, yerine kraliyet doktoru William Harvey'i atadı. Oxford, 1646'da Cromwell'e teslim olduktan iki yıl sonra, üniversitede reform yapmak amacıyla kurulan bir parlamento komisyonu, bu kez de kralcıları mevkilerinden atarak, yerlerine Parlamento taraftarlarını getirdi. Boşalan yerlerin doldurulmasında, Londra'daki 'Felsefe Koleji'ni oluşturan bilim adamları gurubundan çok yararlanıldı. John Wilkins, Wadham Koleji'ne rektör atandı. John Wallis, geometri profesörü oldu ve tekrar yerine dönen Brent istifa edince, Jonathan Goddard, 1651'de Merton Koleji'ne Rektör olarak getirildi. Bu değişikliklerin çoğu politik nedenlerle yapılmıştı. Ama birinin de, ideolojik nedenlerle yapıldığı anlaşılmaktadır. Yerinden alınan astronomi profesörü John Greaves bir kralcı olduğu gibi, yeni atanan Seth Ward da kralcı sempatileri dolayısıyla, daha önce Cambridge'den uzaklaştırılmıştı. Fakat, Greaves, Oxford'da Ptolemy teorisini destekleyen son astronomi profesörü ise, Ward da Copernicus teorisini destekleyen ilk profesördü

John Wilkins, bir çok kıymetli öğrenciyi Oxford'a çektiği gibi, orada, 'Felsefe Derneği' adlı bilimsel bir de kulüp kurdu. Bu kulüp 1690'a kadar yaşamıştır. Wadham'da ise, hepsi yeni 'deneysel felsefe'ye taraftar olan

Christopher Wren, Thomas Sydenham, John Mayow, Laurence Rooke ve Thomas Sprat bulunuyordu. Mimarlık çalışmaları yanında, astronom ve anatomist olarak da ünlü olan Christopher Wren, 1657'de Gresham Kolejinde astronomi kürsüsüne seçilmişti. Thomas Sydenham, tıp pratiğinde reform yapmak için çok uğraşarak 'İngiliz Hippocratesi' ünvanını kazanmıştı. Kimyacı John Mayow, 'Felsefe Koleji'nin diğer üyeleriyle Oxford'a gelen Robert Boyle ile çalışmaktaydı. Astronom Laurence Rooke, Cambridge'den Wilkins'in çevresine dahil olmak için gelip, 1652'de Gresham Kolejinde astronomi ve sonra da geometri profesörü oldu. Thomas Sprat, 1667'de Kraliyet Akademisi'nin ilk tarihçesini yayınladı. Bunda, olayların ayrıntıları ve Akademi'nin kuruluşuna yol açan nedenler anlatılmaktaydı.

II. Charles'in 1660'da tekrar başa geçmesiyle, Commonwealth tarafından atanan bilim adamlarının çoğu Oxford'u terkettiği veya görevden alındığı için, Londra yeniden İngiltere'de bilimsel faaliyetin ana merkezi oldu. Bilime ilgi duyanların sayısı, Commonwealth döneminde çok artmıştı. Bu nedenle, artık İngiltere'de de resmi bir bilimsel organizasyon kurulması gereği hissediliyordu. Buna uygun olarak, Londra'daki bilim adamları, 1660 Kasımında, Londra'da Gresham Kolejinde, Christopher Wren'in bir dersinden sonra toplanarak, bir 'Fiziko Matematiksel Deneysel Bilimi Geliştirme Amaçlı Kolej[18]' kurulmasını resmen teklif ettiler. John Wilkins bu girişime başkan seçildi ve 'hedefleri için onlarla işbirliği yapmağa istekli ve yetenekli görülen' kırkbir şahıstan oluşan bir liste oluşturuldu. Kısa süre sonra, saray mensubu Sir Robert Moray, kralın 'Kolej' için sözlü muvafakatini getirdi ve Moray, toplantının başkanı seçildi. İki yıl sonra, II. Charles, 'Kraliyet Doğa Bilimini Geliştirme Derneği' ni resmen kuran yasayı imzaladı. Diğer bir saray mensubu, Lord Brouncker, Kraliyet Derneği'ne ilk başkan olarak atandı ve ilk çifte sekreterliği de John Wilkins ile Avrupa'da geniş ilişkileri olan işadamı Henry Oldenburg paylaştılar. Kraliyet Derneği'nin (Royal Society) 1660'da kuruluşundaki üye sayısı yüz iken, bu 1670'de iki yüz kişiyi geçmişti. Fakat bilime karşı ilgi, yüzyılın sonuna doğru tekrar azalmağa başladı ve 1700'de derneğin üye sayısı yüzyirmibeşe düştü. Bu sayı yeniden artmağa başlayarak, 1800'de beş yüze ulaştı. Fakat gerçekte bilim adamları, bunun yarısından azdı ve geri kalanlar fahri üyelerdi. Şüphesiz,

[18] College for the promoting of Physico-Mathematical Experimental Learning, (Ç.N.).

Kraliyet Derneği'nin on yedinci yüzyılda bilimin deney veya teorisine yeni çok az şey katan veya hiç katkı yapmayan üyeleri de vardı. Wilkins ve öğrencisi Sprat'ın ismini herhangi önemli bir keşifle ilişkilendiremiyorsak da, onlar, bilimin organizasyonunun, uygulanmasının ve yayılmasının gelişmesinde en aktif rolü olan kişilerdi. Halbuki, on sekizinci yüzyılın fahri üyeleri, bu yönlerde genellikle az şey yapmışlardır.

Kraliyet Derneği üyeleri, ilk zamanlarda Francis Bacon'un yazılarından çok etkilenmişlerdi ve onun tavsiye ettiği politikaları oldukça yakından izlediler. William Petty, deniz nakliyeciliği, giyim eşyası imalatı ve boya ticareti üzerine 'tarihçeler' yahut tarifnameler düzenledi. Robert Boyle ise, kimyasal süreç içeren zanaatlerde kullanılan metodların genel bir dökümünü yaptı. Bacon'ın etkisi, 1663'de Kraliyet Derneği'nin İdare Müdürü olan Robert Hooke tarafından kaleme alınan derneğin statü teklifine de etki etmiştir.

Hooke'un dediğine göre, 'Kraliyet Derneği'nin (Royal Society) görev ve emeli, doğa, ve tüm faydalı sanatlar, elsanatları, mekanik uygulamalar, makinalar ve deneysel icadlar hakkındaki bilgiyi geliştirmektir, — (İlahiyat, Metafizik, Ahlak, Politika, Gramer, Retorik ve Mantık ile uğraşmamaktır). Şimdi kaybolmuş olan ve kanuna uygun bulunan bütün sanat ve icatları tekrar kazanmağa çalışmaktır. Yeni veya eski, önemli herhangi bir yazara ait olan tüm sistemleri, teorileri, prensipleri, hipotezleri, elemanları ve doğal, matematiksel, mekaniksel, icadedilmiş veya kaydedilmiş yahut uygulanmış şeylere ait tüm deneyleri incelemek, doğa veya sanat tarafından meydana getirilen bütün olayları açıklamak için sağlam bir felsefe sistemi bütünü meydana getirmektir.'

Bacon'un etkisi, Kraliyet Derneği'nin 1664'de uzmanlık gerektiren problemleri incelemek için kurduğu sekiz komiteye katılan üyelerin sayısında da, yeniden yansımaktadır. Mekanik sorularını inceleyecek komite, en popüler olanıydı ve bunda altmış dokuz üye mevcuttu. Bundan sonra gelen komite, zanaatler 'tarihi' ile ilgili ve otuz beş üyeliydi; ziraat komitesinde ise otuz iki kişi vardı. Buna karşılık, astronomi komitesinde sadece onbeş üye bulunuyordu. Bununla beraber, Kraliyet Derneği (Royal Society) üyeleri üzerinde Bacon'un etkisi 1670'lerde azalmıştı ve bunun yerine 'Galileo'cu bir eğilimin hakim olduğu, özellikle 1671'de Dernek üyesi olan Newton'un çalışmalarından belli olmaktadır. Örneğin, Kraliyet Derneği tarafından yayınlanan *Philosophical*

Transactions da uygulamalı bilime ayrılan makalelerin yüzdesi, 1665-78 arasında %10.3 iken. bu, 1681-99 arasında %6.6 ya düşmüştü. Daha sonra, onsekizinci yüzyılda. 1680'lerin matematiksel eğilimi zayıflamış ve Kraliyet Derneği'nin ve genel olarak İngiliz bilim adamlarının çalışmaları daha ampirik ve geniş ölçüde deneysel hale gelmişti.

Kraliyet Derneği'nin 1664'de kurduğu komiteler. İngilizlerin uygulamalı bilimlere olan ilgilerinin, artık navigasyon'un ticaretle ilgili problemlerinin ötesine geçerek, zanaatler, endüstri ve hatta ziraatle ilgili problemleri kapsadığını göstermektedir. Bununla birlikte. tüccarların bilimsel harekete hala oldukça güç kattıkları anlaşılmaktadır. Bu. Robert Hooke'un, *Micrographia* (1664) adlı eserinin önsözünde, Kraliyet Derneği'nin kurulmasında tüccarların önemli bir rol oynadığını belirtmesinden de anlaşılmaktadır. Dernek üyeleri hakkında, Hooke,

'kendilerinin özel bir avantajları vardır, bir çoğu iş ilişkileri ve çevresi olan insanlardır. İşadamlarının ilk kurdukları kurumda bu kadar başarılı olmaları, onların gayretlerinin, felsefeyi de laftan harekete geçireceğini gösteren iyi bir işarettir,' demektedir.

Thomas Sprat, yazdığı *Kraliyet Derneği'nin Tarihi*'nde (1667) benzer şekilde, 'tüccarlarımızın asil ve araştırıcı dehası, bilimleri ilerletmek ve üyeleri tarafından öncelikle, navigasyonun gelişmesine danışmanlık yapılan Kraliyet Derneği'ni kurmak için çok şey yapmıştır'. Sprat'a göre, asiller, şehir aileleriyle evlilik ilişkileri kurduklarında veya halktan kişiler zengin olup asalet kazandıklarında, ticarete karıştıkları ölçüde bilime ilgi göstermişlerdi.

Sprat, 'eğer asillerimiz ticarete girmeğe ve Doğa Felsefesine ilgi duymağa tenezzül etseler. bu değişmenin daha da ileriye gideceğini beklemeğe hakkımız vardır', demektedir.

Kraliyet Derneği'nin, daha yaşlı üyelerinin çoğunun eski püritan ilişkileri, Restorasyon devrindeki gergin dinsel ve politik atmosferde biraz hassas bir konu idi. Gördüğümüz gibi, ilahiyat ve politika, Hooke tarafından önerilen yönetmelikte, Kraliyet Derneği'nin karışmayacağı açık olarak belirtilen konulardı. Kraliyet Derneği'nin 1663'de bilgi sahibi olduğumuz altmışsekiz üyesinden kırkiki kadarı Puritan ve iç savaş devrinde Parlamento

taraftarı; yirmi altısı da Kıralcı idi. Eski Püritanların böyle açıkca ortada görülmelerine, Kraliyet Derneği karşıtlarınca çok gürültü koparılmıştı. Bunların en önemlisi, 1670-71 arasında yayınladığı bir dizi yazıyla, Kraliyet Derneği'ne ve onun savunduğu her şeye, hücum eden Henry Stubbe, 1632-76, adlı Warwickli bir hekim idi. Stubbe, Oxford Üniversitesi'ne Commonwealth devrinde atanmış ve Restorasyonda görevden alınmış deneyci bir Püritan bilim adamıydı. Bunun üzerine, o bir cephe değişikliği yaparak, eski müttefiklerine saldırmış; Aristoteles ve Galen sistemlerini yeni bilime karşı savunmuştu. Stubbe, Kraliyet Derneği mensuplarını, Oliver Crommwell'e gönderme yaparak, kendisinin 'Oliver'ci Karşıtları' olarak isimlendiriyordu. Bunların, üniversi-telerin ve yürürlükteki dinin altını oyduğunu iddia ediyordu. Stubbe, 'Eski dinimizi korumak için, eski bilimimize sahip çıkmamız mutlaka şarttır', diye yazıyordu. Fakat, İngiltere'nin dini gibi, genellikle aydın çevre tarafından algılanan doğa felsefesi de artık değişmişti. İngiltere Kilisesi, artık VIII. Henry zamanındaki gibi özerk bir Katolik Kilisesi değildi. Zira o, özellikle I. Elizabeth ve Commonwealth yönetiminde, Calvinizm'in de etkisine girmişti. Şimdi, yeni bilim ve yeni dinin tamamen uyum içinde olduğu hissediliyor ve bu İngiltere'nin eski bilim ve dinini geniş ölçüde değiştiriyordu.

Kraliyet Derneği'nin kurucu üyelerinin çoğu, Restorasyon devrinin Anglikan Kilisesi'ne girmişti. Bir zamanlar Püritan olan John Wilkins, hayatının son dönemini Chester Piskoposu olarak tamamlarken, öğrencisi Sprat da Rochester Piskoposu olmuştu. Bazılarının görüşleri de, alışılagelmişin dışındaydı. Örneğin, Isaac Newton ve John Locke, Üniteryen olmakla birlikte, fikirlerini duyurmak için bir çaba göstermemişlerdir. Anglikan kilisesine bağlı olmadıklarından, 1662 tarihli Uyum Yasası ile üniversitelerden ve mesleklerden dışlananlara, on yedinci yüzyılda ancak bir kaç bilim adamı katılmıştır. Bunun önemli istisnaları, bir Quaker olan tıbbi kimyacı Richard Lower ile, yürürlükteki inançlara muhalefeti dolayısıyla Cambridge'deki matematik kürsüsünden uzaklaştırıldığında Baptist'lere katılan William Whiston'dur. Anglikan olmayı kabul etmiyenler üniversitelerden uzaklaştırılınca, onlar da kendi eğitim kurumlarını kurmağa giriştiler. Buralarda, bilim eğitimi önemli bir yer alıyordu. Göreceğimiz gibi, bu kişiler on sekizinci yüzyılda, İngiliz bilim adamları arasında önde yer almışlardır.

İngiltere'de olduğu gibi, Kıta Avrupası'nda da on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda bilimsel dernekler kurulmuştu. Bununla birlikte on altıncı yüzyılın eski bilimsel aktivite bölgeleri olan Almanya ve İtalya'da kurulanlar, geçici oldular ve yaşamadılar. Halbuki, Londra'nın Kraliyet Derneği ve Paris Bilimler Akademisi gibi, onyedinci yüzyılın yeni bilim merkezlerinde kurulan kurumlar, daha kararlı ve uzun ömürlü oldular. En eski bilimsel dernekler, İtalya'dakilerdir. Önem taşıyan ilk dernek, Academia Secretorum Naturae, 1560'larda başkanı olan Baptisa della Porta'nın 1538-1615, Napoli'deki evinde toplanırken, bir süre sonra büyücülük yapıldığı iddiası ile kapanmıştı. Bundan sonra, Roma'da Accademia dei Lincei kurulmuştu. Bu kurum, 1601 ve 1630 arasında, Dük Federigo Cesi'nin himayesinde çalışıyordu. Derneğin Galileo ve della Porta dahil, otuziki üyesi vardı. Fakat 1615'de Copernicus teorisinin mahkum edilmesi üzerine, dernek parçalanmış ve koruyucusunun 1630'da ölümü üzerine kapanmıştır. O zamanın önemli İtalyan bilimsel derneklerinin sonuncusu, Academia del Cimento idi. Bir deneyler akademisi olan bu kurum, 1657-1667 arasında Floransa'da toplanmakta ve Medici biraderler, Grand Dük II. Ferdinand ve Leopold tarafından himaye edilmekteydi. Akademinin, en ünlüleri, Viviani, 1622-1713, Borelli, 1608-70, ve Redi, 1618-76, olan, on üyesi vardı. Viviani, Galileo'nun öğrencisi Torricelli, 1608-47, ile çalışmış ve onunla ilk barometreyi yapmıştı. Redi bir biyologdu ve genel kanının aksine, böceklerin çürüyen maddelerden aniden oluşmadığını göstermiştir. Copernicus teorisinin mahkum edilmesi nedeniyle, akademi esas olarak deneysel konularla ilgilenmekte idiyse de, Borelli, teorik mekanik alanına girmeğe cesaret etmişti. Diğer üyeler, ses hızını belirledikleri gibi, çeşitli aletler yapmışlardı. Bunlar arasında sıcaklık ölçmek için termometre ile atmosfer basmcını belirlemek için barometreyi sayabiliriz. 1667'de Leopold Medici kardinal olduğunda akademi dağılmıştır.

Dönemin Alman bilimsel dernekleri, İtalya'dakilerden bile daha az önemliydi. Societas Ereunetica, botanikçi Joachim Jung, 1587-1657, tarafından 1622'de Rostock'da kurulmuştu. Collegium Curosum sive Experimentale, 1672'de bir matematikçi olan Christopher Sturm tarafından Altdorf'da kurulmuştu Fakat, her iki kurum da kurucularmdan daha uzun ömürlü olamamış ve on sekizinci yüzyıldan önce Almanya'da kararlı bir bilimsel akademi oluşamamıştı. Büyük ölçüde, bilimci ve filozof olan Leibniz'in, 1646-1715, gayretleri ile, Prusyalı Seçici Prens (Kurfürst) I. Frederik tarafından 1700'de

Berlin Akdemisi kuruldu. Onun etkisi ile, Büyük Peter (Deli Petro) tarafından da 1724'de St. Petersburg Akademisi oluşturuldu. Her iki kurum da bilimde hemen başarılı olamadı, zira bilim Almanya ve Rusya'da o zamanlar derin köklere sahip değildi. Bunların ilk önemli üyeleri, Berlin ve St.Petersburg'a bu derneklerin kadrosunu oluşturmak üzere getirilen yabancı bilim adamlarıydı. Onsekizinci yüzyılda Berlin Akademisi kadrosunu, özellikle. Prusya Kıralı II. Friedrich tarafından Akademi'ye sekreter yapılan Maupertius, 1698-1759, Lamettrie, 1709-51, Voltair, 1694-1778, ve daha sonra da Lagrange, 1736-1813, gibi *savants* (bilginler) oluşturuyordu. Hatta, 1745'de Berlin Akademisi'nin resmi dili de Fransızca olmuştu. Buna benzer şekilde, St. Petersburg Akademisi de başlangıçta, İsviçreli bilimcilerle doldurulmuştu. Bunların başında, Nicholas Bernoulli, 1687-1759, Daniel Bernoulli, 1700-82, ve Leonard Euler, 1707-83. geliyordu.

Fransa'da da bilimsel kurumların gelişimi, İngiltere'dekine benzer bir yol izlediyse de, bazı önemli farklar da vardı. On yedinci yüzyıl boyunca Fransız bilimi, İngiliz biliminden daha fazla korunmağa muhtaçtı ve coğrafi olarak büyük şehirlerde daha az yoğunlaşmıştı. Paris'te, Londra'daki Gresham Koleji'ne benzeyen bir kurum olarak, hümanizme bir yuva sağlamak için 1518'de I. François tarafından kurulan ve o zamanlar Paris Üniversitesi trafından çok hücuma uğrayan, Collège de France vardı. Collège de France'da matematik profesörü olan Orontius Finaeus da, 1494-1555, İngiltere'deki çağdaşı Recorde'nin yaptığı gibi, yeni keşfedilen karaların haritalarını çiziyor ve kaşiflere danışmanlık yapıyordu. Collège de France'da ise, daha sonra Gassendi, 1592-1652, ve Roberval, 1602-75, gibi profesörler, bilimsel harekette, Gresham profesörleri gibi önde geliyorlardı. Fransa'daki ilk önemli bilimsel gurup, 1620 civarında Aix'de zengin bir din adamı ve Provence Parlamentosu'nun üyesi olan Claude de Peiresc'in, 1580-1637, evinde toplanıyordu. Paris'de de Gassendi gibi, bir azınlık rahibi olan Marin Mersenne'in, 1588-1648, hücresi: bilim adamları için bir toplantı yeri ve bilimsel yazışmaların el değiştirdiği bir merkez olmuştu. Mersenne, Galileo, Descartes ve Hobbes ile yazışıyordu. Kendi hücresinde, Fermat, Roberval, Gassendi ve Pascal ile karşı karşıya gelmişti. Daha sonraları toplantılar Paris'de devlet Müşaviri olan Habert de Montmor'un, 1600-79, evinde yapılmış ve 1654'den itibaren de bunlar resmileşmişti.

Montmor Akademisi, yavaş yavaş maddi güçlükler içine düştü. Nihayet, 1663'de bilimin ilerlemesinden Fransa'nın da ekonomik fayda sağlayacağı gerekçesiyle, yardım için XIV Louis'nin nazırlarından Colbert'e, 1619-83, başvuruldu. Colbert, bilim uygulamasının, ülkesinin endüstri ve ticaretini geliştirmeği hedef alan kendi politikasını destekleyeceğini takdir etmekle birlikte, Fransa tacının himayesinde yeni bir dernek oluşturmağa karar verdi. 1666'da Paris Bilimler Akademisi kuruldu. Dernek, maaşları kral tarafından ödenen yirmi kadar üyeden oluşmakta idi. Akademisyenler, kıraliyet nazırlarının önlerine koydukları problemler üzerinde toplu olarak çalışan, profesyonel bilim adamları idiler. Buna karşılık, Londra'daki Kraliyet Derneği, kendi kendini destekleyen ve kendi araştırma problemleri üzerinde çalışan bir amatör bilimciler topluluğu idi. Colbert, Paris Bilimler Akademisi'ne sadece genel talimatlar vererek, ona karşı aydınca bir tavır benimsedi. Fakat, onun yerine gelen Louvois, akademisyenlerin çalışmalarını, kraliyet çeşmeleri ve sarayın şans oyunları ile ilgili problemler gibi, dar çerçeveli, pratik ve hatta, trivial amaçlara yöneltti. Louvois, ayrıca, dinsel özgürlükler tanıyan Nantes Fermanı'nın feshinden de (1685) sorumluydu. Bunun sonucu olarak, Huguenot bilim adamlarının çoğu önce İsviçre'ye kaçmışlar, fakat başta matematikçi, de Moivre, ve fizikçi, Papin gibi bazıları sonradan İngiltere'ye gelmişlerdi. 1692'de Louvois'in yerine Pontchartrain geçtiğinde, Bilimler Akademisi'nin yönetimini kendi kuzeni Bignon'a devretti. 1666-1699 arasında otuz ilave üye atanan ve kurulduğundan beri oldukça büyüyen Akademi genişletilerek yeniden organize edildi. Bignon, üye sayısını yetmişe çıkardı ve bunların kadrolarına, çok farklı imtiyaz ve haklara sahip olacak şekilde, hiyerarşik bir düzen verdi. Eskiden olduğu gibi, akademisyenlerin maaşları Taç tarafından ödenmekte ve Akademi bir bütün olarak kraliyet nazırları tarafından denetlenmekteydi. Paris Bilimler Akademisi, bu organizasyon şeklini, Fransız Devrimi'yle yeniden organize edilerek eşitlikçi bir yasaya kavuşana kadar korumuştur.

İlk günlerinde, Paris Bilimler Akademisi, özellikle Akademi'nin Hollandalı üyesi Christian Huygens aracılığı ile, aynen Kraliyet Derneği'nde olduğu gibi, Bacon'un yazılarından etkilenmişti. Akademisyenler, Bacon'un önerisine uygun şekilde, doğa olaylarının ve zanaat süreçlerinin 'tarihçe'lerini düzenleyerek, hayvan ve bitkilerle ilgili bir doğa tarihini ortaklaşa meydana getirmek ve sonra da makina ve icatların geniş bir kataloğunu oluşturmak

fikrini benimsemişlerdi. Ayrıca, Fransa'nın bir haritasını çıkarmağa başlamış ve denizde boylam belirlenmesi problemine çok emek vermişlerdi. Kraliyet Derneği'nde de olduğu gibi, Bacon'un, Bilimler Akademisi üzerindeki etkisi, oldukça hızlı bir şekilde azaldı ve nihayet Louvois zamanında, Fransa haritası ve boylam problemi üzerine çalışmalar askıya alındı. Artık Descartes'in düşünceleri daha popüler olmakta ve Fransızların ilgisi, bilimin pratik dışı, edebi ve felsefi özelliklerine kaymaktaydı. Bu eğilim ilk kez, 1699'dan itibaren kırk yıl süreyle Paris Bilimler Akademisi'nin sekreterliğini yapmış olan, Fontenelle'in, 1657-1757, eserlerinde görülmektedir.

On yedinci yüzyıl süresince ve on sekizinci yüzyıl başlarında, Fransa'nın eyaletlerinde bir çok edebi ve bilimsel dernek kurulmuştu. 1760'a gelindiğinde, otuzyedi önemli taşra akademisi mevcuttu. Esas olarak bilimle uğraşan dernekler, 1706 da kurulan Montpellier Derneği, 1716'da kurulan Bordeaux ve 1746'da kurulan Toulouse'daki örnekleri gibi, güney Fransa'daki derneklerdi. Bunların hepsi, Paris Bilimler Akademisi ile de bağlantılı idiler. Fransız taşra dernekleri tarafından on sekizinci yüzyılda değerli bilimsel çalışmalar yapılmakla birlikte, Fransız Devrimi ile ilgili olaylar onların önemini azaltmış, Paris'i de on dokuzuncu yüzyılda Fransız biliminin asıl merkezi konumuna getirmişti. İngiltere'de ise bunun tersi olmuştu. Londra, gittikçe İngiliz biliminin odağı olmaktan çıkarken, ülkenin endüstriyel orta bölgelerinde ve kuzeyinde taşra merkezleri oluşuyordu. Bu kayma, onsekizinci yüzyılın sonu ile ondokuzuncu yüzyılda, edebi ve felsefi derneklerin taşrada yükselmesiyle, kendi orgütsel dinamiğinin ifadesini bulacaktı.

DÖRDÜNCÜ KISIM

ON SEKİZİNCİ YÜZYIL BİLİMİ ULUSAL BİLİMSEL GELENEKLERİN GELİŞİMİ

23. Bölüm

Bilimin On Sekizinci Yüzyılda Uygulanışı

ON YEDİNCİ YÜZYIL sonunda, bir geminin denizdeki boylamının belirlenmesi problemi hala çözülememişti. İngiltere'de, Kraliyet Derneği'nin üyeleri bu probleme oldukça önem vermiş olmakla birlikte, dernek konseyinin 1663'de açıkladığı gibi, 'denizde seyir konusunun bir devlet işi olması nedeniyle, bunun Dernek yönetimine bırakılması uygun değildi'. 1685'de Samuel Pepys'in, Dernek'in seyir ile ilgili tüm kayıtlarının incelenmesini talep etmesiyle, bu ilke yeniden ortaya konmuş oldu. Boylam problemi ve seyir ile ilgili diğer konular, önemli ulusal ilgi alanlarına girmekte olduğundan, bunları ele almak üzere, bir devlet enstitüsü, yani, 1675-76'da inşa edilen Greenwich gözlemevi kuruldu. Greenwich gözlemevi, bir komisyonun çalışmaları sonucu ortaya çıktı. Bu komisyon, boylamın Bennewitz yöntemi ile, Ay'ın sabit yıldızlar arasındaki konumu aracılığıyla belirlenmesi olasılığını incelemek üzere kurulmuştu. Bu yöntemin uygun olup olmadığını anlamak için, Silah Dairesi Sürveyanı Sir Jonas Moore, Christopher Wren, Robert Hooke ve diğerlerinden oluşan Komisyon, 1675 yılında genç bir Cambridge astronomu olan John Flamsteed'e, 1646-1719, başvurdu. Flamsteed, o zamanki yıldız kataloglarının ve ay tablolarının istenen amaca yetecek doğrulukta olmadığını söyledi. Bunu duyan II. Charles yıldızların ve Ay'ın konumlarının 'yeniden gözlenmesini, irdelenmesini ve denizciler tarafından kullanabilecek şekilde düzeltilmesini' isteyerek, bu işi gerçekleştirmek üzere, Flamsteed'i Kraliyet Astronomluğu görevine atadı. Flamsteed'in, işine başlayabilmek için Greenwich gözlemevini, tahminine göre kendi parasından 2.000£ de sarfederek, yeni aletlerle donatması gerekiyordu. Flamsted, Greenwich'de geçirdiği kırkdört yılda, kendi ölümünden sonra, 1725'de basılacak olan, Ay'ın hareketlerine ait tablolar ve yıldızların konumlarını belirleyen bir katalog hazırladı. Bunlar önceki tablolara göre çok daha doğru olmakla birlikte, denizde boylam belirlemeğe yetecek duyarlılıktan hala yoksun bulunuyorlardı.

Bir devlet kurumu olan Paris Bilimler Akademisi'nin sahip olduğu gözlemevi, 1667-72 arasında kurulmuştu. Boylam problemi burada, 1669 yılında Paris gözlemevinin başına getirilen, inşaat mühendisi ve astronom olan, İtalyan asıllı Jean Dominique Cassini, 1625-1712. tarafından ele alındı. O, boylam problemini, Galileo'nun yöntemi ile çözmeğe çalıştı. Bu amaçla, Jüpiter'in uydularının hareketlerine ait daha doğru tablolar hazırladı. Fakat, uygulamaya bunlar da yeterli olmadı. Paris Bilimler Akademisi'nin diğer bir üyesi olan, Hollandalı amatör Christian Huygens, bu problemi Frisius'un yöntemi ile, yani, standart zamanı mekanik bir saat aracılığıyla ölçerek çözmeğe çalıştı. Huygens, bir sarkaç ile düzenlenen bir saat inşa eden ilk kişiydi. Bunu yaparken, çeşitli sarkaçların özelliklerini inceleyerek, eğri yollar boyunca hareket konusundaki genel problemi incelemişti. Huygens, 1659'da denizde kullanılacak bir kronometre yaptıysa da, geminin hareketleri sarkacın salınımlarını etkilediği için bu da doğru çalışmadı. Daha sonraları, birbirinden bağımsız olarak Huygens ve Robert Hooke, ince bir sipiral yayın salınımlarının eşzamanlı olduğunu keşfettiklerinde, böyle bir yayın zaman ölçümü için kullanılabileceğini ileri sürdüler.

Ne Hooke ve ne de Huygens'in, önerilen, yay ile düzenlenen böyle bir saati yapmadıkları anlaşıldığından, on yedinci yüzyılda boylam problemini çözme girişimleri genel olarak, pratik bir sonuç vermemiştir. Bu nedenle, 1714'de İngiliz hükümeti tarafından kurulan bir Boylam Heyeti, boylamın farklı doğruluktaki hesaplarına yarayan yöntemler için, 10.000£ dan 20.000£ 'a kadar değişen bir dizi ödül koydu. 1716'da Fransız hükümeti de, boylam probleminin çözümüne 100.000 livrelik bir ödül ile katıldı. İngiliz Boylam Heyeti, ilk ödülünü, Tobias Mayer'e, 1723-63, yani, Göttingen gözlemevinin müdürü olan bir Almana verdi. Kendisi, 1753'de Ay'ın sabit yıldızlara göre hareketlerini belirten tablolar yayınlamıştı. Bu tabloların doğruluğu, Bennewitz yöntemiyle denizde boylam hesabına yarayacak kadar iyi idi. Böyle tablolar, 1767'den itibaren Greenwich gözlemevi tarafından yaymlanan Gemicilik Almanağı'nda yer almaktaydı. Mayer tarafından geliştirilen Bennewitz yöntemi, en fazla 20 deniz miline kadar doğru sonuç verdiğinden ve her boylam ölçümü saatlerce süren bir hesap gerektirdiğinden, mekanik saatin geliştirilmesi ile, kısa sürede önemini kaybetti.

Denizde boylam bulunmasına yarayacak, hassas kronometrelerin yapımı on sekizinci yüzyılda bir çok kişiyi uğraştırdı. Bunların başında gelenler, Yorkshireli bir saat yapımcısı olan John Harrison, 1693-1776, ve Fransa Kralının saatcisi olan Pierre Le Roy, 1717-85, idi. 1728 ile 1770 arasında Harrison, yaptığı zaman ölçen beş aletin doğruluğunu, sırasıyla arttırmış ve içlerindeki hataları sırf mekanik ustalığı ile yokedebilmişti. Bunlardan ilk dört kronometre, büyük makinalardı. Ağırlığı altmışaltı pound gelen dördüncüsünün günlük hatası, saniyenin onda biri civarındaydı. Bu hassasiyet dolayısıyla, 1765'de Boylam Heyeti tarafından Harrison'a bir ödül verildi. Beşinci kronometre ise, büyük bir saatten daha büyük olmamasına karşın, dördüncü makina kadar doğru gidiyordu; yani, uzaklık cinsinden doğruluğu, boylamı dört bölü üç milden az bir sapma ile belirlemeye yetiyordu. Aşağı yukarı aynı zamanda, Fransa'da Le Roy tarafından yapılan deniz kronometresini de 1763'de denendi. Le Roy, Harrison'dan çok farklı çalışmıştı. Le Roy, hataları, Harrison'un yaptığı gibi, mekanik ustalıkla azaltmak yerine, saat yapımının temel ilkelerini gözden geçirmiş ve o zamanki kronometrelerin hareketlerinden kaynaklanan kusurlara sahip olmayan yeni mekanizmalar geliştirerek hataları toptan ortadan kaldırmak için uğraşmıştı. Harrison'un başarıları usta bir zanaatkarın gerçekleştirebileceği türden iken, Le Roy'un çalışmaları, deney ve teorik hesaplara dayanan daha bilimsel karakterliydi.

Harrison'un ve özellikle Le Roy'un çalışmalarıyla, denizde boylam bulunması problemi nihayet çözülmüş oluyordu. Fakat, gemi kronometreleri çoğalana kadar, daha bir süre geçmesi gerekecekti. Artık ticaret ve seyir ile ilgili problemlerin çoğu giderilmişken, endüstri alanındaki problemler önem kazanmış bulunuyordu. Endüstriyel problemlerin en önemlilerinden biri, madenlerdeki drenaj problemiydi. Sabun, cam ve metallurji sanayi gibi ısı tekniğine dayanan mesleklerde kullanılan odunun zor bulunması nedeniyle, kömür, onaltıncı ve onyedinci yüzyıllarda yakıt olarak giderek daha büyük önem kazanmıştı. Bu nedenle, 1500-1640 yılları arasında İngiltere'de genel fiyatlar sadece üç kat artarken, yakacak odun fiyatları yaklaşık sekiz kat artmıştı. Onaltıncı ve onyedinci yüzyıllarda ağaç mahsullerini kullanmakta gemi inşaatı öncelik taşıdığından, bu devrede ısı kullanan zanaatlerde mümkün olduğu kadar kömür kullanımına geçildi ve bu geçiş onsekizinci yüzyılda tamamlandı. Odundan kömür yakıtlara geçiş, ısı kullanan zanaatleri

İngiltere'nin güneyinden, orta ve kuzey bölgelerindeki kömür alanlarının yakınına getirmek ve kömür üretimini büyük ölçüde canlandırmak imkanı verdi. Böylece kömür madenlerinin sayısı çoğalırken, kuyuların derinliği de arttığmdan, buralardan suyu boşaltmak gittikçe daha zorlaşıyordu. İngiltere'de 1561 ile 1668 arasmda alınan patentlerin dörtte üçü, doğrudan veya dolaylı olarak kömür endüstrisi ile; yüzde ondördü ise, suyu madenlerden dışarı akıtmak yöntemleri ile ilgiliydi.

Madenlerden suyu dışarı çıkarma probleminin çözümü, temelde ucuz güç kaynağı bulunmasma bağlı idi. Zincire bağlı kaplar veya emme basma pompaları gibi, suyu yukarı çekme araçları, çok eski zamanlardan beri biliniyordu. Su, çok derinlerden birkaç pompa arka arkaya bağlanarak çıkartılabilirdi. Ancak böyle bir seri pompayı çalıştıracak güç oldukça büyüktü. Onaltı ve onyedinci yüzyıllarda madenler genellikle beygir gücü ile boşaltılıyordu. Çünkü, rüzgar ve su değirmenleri herzaman güvenilir olmayıp, bir madenin yeriyle nadiren uyuşan,—akar su veya rüzgarlı bir alan gibi— uygun bir konuma bağımlı idiler. 1556'da Georg Bauer, Alman metal madenlerinde kullanılan, 93 beygirle çalıştırılabilen bir pompalama sistemini tasvir ederken; onyedinci yüzyılın sonunda, bazı İngiliz madenlerinde artık 500 beygire gereksinme gösteren pompalar kullanılmakta idi.

Eskiden beri, ateş ve ısınmış maddelerin, kuvvetle ilişkili olduğu bilinmekte ve ikinci derecede önemli bir enerji kaynağı olarak kullanılmakta idi. Daha antik çağda, İskenderiyeli Hero, sıcak hava ve buhar gücünü, yaptığı mekanik oyuncakları tahrik etmekte kullanmış ve Rönesans döneminde de, Leonardo da Vinci'nin yaptığı, buharla çalışan bir topla ilgili planlar kalmıştı. Onaltıncı yüzyılın sonuna doğu, Baptista della Porta, buhar basıncı ile çalışan bir su basma cihazı tasvir etmiştir. Bu cihaz, buhar girişi için bir boru bağlanmış olan kapalı bir kaptan oluşuyordu. Buhar, kaptaki suyu, bir ucu su yüzeyinin altında, diğer ucu da atmosferde olan başka bir boru ile çıkmaya zorluyordu. 1651'de, Fransa'da Solomon de Caus da, benzer bir cihazdan söz etmektedir. İngiltere'de ise, David Ramseye, aynı yöntemi kullanarak, 'derin kuyulardan ateş yardımıyla su çıkarmak' konusunda yaptığı bir icat için, Charles I'den, 1630 yılında bir patent almıştı. Aşağı yukarı aynı zamanda, Worchester Marki'si olan Edward Somerset, bir 'su yürüten makina' üzerine

çalışmalarına başlamıştı. Denildiğine göre, bu makina, 1650'lerde denendiğinde, suyu kırk feet yükseğe çıkarmıştı. Charles II'nin Baş Mekanikçi'si olan Sir Samuel Moreland de 1670'de buna benzer bir makina yapmıştı. Nihayet, Dartmouthlu bir mühendis olan, Yüzbaşı Thomas Savery'nin, Della Porta'nın sistemine göre 1698'de yaptığı buhar pompası, madenlerde başarıyla denenmişti. Savery'nin makinasında, kapalı bir kaba bağlanan üç borudan biri aşağıdaki su birikintisine inmekte, diğeri bir buhar kazanına bağlanmakta ve üçüncüsü de yukarıya doğru çıkış için kullanılmaktaydı. Buhar kazana girince, yoğuşmasına müsaade ediliyordu. Oluşan kısmi vakum, aşağıdaki borudan suyu çekiyor, fakat, bu boruya tek yönlü bir musluk bağlandığı için, su geriye dönemiyordu. Kazana bundan sonra giren yeni buharın basıncı ile de su, gene tek yönlü bir musluk takılmış olan çıkış borusundan dışarı basılıyordu. Bu işlem çevrimi, kazana bakan bir teknisyen tarafından tekrarlanıyordu. Savery buhar pompası başarılı olmadı. Zira, suyu çıkış borusuna sürmek için gereken yüksek buhar basıncı, kazan patlaması tehlikesini arttırıyordu. Ayrıca, pompanın kuyu dibindeki su birikintisine yakın yani, en fazla 30 feet uzağa konulması gerektiğinden, bir hatalı çalışma durumunda kolayca suyun içinde kalıyor ve tamir edilmesi imkansız oluyordu.

Isıdan mekanik güç elde edilmesi problemine diğer bir çözüm yolu, onaltıncı yüzyıl maden mühendislerinin, suyun, emme pompaları ile yaklaşık 30 ayaktan daha yukarı çıkarılamadığı şeklindeki gözlem ile ortaya çıktı. Galileo, doğanın vakumdan nefretinin ancak belirli sınırlar içinde geçerli olmasını garip bularak, eğer bu limit sabitse, diğer sıvıların da, kendi yoğunluklarına bağlı olan belirli bir yüksekliğe kadar emilebileceğini ileri sürdü. Onun Toricelli ve Viviani gibi öğrencileri, 1643 yılında durumun gerçekten böyle olduğunu, sudan 14 kere daha büyük yoğunluğa sahip olan cıvanın, ancak yirmidokuz inç kadar yükseğe emilebileceğini gösterdiler. Torricelli ve Viviani, bir ucu kapalı olan bir tüpü cıva ile doldurduktan sonra, bunu ters çevirerek açık ağzını, cıva dolu olan üstü açık bir kaba batırdılar. Tüp içindeki cıvanın seviyesinin, kaptaki cıvanın yüzeyinden 29 inç yukarda olacak şekilde düştüğünü gördüler. Bu yükseklik, tübün düşey veya yana doğru yatık tutulmasından etkilenmiyordu. Vivani, cıvanın tüpteki yirmidokuz inch yüksekliğinin, havanın açık kaptaki cıvanın serbest yüzeyine yaptığı basınçtan kaynaklandığını ileri sürdü. Bu görüşe destek, 1648 yılında Blaise Pascal, 1623-62, tarafından sağlanmıştı.

Pascal, Torricelli ve Viviani'nin deney cihazı ile Güney Fransadaki Puy de Dome dağına tırmanırken cıva sütununun sürekli olarak aşağı indiğini gördü. Buna bakarak, Pascal, cıva sütununun basıncının, tabaktaki cıva yüzeyine havanın uyguladığı basınç ile dengelendiğini ve dağa çıkarken hava basıncının düştüğünü kabul etti.

İtalyan ve Fransız çalışmalarından bağımsız olarak, Almanya'da Magdeburglu bir bira yapımcısı ve mühendis olan Otto von Guericke, 1602-86, 1635 ile 1645 yılları arasında benzer bir araştırma yaptı. Guericke, bir fıçı içindeki suyu emme pompası ile boşaltarak vakum meydana getirmek istediğinde, fıçıya hava kaçtığını gördü. Bunun üzerine, bakır bir küreden havayı doğrudan doğruya boşaltmağa çalışarak bunda başarılı olunca, vakum elde etmiş oldu. Guericke, vakumun, daha doğrusu hava basıncının, çok büyük bir kuvvet uygulayabildiğini gördü. Kenarları birbirine alıştırılmış iki metal yarım kürenin birbiri üzerine kapanarak içerdeki hava boşaltıldığında, 16 beygir tarafından bile birbirinden ayrılmadığı ve içindeki hava boşaltılmış bir silindiri kapayan piston üzerine gelen atmosfer basıncının, yirmi kişinin uyguladığı kuvvetten daha büyük olduğunu gösterdi. Böylece, Guericke'nin deneyleri, mekanik olmayan bir yöntemle bir vakum meydana getirilebilirse, atmosfer basıncının çok büyük bir mekanik güç sağlayabileceğini göstermiş oluyordu.

Guericke'nin deneyleri, İngiltere'de Robert Boyle ve Robert Hooke tarafından tekrarlandı ve geliştirildi. Bunlar, hava pompası ile yaptıkları çok sayıdaki deneyde, verilen belirli bir miktar havanın basıncının, onun hacmi ile ters orantılı olduğunu gösterdiler. Daha sonra, Fransız Huguenotlarından fizikçi Denis Papin, 1647-1712, İngiltere'ye gelerek, bir süre Boyle'un yanında asistanlık yaptı. Bu süre zarfında, Papin, basınçlı tencereyi, veya kendi verdiği adla, 'sindirici' ile, emniyet valfını icat etti. Emniyet valfı, onun 'sindirici'sinin önemli bir parçasını oluşturuyordu. Papin, mekanik gücün, oldukça uzağa, bir boru içinde meydana getirilecek vakumla iletilebileceğini ileri sürmüştü. Hooke, bu amaç için gereken vakumun, buharın yoğuşturulması ile gerçekleştirilebileceğini düşünmüştü. Hayatının sonuna doğru, (ölümü 1703), aynı konuda çalışan Dartmouthlu bir demirci olan Thomas Newcomen, 1663-1729, ile temasa geçti. Newcomen'in çalışmalarının ayrıntıları bilinmemekle birlikte, on sekizinci yüzyılın ilk on yılı içinde, ısıyı büyük ölçekte mekanik enerjiye dönüştüren ilk etkin makina olan, atmosferik buhar makinasını yaptığı bilinmektedir.

Genelde bir madenden su boşaltmak için uygun şekle getirilen Newcomen makinasında, bir silindirin ağzını kapayan bir piston, bir ucu drenaj pompalarına bağlı olan, salmabilen bir kirişin ucuna bir çubuk ve zincir ile bağlanmıştı. Alçak basınçlı buhar silindire alındıktan sonra, burada, az miktarda su püskürtülerek yoğuşturulurken, silindirde oluşan kısmi vakum nedeniyle, atmosfer basıncı pistonu itmekte; bunun, salınan kirişi aşağı çekmesiyle de pompalar çalışmakta idi. Bu işlem, salınan kirişe bağlanmış olan mekanizmaların yardımıyla, gereken valfların açılıp kapanması ile tekrar ediyordu. Newcomen'in makinası, Savery'nin pompasına göre çok daha üstündü. O, kuyunun dibine değil, ağzına kurulabildiğinden, su basmasından etkilenmiyordu. Alçak basınçlı buhar ve atmosfer basıncı kullanıldığından, kazan patlaması tehlikesi de bulunmuyordu. Newcomen makinası, üstelik, Savery'nin makinası gibi, özelleştirilmiş bir buhar pompası değil: ısıyı mekanik enerjiye dönüştüren, genelleştirilmiş bir ilk hareket ettirici[1] idi. Newcomen makinasının kullanımı hızla yayıldı. 1712'de, bu makinalar İngiltere'deki tüm kömür ve metal madenlerinde kurulmuş; 1720'de ise, ülke dışına ihraç edilmeğe başlanmıştı.

Newcomen'in buhar makinası üzerindeki çalışmaları da, Harrison'un denizci kronometresi üzerindeki çalışmaları gibi, büyük ölçüde ampirik olmuştur denilebilir. Bu kişiler, centilmen amatör bilim adamları tarafından kendilerine iletilen fikirleri, uygulamaya sokabilecek ustalığa sahiptiler. Onsekizinci yüzyılda daha sonraları, böyle teknisyen ve alet yapımcıları, bilimsel yöntemleri daha iyi öğrenecek ve bilimin uygulamalarını kendi başlarına gerçekleştirebileceklerdi. Bu hareketin ilk önemli şahsiyeti, John Smeaton'dır, 1724-92. Bu kişi, modern mühendislerin ilki olarak anılır. Smeaton, tasarımından inşasına kadar, tüm İngiltere'de, köprüler, limanlar, kanallar, fabrikalar ve buhar makinalarının yapımını gerçekleştirdi. Ayrıca, bir danışman mühendis olarak, ilgilendiği makinaların performansının iyileştirilmesi için, laboratuvarlarda onların küçük modelleri ile deneyler yaptı. 1725 ile 1754 arasında, Smeaton, eski tip ilk hareket ettiriciler olan, rüzgar ve su çarklarının ufak ölçekte modellerini yaparak ve bunların çeşitli parçalarını değiştirerek, bu cihazların verimlerinin hangi faktörlere bağlı olduğunu

[1] Prime mover, (Ç.N.).

inceledi. Bununla, deneysel olarak, üzerine üstten su dökülen çarkların veriminin, alttan geçen su ile döndürülenlere göre iki kat yüksek olduğunu buldu. Halbuki, değişik teorik bilimciler bu iki modelin verimlerinin oranı için, altıda bir ile, on arasında değişen sayılar vermişlerdi.

Daha sonraları, Smeaton, Newcomen'in buhar makinasını da benzer şekilde inceledi. 1769'da, o zaman İngiltere'de kullanılan yüz kadar atmosferik buhar makinasının performanslarını ve ölçülerini belirten bir liste oluşturdu. Sonra, bu makinanın ufak bir modelini yaparak, 1769 ile 1772 yılları arasında bunun üzerinde 130 kadar deney gerçekleştirdi. Bu deneylerin her seferinde, performansı etkileyen sadece bir faktör değiştiriliyor ve diğerleri sabit tutuluyordu. Smeaton, bu şekilde, bir ila yetmişaltı beygir gücü arasındaki bir makina için, en uygun silindir çap ve uzunluğunu, dakikadaki çevrim sayısını ve gereken kazan büyüklüğü ile olası kömür sarfını belirledi. Böylece, niteliksel deney yöntemini kullanan Smeaton, incelediği makinaları büyük ölçüde geliştirdi. Fakat, ilke olarak yeni olan bir şey getirmedi. Onun yeni bir bilimsel bilgi uygulamamasına karşılık, kendisinden sonra gelen büyük mühendis James Watt, bunu gerçekleştirecekti.

James Watt, 1736-1819, Greenocklu bir tüccarın oğlu idi. O, Londra'da alet yapımını öğrenerek, 1757 de Glasgow üniversitesinde, alet yapımcısı olarak işe başladı. Görevi sırasında, 1763'de, Newcomen makinasının küçük modellerinin, büyük olanlara göre verimlerinin daha az olduğunu gördü. Bu olayı, Glasgow üniversitesinde profesör olan Joseph Black, 1728-99, ile konuştu. Kısa bir süre önce de, Black, farklı maddelerin ısı alma kapasitelerinin, yani özgül ısılarının farklı olduğunu ve maddelerin faz değiştirdikleri, yani katı iken sıvıya, veya sıvı iken buhara dönüştükleri sırada, sıcaklıkları aynı kalırken, büyük miktarda ısı aldıklarını (gizli ısı) bulmuştu. Black ve Watt, Newcomen makinasında her yeni buhar miktarının silindire girişinde, daha önceki yoğuşturma sırasında soğumuş olan silindiri ısıtmak için, büyük miktarda ısı ziyan edildiğini gördüler. Buharın suya dönüşmesindeki gizli ısıyı ve silindir maddesinin özgül ısısını dikkate alan Watt, çeşitli büyüklüklerdeki makinalarda ziyan olan buhar miktarını hesapladı. Bununla, silindir yüzey alanının hacme oranının daha büyük olduğu küçük modellerdeki kaybın, tam ölçekteki makinalara göre daha büyük olduğunu gösterdi.

Buhar kaybını önlemek için, Watt, buhar makinasının ana silindirini her zaman aynı yüksek sıcaklıkta tuttu. Buharı yoğuşturma işini ise, alçak sıcaklıkta tutulan ayrı bir odada yaptı. Böylece, her çevrimde silindiri yeniden ısıtmak için hiç buhar ziyan edilmiyordu. Black, Watt'ı, İskoçya'daki Carron'da ilk büyük demir fabrikalarını 1760 yılında kuran ve yeni bir buhar makinası imal etmek isteyen, dostlarından John Roebuck, 1718-94, ile tanıştırdı. Roebuck, ayrıca icat ettiği, kurşun oda yöntemiyle sülfrik asit imal etmek için 1740 yılında fabrika kurduğu Birmingham'da da ilişkilere sahipti. Böylece, 1775'de Roebuck iflas ettiği zaman, Watt buhar makinası işinde onun payı, Birmingham'lı, hafif metal ürünler imal eden Mathew Boulton, 1728-1809, tarafından devralındı. 1776'dan itibaren Boulton ve Watt Birmingham'da yeni makinayı ortaklaşa imal ettiler. Bu makinayı, verimi arttırarak ve hareketi bir dönme hareketine dönüştürerek, Watt daha da geliştirdi.

Newcomen makinası, kömür ocaklarında, Watt'ın getirdiği yeniliklerden çok zaman sonra bile, hala kullanılıyordu. Zira, kuyu başında kömür yakıtından tasarruf sağlamak daha henüz önem taşımıyordu. Fakat, kömürü Güney Wales'den getirmek zorunda olan Cornwall kalay madencileri ile ocaklarına gereken havayı basan körükleri çalıştıracak, kuvvetli ilk hareket ettiricilere gereksinim duyan demir üreticileri, Watt'ın makinasını ortaya çıkar çıkmaz uygulamaya soktular. Güvenilir ve verimli mekanik güç kaynakları, onsekizinci yüzyılda geliştirilen karmaşık tekstil makinalarını hareket ettirmek için de gerekliydi. Watt'ın makinası dönel harekete de uyarlanınca, bu gereksinme de artık karşılanabilecekti. On sekizinci yüzyıldaki, tekstil makinaları ve demir ergitme yenilikleri, genel olarak, teknik icatlardı. Fakat, buhar makinasının gelişimi, yöntem ve içerik bakımından, geniş ölçüde bilime dayanıyordu. Bu açıdan o, on dokuzuncu yüzyıl öncesindeki, belki en önemli tek uygulamayı oluşturuyordu.

24. Bölüm

On Sekizinci Yüzyıl Biliminin Arka Planı

BOYLAM bulunması ve maden kuyularından su boşaltılması problemlerinin önemli bir özelliği, on yedinci ve on sekinci yüzyıl başlarının centilmen amatör bilim adamlarının, çözüm önerilerini pratik sonuçlara başarıyla ulaştıramamış olmalarına karşılık, deniz kronometresi ile buhar makinasının, zanaat geleneğine bağlı kişilerce yapılmış olmaları idi. On yedinci yüzyıl bilimcileri, her yönleri ile kuvvetli olan, hem pür ve hem de uygulamalı bilimlere ilgi duyan kişilerdi. Her iki alanda da önmeli başarılar kazanarak, termometre, barometre, teleskop, mikroskop, hava pompası, elektrik makinası ve sarkaçlı saat gibi buluşları da uygulama alanına sokmuşlardı. Fakat, buhar makinası ve deniz kronometresi gibi iki önemli sorun karşısında, hem de çözümler tam ortaya çıkarken, onyedinci yüzyıl sonuna doğru, gayretlerde bir gevşeme olduğu dikkate çarpmaktadır. Hook ve Huygens, tasarladıkları saat balans yayını pratik bir şekilde gerçekleştiremediler. Buna karşılık, atmosferik buhar makinasının geliştirilmesi, Newcomen gibi bir demirciye bırakıldı. Zamanın bilim adamları, Bacon'un eski programını gerçekleştiremediklerinin farkında idiler. On sekizinci yüzyıla girildiği yılda, Kraliyet Derneği Konseyi, şunları kayda geçiriyordu:

'büyüklerin cesaret kırıcı ihmali, cahillerin güçlü çelişkileri ve akılsızların tenkitleri, ne yazık ki, onları yararlı buluşlar dizisini sürdürmekten alakoymuştu'.

Gayretlerdeki gevşeme, yalnız uygulamalı bilim alanında görülmüyordu. Bu, doğa felsefesinin gelişmesinde de gözlenmekteydi. Çünkü, onsekizinci yüzyılın ilk yarısı, kendinden önce ve sonra gelenler ile karşılaştırıldığında, bilimsel düşünce tarihinde de tekillik gösteren bir boşluk dönemidir. Hastalık, daha başlangıçta dikkatleri çekmişti. Kraliyet Derneği'nin 1698 için yayınladığı, *Philosophical Transactions*'da, Alman filozofu Leibniz ile, orijinal 'Felsefe Koleji'nin hayatta bulunan tek üyesi John Wallis, 'felsefenin

günümüzdeki bu gevşek halinin nedeni', şeklinde dile getirdikleri konuyu tartışmışlardı. Bilimsel tartışmaların düzeyinde dikkat çekici bir düşme olduğunu belirterek, genç çağdaşları arasında, kendi deyimleriyle, 'gayretli, doğa gözlemcilerinin sayısının az olduğundan' şikayet ediyorlardı.

Bilimsel çabalar, görünüşe göre, on altıncı ve on yedinci yüzyıllardaki ticari genişleme ile, on sekizinci yüzyıldaki zirai ve sanayi devrimleri arasında gevşemişti. İşaret ettiğimiz gibi, tüccarlar ve İngiltere'deki denizaşırı ticaret şirketleri daha önceki devirde bilimsel gelişmeyi desteklemekte çok etkili olmuşlardı. Daha sonraki dönemde, sanayi devrimi de, bilim üzerine etkisiz kalmamıştı. Yeniden düzenlenme ve yönelme için kullanılan aradaki dönemde ise, bilim kendisi dışındaki kaynaklardan fazla bir uyarı almadan, sadece kendi öz geleneklerine dayanarak ayakta durmuştu. On sekizinci yüzyılda, büyük coğrafi keşiflerden yararlanan girişimlerin hepsi başarılı değildi. İngiltere'de, 1720'de Güney Denizi Şirketi'nin gürültülü çöküşüne kadar varan bir sürü kriz yaşanmıştı. Yaklaşık aynı zamanda, Fransa'da, Karaipler'in John Law şirketi çökerken, biraz daha önce de, Hollanda'da benzer bir dizi başarısızlık yaşanmıştı. Ziraat ve sanayi, daha güvenli olan girişim alternatiflerini oluşturuyordu. İngiltere'de, on sekizinci yüzyıl ortalarında bu alanlardaki faaliyetler hızlandı. Çoğunluğu Anglikan inancında olan centilmen toprak sahipleri, dönüşümlü ekim ve hayvan ıslahı gibi zirai reformları yaparlarken, aralarında çok Nonconformist, yani Anglikan olmayanlar, bulunan oldukça mütevazi insanlar da sanayi devrimini gerçekleştiriyorlardı. Fransa'da böyle girişimler çok konuşulduysa da, Fransız hükümetinin uyguladığı sıkı kontrollar nedeniyle az şey gerçekleştirilebildi. Bu tartışmalar *eski rejimin* kritiğine dönüşerek, Fransız İhtilali'ne giden yolu hazırlayan bir etken oldular.

Onsekizinci yüzyılın ikinci yarısındaki yeni hareketlerle, bilim yeniden canlandıysa da, bu artık yeni özellikler taşıyordu. Bunların en önemlisi, bilimdeki metodolojik bölünmenin milli çizgiler taşımasıydı. On yedinci yüzyıl filozoflarının çoğu, bilimin, deneysel, kuramsal ve uygulama cepheleriyle ilgilenmişlerdi. Örneğin, Newton, optikte önemli deneyler yapmış, evrensel çekim kuramını geliştirmiş ve bir aynalı teleskop ve bir deniz sekstantı icadetmişti. Fakat, on sekizinci yüzyılda, İngiliz bilim adamları çoğunlukla deneyci iken, Fransız bilimcileri çoğunlukla kuramcı idiler. Uygulamalı

bilimler ise, centilmen amatör bilimciler yerine, İngiltere'nin ve daha az ölçüde de Fransa'nın, alet yapımcısı ve mühendislerinin elindeydi. İngiliz Kraliyet astronomları, Bradley, 1692-1762, ve Maskelyne, 1732-1811, dikkat çekici ampirik gözlem ve keşifler yaparlerken, Fransız bilim adamları, Lagrange, 1736-1813 ve Laplace, 1749-1827, astronomi ve mekanik teorisini geliştirdiler. Aynı şekilde, Lavoisier, 1743-94, İngiliz bilim adamlarının ve özellikle Joseph Priestley'in, 1733-1804, deneysel buluşlarını kullanarak, kimyasal devrimin kuramını ortaya koydu. İşaret ettiğimiz gibi, bölünme hatta bir ölçüde Harrison ve Le Roy'un deniz kronometresi çalışmalarına da yansımıştır.

Ulusal sınırlar boyunca böyle bir ayrışmanın işareti, bilimsel yöntemin ampirik ve tümdengelimci yönlerini vurgulayan Bacon ve Descartes'in felsefelerinde de önceden hissedilmektedir. İngiliz ve Fransız bilim adamlarının çalışmaları arasındaki fark, o zamanlar dikkat çekmese de, daha onyedinci yüzyıl sonlarında göze çarpmaktadır. Kıta Avrupası'na yaptığı bir yolculuk hakkında Boyle'a yazdığı mektupta, Oldenburg, 'Siz Fransız doğacıları, eylemci veya deneyci olmaktan çok, konuşmacısınız', diyordu. On sekizinci yüzyılda temelli hale gelen bölünmenin, belki de, İngiltere'de sanayi devrimine, Fransa'da da politik devrime yol açan gelişmeler gibi, milletlerin bu yüzyıldaki öncelikli konularını yansıttığı söylenebilir. Deneysel ve uygulamalı bilimleri geliştirerek, İngiliz bilim adamları ve mühendisleri, endüstriyel tekniklerin gelişmesine doğrudan hız verdiler. Gördüğümüz gibi, Black'in gizli ve özgül ısı gibi deneysel araştırmaları, Watt tarafından geliştirilen buhar makinasında doğrudan doğruya pratik bir uygulama alanı buldu. Diğer taraftan, Fransa'nın, belki, desenli kumaş dokumak için, Jacquard çekme tezgahı gibi belirli lüks üretim alanları dışında, teknik alet bakımından sanayi devrimine katkısı az olmuştur. Fransızlar, öncelikli olarak, kurulu kilisenin ve devletin doktrinlerini teorik olarak eleştirmekle ve 'aydınlanmanın' felsefesini yaymakla meşguldüler. Bu hareketin kuramsal ve uygulamadan oldukça uzak ruhu, Fransız bilimine de sirayet etti. Zira, kilise ve devletin eleştirisi, bilim adına yürütülürken, aydınlanma felsefesi de Newton sistemi ve onun uzantılarından başka bir şey değildi.

Aydınlanmış düşüncenin yayılmasına yönelik Fransız hareketi, öncelikle, Descartes'in teorilerini popüler hale getiren Fontenelle, 1657-1757, tarafından başlatılmış ve Newton'un sistemini Fransa'ya getiren Voltaire, 1694-1778, tarafından geliştirilmiştir. Bu hareketin en önemli ürünü, büyük Fransız '*Ansiklopedi*'si idi. Ansiklopedi, 1751 ile 1777 arasında yirmi iki cilt olarak yayınlanmıştı. On sekizinci yüzyılda, İngiltere ve Fransa'da, iki ülkedeki ilgilerin birbirinden farklılaşmasını gösteren bir çok ansiklopedi yayınlandı. Harris'in çıkardığı *Lexicon Technicon* (1704) ve Chambers'in çıkardığı *Dictionary of the Arts and Sciences* (1714) gibi İngiliz ansiklopedileri başta daha çok teknik karakterli iken, sonraları kapsamları genişlemiş ve sonunda bu gelişmeyi *Encyclopædia Britannica izlemiştir*. Sonuncusunun ilk baskısı, 1771'de Edinburgh'da gerçekleşmiştir. Diğer taraftan, Pierre Bayle adlı Fransız Huguenotu tarafından 1695'de Amsterdam'da basılan, *Historical and Critical Dictionary* gibi Fransız ansiklopedileri, başlangıçta, öncelikle eleştirel ve kuramsal idiler.

On sekizinci yüzyılda bilimin, Fransız ve İngilizler arasmda teori ve deneye bölünmesinin yanı sıra, bilimsel etkinlik merkezleri arasında dikkat çekici yer değiştirmeler ve bilim adamlarının çıktığı sosyal arka planda da değişiklikler vardı. İskoçya'daki Napier ve Gregory'ler dışında, Britanya'nm onyedinci yüzyıldaki önemli bilim adamları, Severn'i Wash'a bağlayan çizginin güneyindeki yerlerden çıkmışlardı. Şimdi, on sekizinci yüzyılın ikinci yarısında, bilim adamları, İskoçya'da, endüstriyel orta bölgede ve ülkenin kuzeyinde ortaya çıkıyorlardı. Bu adamların, artık Doğu Hindistan Şirketi'nin müdürlerinden biri olan Robert Boyle, veya Kraliyet Derneği'nin ilk Başkanı olan ve Charles II tarafından asalet ünvanı verilen *yeni zengin* Lord Brouncker gibi, ticaret şirketleri veya toprak sahipleri ile ilgileri yoktu. Bu kişiler, Joseph Priestley ve John Dalton, 1766-1844, gibi, dokumacıların çocukları veya Humphry Davy, 1778-1829, ve Michael Faraday, 1791-1867, gibi zanaatçi çırakları idiler. Üstelik bu adamların çoğu, Anglikan değildi. Joseph Priestley bir Ünitaryen rahibi; John Dalton bir Kuaker; Michael Faraday ise bir Sandemanncı idi. Yine, bu adamlar öncelikle kimya ve elektrik ile ilgilendikleri halde, on altıncı ve on yedinci yüzyıllardaki ana ilgi odaklarını oluşturan astronomi ve mekanik bilimlerine yakınlıkları sınırlıydı.

On sekizinci yüzyılda, bilimsel etkinlik, İngiltere'de olduğu gibi Avrupa kıtasında da yeni yeni bölgelerde belirirken, Avrupalı bilim adamlarının içinden çıktığı sosyal arka planda aynı ölçüde bir değişiklik görülmüyordu. Fransız bilim adamları, hala özellikle devlet bürokrasisi ile ilişkili ailelerden gelirken, Fransız parlamentosu mensupları veya mahkemeleri, bilimde eskiden olduğu gibi ortada görünmüyorlardı. Belki de bu, parlamentonun artık önemini kaybetmiş olmasındandı. Lakin, Fontenelle ve Voltaire gibi, avukat ailelerinden gelen veya hukuk okumuş kişiler, bilimsel hareket içinde önemli yerlerini hala korumaktaydılar. İsviçre, on sekizinci yüzyılda, bilimsel faaliyetin önemli bir merkezi haline geldi. Bunun nedeni, belki de, İsviçre'nin, Flanders'i terkederek Basel'e yerleşen, matematikçi Bernoulli'ler; Cenevre'ye yerleşen Fransız Huguenot aileleri, Trembley, Saussure ve Candolle'ler gibi, katolik ülkeleri terkeden çok sayıda Protestan bilim adamının sığındıkları yer olmasındandı. On sekizinci yüzyılda, zengin demir cevherleri ve geniş kereste rezervleriyle, önemli bir demir üretim merkezi haline gelen İsveç, İngiltere'de olduğu gibi, mütevazi ailelerden gelen, rahip çocukları olan Linnaeus, 1707-78, ve Barzelius, 1779-1848 ve bir eczacı olan Scheele, 1724-86, gibi bilim adamları çıkardı.

Zenginleşen Hollanda'da bilim bir duraklamaya girdiyse de, başta Paris ve Londra olmak üzere, daha eski bilim merkezleri, on sekizinci yüzyılda da etkinliklerini sürdürdüler. Kraliyet Derneği, on yedinci yüzyıl günlerindeki gençlik canlılığını kaybetmekle birlikte, bünyesinde hala, Henry Cavendish, 1731-1810, gibi centilmen amatör geleneğinden gelen önemli bilim adamlarını barındırıyordu. Genel olarak bakıldığında, Dernek'e seçilenler, Anglikan olmayan, endüstriyel Kuzey'den gelen, yeni tip bilim adamlarıydı. Gerçekten, Derneğin Fellow'ları arasına on sekizinci yüzyılda katılan on dört, on dokuzuncu yüzyılda ise otuz altı Kuaker'in belirttiği artış, bilimin Anglikanların dışına yayılışı hakkında iyi bir indis vermektedir. Kraliyet Derneğine seçilen Kuakerlerin İngiliz nufusuna oranı, on yedinci yüzyılda, Anglikanların oranı gibi iken, bu oran, on sekizinci yüzyılda dört kat, on dokuzuncu yüzyılda ise otuz kat olmuştu. Nonconformist, yani Anglikan dışı veya zanaatkar çevrelerden Kraliyet Derneği'ne katılan yeni tür bilim adamları, Dernek havasını önceleri biraz sıkıcı bulmuşlardı. Humphry Davy gibi bazıları, bir yandan da bu Dernek'i, bir Londra kulübü yerine, Britanya'da bilimin

gelişmesi için çalışan ulusal bir organizasyon haline getirmeğe gayret ederken, kendilerini bu Derneğin geleneklerine uydurdular. Joseph Priestley gibi diğer bazıları ise, Dernek'ten uzaklaşarak, İngiltere'nin orta ve kuzey bölgelerinde kendi gereksinmelerine cevap verecek yerel bilimsel örgütlerini kurdular.

1662 tarihli, Dinsel Uyum Yasa'sının[2] gereklerini reddeden çeşitli Protestan mezhepleri, ya eski Püriten hareketinin radikal kanadını oluşturdular, veya oradan türediler. Daha az varlıklı sınıflara yakınlıkları belli olan bu grupların faaliyetleri genellikle siyasi karakterli olup, yapıları da heterojendi. On yedinci yüzyıl sonları ile on sekizinci yüzyıl başlarında, Uyum Karşıtı[3] mezhepler ve özellikle Kuakerler, karakterini daha kesin olarak aşağı orta sınıfların belirlediği bir yapı kazanırlarken, sanayi devriminde öncü bir rol üstlenerek, dünyevi etkinliklerini zanaatlerin gelişmesine hasrettiler. Kendilerine üniversiteler kapalı olduğu için, Anglikanizm ile uyuşmayı reddeden bu gruplar, kendi eğitim kurumlarını kurdular. Bu kurumların bazılarındaki öğretim, on sekizinci yüzyıl içinde, bir üniversite eğitimi standardına yetişti. Artık bir çok Anglikan da, üniversitelere gitmek yerine, içinde, daha modern konuların ve özellikle geniş ölçüde bilimin öğretildiği, bu Uyum Karşıtı Akademi'lere gitmeyi tercih ediyordu. Warrington Akademisi'nde ders veren Joseph Priestley, Manchester Yeni Koleji'nde ders veren John Dalton gibi, Akademi hocalarından bazıları, önemli bilim adamları olarak isim yaptılar.

Uyum Karşıtları, özellikle, demir sanayi gibi ağır sanayilerin gelişmesinde önde geliyorlardı. Anglikan demirhane sahipleri arazi satın alarak, toprak sahibi centilmenler arasına karışmaya eğilim gösterir ve demir sanayini Kuakerlere terkederlerken, asaletin babadan oğula kalması ilkesini reddeden Kuakerler, on sekizinci yüzyılda bu alanda artık tamamen ağır basıyorlardı. Demirhane sahibi olan Kuaker ailelerinden önemli biri, Coalbrookdale'dan Darby'ler idi. Bu kişiler, artık zor bulunduğu için pahalılaşan geleneksel odun kömürü yerine, demiri, kok kömürü kullanarak ergitme yöntemini bulmuşlardı. Darby ailesi, ayrıca demiri, kum kalıplar içine dökme yöntemi de geliştirmiş ve 1724'den 1760'a kadar buhar makinası silindirlerini dökme tekelini ellerinde

[2] 1662 Act of Uniformity, (Ç.N.).
[3] Nonconformistler, (Ç.N.).

tutmuşlardı. Uyum Karşıtlarından diğer mucitler, Presbyterian James Watt, onun ilk ortağı olan, Bağımsızlardan John Roebuck ve geliştirdiği hassas delme makinası ile Watt'ın makinasını ticari başarıya ulaştıran, John Wilkinson idi.

Sanayi devriminin, Uyum Karşıtı Akademi'lerde[4] bilimsel eğitim almış ve teknik beceri sahibi bu şahsiyetleri, kendi bölgelerinde Sanatları ve Bilimleri geliştirecek kurumları kurdular. Bunların ilklerinden biri, 1766'da Birmingham'da Mathew Boulton tarafından kurulan Ay Derneği idi. Bunun üyeleri arasında, Boulton ve Watt; kimyacı Joseph Priestley; torunu Charles Darwin'in evrimle ilgili teorilerinden bazılarını önceden sezen, bir tabip, şair, ve doğa bilimcisi olan Erasmus Darwin, 1731-1802; Bromwich'de bir kimya fabrikasının sahibi olan James Keir, 1735-1814; top imal ettiği için Kuaker'ler tarafından dışlanan, demir eşya imal eden bir fabrikanın sahibi olan Samuel Galton; baskıda kullanılan harf kalıplarını geliştiren John Baskerville, 1754-1839; gazla aydınlatma ve bir buharlı lokomotifin mucidi olan, Boulton Watt fabrikası mühendislerinden William Murdoch, 1754-1839; Dr. William Withering ve Dr. William Small, 1734-75, gibi, Birmingham'lı iki tabip ve Thomas Day, 1748-89, ile Richard Lovell Edgeworth, 1744-1817, gibi, iki edebiyatçı da bulunmaktaydı. Ay Derneği'ne ismini veren, ayda bir kere, üyelerin evlerine kolayca dönebilmeleri için dolunay olduğu gecelerde, üyelerden birinin evinde toplanılmasıydı. Dernek, Birmingham'da Uymayanlara ve Fransız İhtilalinin destekcilerine karşı saldırıların başladığı 1791 yılına kadar gelişti. Dernekte, bu özellikleri taşıyan bir çok kişi vardı. Priestleyin evi yıkılmış kendisinin bilimsel aletleri ve kütüphanesi tahrip edilmişti. Bundan kısa bir süre sonra, o, Amerika'ya göç etmiş; diğerleri de Birmingham'dan uzaklaştıklarından, Ay Derneği'nin varlığı sona ermişti.

Aynı dönemde kurulan, eyaletteki, diğer önemli bir bilimsel kurum, Manchester Edebi ve Felsefi Derneği idi. Manchester Derneği, bilim adamı ve sanayicilerin Warrington'daki Uymayan Akademi'de yaptıkları toplantılardan ortaya çıkmıştı. Derneğin toplantıları 1781'den itibaren düzenli olarak kaydedilmiş; toplantılarda okunan makaleler de, 1785'den itibaren yayınlanmış bulunmaktadır. Bu Dernek, kırk kurucu üyesi ile, Ay Derneği'nden daha büyük ve istikrarlı bir organizasyon olup, günümüze kadar varlığını sürdürmüştür.

[4] Nonconformist Academy, (Ç.N.).

Manchester derneğinin en önemli kurucusu ve ilk Başkanı Thomas Parcival idi, 1740-1804. Kendisi, Warrington Akademisi'nde, Joseph Priestley'in yanında eğitim görmüş ve Manchester'de bir hekim olarak çalışmıştı. Derneğin diğer bir kurucusu, ve ilk Sekreteri, Manchester'li bir eczacı olan Thomas Henry, 1734-1816, idi. Onun oğlu, olan William Henry, 1774-1836, 1803'de kendi adıyla anılan gaz yasasını bulmuştur.

Manchester Derneği ilk zamanlarında, yörede oldukça önem taşıyan, tekstil ağartma ve boyama için oldukça önem taşıyan kimya bilimi ile yoğun bir şekilde ilgelenmişti. Dernekle ilişkisi olan ilk büyük bilim adamı, John Dalton isimli bir kimyacı idi. Bu şahıs, 1817'den 1844'e kadar Derneğin başkanlığını yapmıştır. Kimyanın önemi, hatta Derneğin tüzüğünde vurgulanmıştı. Kimya, burada, genel doğa felsefesinden ayrı ele alınacak bir konu olarak listeye konmuştu. Dernek tüzüğünün VIII. maddesi şunu belirtiyordu:

'Konuşulacak konular, doğa felsefesini, kuramsal ve deneysel kimyayı, nezih edebiyatı, medeni kanunu, ticareti ve sanatları kapsar.'

Derneğin tüzüğünde, Kraliyet Derneği'nin karışmayacağını ilan ettiği, hukuk, politika ve ticaret konularından söz edilmesine karşı olmadığı da açıklanmaktadır. Ay Derneği'nde de olduğu gibi, Manchester Derneği'nde, Fransız İhtilali'ni destekleyen bir çok üye vardı. Bunlardan ikisi, yani, Thomas Cooper ve Genç James Watt, Fransız Ulusal Meclisi'ne üye seçilmişlerdi. Sonuçta, Manchester Derneği de, 1791'deki 'Kral ve Tanrı' ayaklanmalarında bazı güçlüklerle karşılaştı ise de, Ay Derneği'nin aksine, bu fırtınalara dayandı. On dokuzuncu yüzyılda, Manchester Derneği, Britanya biliminin önemli bir kurumu haline geldi ve Kraliçe Viktorya döneminde, eyaletlerde on yıllık bir sürede kurulan, bir, beş ve hatta on kadar edebi ve felsefi derneğe bir model oluşturdu.

İskoçya'da, 1732'da kurulan Edinburgh Felsefi Derneği, 1738'de bir kraliyet tüzüğüne kavuşunca, önem kazandı. Derneğin üyeleri arasında, filozof David Hume, 1711-76; ekonomist Adam Smith, 1723-90; önce Glasgow'da sonra Edinburgh'da tıp profesörü olan Joseph Black, 1728-97; 1785'de Dernek'te okuduğu bir makale ile jeolojik evrim kuramını öne süren James Hutton, 1726-97; Edinburgh'da bir doğa felsefesi profesörü olan John Playfair, 1748-1831, ile, Hutton kuramını geliştiren, bir amatör bilimci olan Sir James Hall, 1762-1831, bulunmaktaydı.

Presbyterian İskoçya'daki üniversiteler, İngiltere'deki, Uyum Karşıtı Akademi'ler gibi, on sekizinci yüzyılda bilim öğretiminde dikkat çekiyorlardı. Gerçekten de, Edinburgh, o tarihlerden itibaren, buradaki tıp fakültesi ile ün kazandı. İskoç bilimcileri, yine İngiltere'deki Uyum Karşıtı bilimciler gibi, kendi zamanlarındaki sanayi gelişmeleri ile temaslarını sürdürüyorlardı. Hutton, kimyasal maddeler üretirken, Black, Watt'a danışmanlık yapıyor ve onu sanayici Roebuck ile temasa geçiriyordu. Fakat, on sekizinci yüzyıl sonundaki İskoç bilimcileri bir yönden İngiliz meslektaşlarından ayrılmaktaydılar: Bu, kendilerinin daha çok kuramsal bilim ile ilgilenmelerinden kaynaklanıyordu. Hutton'un, jeolojik gelişmeler ile ilgili kuramında bu göze çarpmaktadır. Playfair ise, mekanik ve astronomi alanındaki Fransız kuramsal çalışmalarına Britanya'dan bir tepki gelmemesinden yakınmaktaydı. Fakat, asrın sonunda, bir bütün olarak Britanya bilimi, yine daha kuramsal hale geldi. 1801'de ışığın dalga teorisini canlandıran Thomas Young, 1773-1829 ve 1803'de kimyaya atom teorisini sokan John Dalton'un her ikisi de, tesadüfen Kuaker ailelerden gelmekteydi. Bunu bütünleyecek şekilde, ayni dönemde, Napoleon ordularının gereksinmeleri dolayısıyla deneysel ve uygulamalı bilimlere eğilmeğe zorlanan Fransız bilimcileri de, daha ampirik bir tavır sergiliyorlardı.

25. Bölüm

On Sekizinci Yüzyılda Astronomi ve Newtoncu Felsefe

NEWTON 1687'de Principia adlı eserini yayınladıktan sonraki bir yarım yüzyıl içinde, evrensel kütle çekimi yasasında fazla bir gelişme olmadı. Onun düzeyinde bilim adamlarının tekrar ortaya çıkması için bir yüzyıl daha geçmesi gerekiyordu. Bu problem üzerinde Newton ile aynı zamanda çalışanların bazıları ve özellikle dostu Edmund Halley, 1656-1742, Newton'un fikirlerini özel durumlara uyguladılar:—örneğin Halley, bunu kendi adını taşıyan kuyruklu yıldıza uygulamıştı—fakat ondan sonra gelen nesilde astronomi alanında az sayıda önemli kuramcı çıkmıştır. Newton teorisi, o dönemin İngiliz bilim adamları tarafından genel kabul görmüş ve Newton'u izleyen William Whiston, tarafından Cambridge'de, David Gregory tarafından da Edinburgh'da öğretilmişti. Lakin, Descartes'in teorileri Cambridge'de hala popülerliğini koruyordu; zira Whiston, 1693'de Cambridge'e giderek şunları öğrenmek istediğini yazmaktadır:

'Özellikle matematik ve Kartezyen felsefe ki, o zamanlar bizim aramızda moda olan da sadece bu idi. Fakat, fazla zaman geçmeden, büyük güçlükle ve yardım almadan, aşırı bir gayretle, kendimi, Sir Isaac Newton'un harika buluşlarını öğrenmeye verdim.'

Newton'un taraftarlarının bazıları şüpheyle izlense de, onun buluşlarının çoğu, Anglikan din otoriteleri tarafından kabul görmekteydi. 1694'de Edmund Halley, Kraliyet Derneği'ne sunduğu bir makalede, şimdi Halley kuyruklu yıldızı dediğimiz cismin Dünya'ya fazla yaklaşarak, muazzam bir gelgit dalgası meydana getirdiğini ve bunun da, Nuh Tufanı'nı doğurduğunu ileri sürmüştü. 'Kutsal kilisenin sansürüne maruz kalmaktan çekindiği için', kendisi bu makaleyi 1724'e kadar yayımlamadı. 1696'da buna benzer bir teori ortaya atan Whiston, bu ve diğer yanlış inançlarında ötürü 1701'de kürsüsünden uzaklaştırıldı. Filozof, Piskopos Berkeley, 1685-1753, bu görüşleri dine hakaret olarak algılayarak, Newton teorisinin, dilbilgisine uygun bir ukalalık eseri olduğu görüşünü ortaya attı.

Berkeley, 1709'da, şöyle yazmıştı: 'Diğer kitapları okurken, akıllı bir adam düşüncelerini dil üzerine dilbilgisi ile ilgili fikirler ileri sürmek yerine, anlam üzerinde toplar ve onu kullanmak için uygular: Böylece doğanın kitabını dikkatle okumak yerine, sanırım, her olayı kesin olarak, belirli yasalara bağlamaya çalışmak veya onun bu yasalardan çıktığını göstermek, akla saygısızlık etmek olur.'

Berkeley, Newton'un *Principia*'sının, doğanın böyle, dilbilgisel incelenmelerinin en kötü örneklerinden biri olduğunu düşünüyordu.

1734'de Berkeley, Newton'un geliştirdiği diferansiyel hesaba karşı da, *Analizci: veya Dinsiz bir Matematikçiye Karşı Söylev*'de, Halley'i hedef alarak saldırıya geçti. Analiz, bir eğrinin bir noktadaki eğimini, onun küçük bir parçasını, matematiksel olarak, bir noktaya yaklaştırarak bulmak, gibi problemlerle ilgilenir. Fakat, Berkeley, bir noktanın eğiminin olamayacağını ileri sürerek, bu yöntemin sağlıksız olduğunu düşünüyordu. Matematiği din ile karşılaştırarak, şöyle yazmıştır:

Matematikçiler otoriteye başeğmezler mi? Bazı şeyleri var olarak kabul etmezler mi? noktaların kavranamaz olduğuna inanmazlar mı? Onların da sırları yok mudur? Bunun da ötesinde, kendi nefretleri ve çelişkileri yok mudur?

Böyle bir saldırının yararları da oldu. Zira bu, Britanyalı matematikçileri, diferansiyel hesabın mantıksal yapısını sorgulamaya yönelterek, şüphesiz yararlı olan bir matematiksel tekniği, daha sağlam bir temele oturtmalarına vesile oldu. Berkeley'in *Analist* adlı eserinin yayınlanmasından bir yıl geçene kadar, Newton taraftarlarından bir kaçı Başpiskopos'a karşı yayınladıkları cevaplarda, gerçekte birbirlerinin cevaplarını eleştiriyorlardı. Nihayet, Edinburgh'da matematik profesörü olan Colin Maclaurin, 1698-1746, diferansiyel hesap için 1742'de yeterli ölçüde sağlam bir temel buldu.

Avrupa kıtasında, Newton'un buluşlarının yayılması çok daha yavaş oldu. Paris Bilimler Akademisi'nde, Descartes'in kuramları bile on yedinci yüzyıl sonlarına kadar şüpheli görülmekteydi. Fakat, Akademi 1699'da yeniden organize edildiğinde, Kartezyen felsefeyi popülerleştirenlerin başında gelen Fontenelle, Akademi'ye sekreter olarak atanarak bu görevde kırk yıl kaldı. Bu sürede, Descartes'in teorileri, Bilimler Akademisi'ne hakim oldu. Akademi

tarafından Newtoncu bir esere ödül verilmesi ilk kez 1734'te gerçekleştiği gibi, Kartezyen bir esere son ödülün verilmesi de, 1740 yılında oldu. Fontenelle ile, mekanik felsefenin, fiziksel dünyadan, insanın dünyasına yaygınlaştırılmasının başlangıcına şahit olmaktayız. Bu eğilim, asrın sonlarına doğru Fransa'da belirginleşmişti.

Fontenelle 1699'da şunları söylüyordu: 'geometrik espri, geometriden ayrılarak başka bilgi alanlarına taşınamayacak kadar ona bağlı bir şey değildir. Bir ahlak, veya politika, yahut eleştiri, hatta güzel konuşma konusundaki eser, her şeyi aym kalarak, sadece bir geometricinin stili ile meydana getirilse, daha iyi bir hale gelir.'

Fontenelle'in anladığı, 'geometrik espri', mekanikçi Kartezyen felsefenin bakış açısıydı.

Fontenelle tarafından başlatılan hareket, Voltaire tarafından yaygınlaştırıldı. Kendisi, kurulu kilise ve devlet kurumlarına karşı, Fontenelle'den daha fazla eleştirel bir bakışa sahipti. Voltaire, Fransa'ya, Newton'un daha 'aydınlanmacı' olan felsefesini getirerek, onun halka yayılmasını sağladı. Eleştirel eylemleri yüzünden Bastille'de ikinci kez kaldıktan sonra, Voltaire, 1726-29 yılları arasında İngiltere'de bulunarak, İngiliz düşünce ve kurumları ile tanıştı. Fransa'ya döndüğünde, Voltaire, 1734'de ünlü, *İngilizler Hakkında Mektuplar* adlı eserini yayınladı. Bunda, Bacon ve Locke'un felsefelerinden, Kuaker'liğe, İngiliz Hükümeti'nin karakterine ve o sıralarda Ortadoğu'dan Lady Mary Whortley Montague tarafından getirilen aşı uygulamasına kadar, çeşitli konular ele alınmaktaydı. Fakat Fransız bilimi için asıl önemli olan, Voltaire'in Newton felsefesine dört bölüm ayırarak ondan geniş olarak söz etmesi ve onu Kartezyen felsefeyle karşılaştırarak övmesiydi. Voltaire'in İngiliz olan herşeyi övmesi, Fransız düşünce ve kurumlarına onun bir eleştirisiydi. Beklenebeceği üzere, *İngilizler Hakkında Mektuplar* mahkum edilerek yakıldı. Voltaire, Madame de Chatelet ile, bağımsız olan Lorraine Dükalığı'na kaçtı. İkisi tarafından yazılan Newton teorisinin popüler bir açıklaması, 1738'te yayınlandı.

Newton teorisi, 1730'larda Paris Bilimler Akademisinde bir tartışma fırtınası doğurdu; zira buna Paris gözlemevinin müdürleri olan Cassini ailesi tarafından şiddetle karşı konulmuştu. Ailenin ilk ferdi olan Jean Cassini, 1635-

1712, Lois XIV. tarafından 1668'de İtalya'dan davet edilmişti. Kendisi, güneş sistemi konusunda, eski Dünya merkezli kuram taraftarlarındandı. Onun oğlu ve torunu da, Newton teorisinin bazı yanlarına itiraz ediyorlardı. 1673 yılında Cayenne'e gönderilen bir Fransız heyeti, ekvator civarında saniye aralıklarını vuran bir saat sarkaçının uzunluğunun, Pariste saniye aralıklarını vurandan daha kısa olduğunu buldu. Bunlar, sırasıyla, 990 ve 994 mm. gelmekteydi. Bunu Newton, ekvatordaki kütle çekiminin, kutuplardakinden daha küçük olduğu şeklinde yorumlamış ve bundan hareketle, Dünya'nın şeklinin kutuplarından basılmış, ekvatorunda genişlemiş bir küre olduğunu düşünmüştü. Bu şeklin, plastik yapıda olduğu sırada, Dünya'nın ekseni etrafındaki dönmesi nedeni ile oluştuğunu ileri sürmüştü. Newton'un doğa felsefesi 1730'larda Fransa'ya geldiğinde, ikinci Cassini, Jacques, 1677-1756, Newton'un Dünya'nın şekli hakkındaki bu teorisine itiraz etti. Fransa'nın kuzeyinde Dunkirk'te ve güneyinde Perpignan'da bir derecelik enlem uzunluğu için yapılan ölçümlere dayanarak, Cassini, bunun tam tersini, yani, Dünya'nın kutuplarında uzamış, ekvatorunda ise daralmış olduğunu iddia etti.

Sorun 1730'larda ortaya çıktığı zaman, bir derecelik enlemin, çok daha kuzeyde ve güneyde olan noktalarda ölçülmesinin, Dünya'nın gerçek şeklinin bulunması için gerektiğine işaret edilmişti. Buna uygun olarak, Luis XV, bir derecelik enlemin buralarda ölçülmesi için, Bilimler Akademisi, biri Laponya'ya diğeri de Peru'ya, iki sefer düzenledi. Peru seferi, 1735'de yola çıktı; bir yıl sonra da bunu Laponya seferi izledi. Peru gurubunun öncüleri 1744'te döndüğü zaman, Newton'un esas itibariyle haklı olduğu anlaşıldı. Bir derecenin Peru'daki uzunluğu 110,600 metre iken, bu, Laponya'da, 111.900 metre gelmekteydi. Laponya heyetinin başkanı olan Maupertius, Newton'un düşüncelerini başta kuşkuyla karşılamışken, artık oldukça ikna olmuş bulunuyordu. Son olarak, yine Laponya heyetine dahil olan Clairault, Dünya'nın kutuplarmdaki basıklığını, Newton teorisini kullanarak niceliksel olarak da ele aldı.

Bir Parisli matematikçinin oğlu olan Alexis Claude Clairault, 1713-65, ve bir Fransız generalinin evlilik dışı doğan ve bir kilisenin basamaklarına bırakılmış olarak bulunan oğlu, Jean le Rond D'Alembert, 1717-83, Fransa'da Newton'un teorilerini ilk kabul eden ve onları geliştirenler arasında yer aldılar.

Kıta Avrupası'nda, Basel gurubunu oluşturan diğerleri: Daniel Bernoulli, 1700-82, John Bernoulli, 1710-90, Leonard Euler, 1707-83, daha ziyade, Newton ve Leibniz tarafından bulunan diferansiyel hesabı geliştirmişler ve onu Newton teorisini kullanarak astronomik analize uygulamışlardı. Halbuki, Newton, çalışmalarında kendi zamanında daha iyi anlaşılan, Euclid geometrisini kullanmıştı. Bu kişiler özellikle, boylam problemi ile ilgili olarak, Ay'ın hareketlerinin analizi ile ilgileniyorlardı: Gerçekten de, Thobias Mayer, Euler'in Ay teorisini kullanarak, hazırladığı tablolar sayesinde, 1755'te Britanya Hükümetinin boylam bulunması ile ilgili olarak koyduğu ödülü kazandı.

Diferansiyel hesap sayesinde bu kişiler, Newton tarafından sadece yüzeysel olarak dokunulmuş olan problemleri, ayrıntıları ile incelediler. Bu problemlerden biri, üç cisim problemi idi: Örneğin, Güneş Dünya ve Ay'ın, karşılıklı çekim kuvvetlerinin birlikte etkimesi durumunda, beklenecek hareketleri ne olabilirdi? İki cisim için bu problem basit idi. Fakat üç veya daha çok sayıda cisim için karmaşık oluyor ve ardışık yaklaşımlar kullanmak gerekiyordu. Clairault'un bir zamanlar (1747), kütle çekimi hakkında kuşkuları bulunuyordu. Zira, Ay'ın Dünya'ya en yakın uzaklığı, teoriye göre, gözlenen değerin yarısı kadar idi. Fakat, hesabını geliştirerek, 1749 yılında teorinin gözlem ile uyuştuğunu gösterdi.

Clairault ve D'Alembert'in yerini alan, Lagrange, 1736-1813, ve Laplace, 1749-1827, Güneş sisteminin Newton teorisine dayanan analizini çok daha ileri bir noktaya götürdüler. Laplace, Normandiyalı bir çiftçinin oğlu idi. 1767'de Paris'e giderek, D'Alembert'e Mekanik Biliminin ilkeleri konusunda bir inceleme sundu. D'Alembert, eserden etkilenerek, Laplace'a Paris askeri okulunda bir iş buldu. Kendisinin, buradaki matematik öğrencileri arasında Napoleon Bonaparte' da bulunuyordu. Lagrange ise, Turin'li bir Fransız subayının oğluydu. Kendisi ilkin, Berlin Akademisinde, sonra da Paris Bilimler Akademisinde görev aldı. Lagrange ve Laplace'ın çalışmaları, 1770'ten ölümlerine kadar uzanan bir dönemi kapsar. Bu sürede, Lagrange'ın, özellikle mekanik teorisine; Laplace'ın ise astronomi teorisine katkıları olmuştur.

Çalışmalarının temel sonucu, güneş sisteminin, kendini iyi bir şekilde düzenleyen bir sistem olduğunu göstermek olmuştur. Sistem içinde ortaya çıkan düzensizlikler kendiliğinden düzeltilmekteydi. Newton, Satürn ve Jüpiter'in hareketlerinde gördüğü bazı anormallikleri tam olarak açıklayamamıştı. Bu ve diğer bazı nedenlerden, Tanrı'nın evrende daima hazır bulunarak, böyle düzensizlikleri kontrol ettiğini düşünmüştü. Laplace ise, böyle bir hipoteze gerek duymadığını belirtmişti. O önce, Ay'ın hareketinin zahiri hızlanmasının, kendi kendini düzenleyen bir olay olduğunu gösterdi. Bu hızlanmanın yaklaşık 24.000 yılda geriye döneceğini hesapladı. Ayrıca, Jüpiter ve Satürn gibi gezegenlerin hızlarındaki büyük değişiklikler, bunların karşılıklı çekim etkileşmelerinin bir sonucu idi. Son olarak da, tüm bu düzensizliklerin kendi kendine düzeldiğini gösterdi. Zira, kendi sözleriyle,

'Sadece, gezegen ve uyduların hareketlerinin, daireye çok yakın yörüngelerde, aynı yönde sürdüğü, ve yörünge düzlemleri arasındaki açıların önemsiz olduğu dikkate alınırsa, sistem ortalama bir durum etrafında salınacak ve bundan sapmalar, ancak çok küçük miktarlarda olacaktır.'

Laplace'ın çalışmasından, evrenin bir tarihinin olmadığı manası çıkıyordu. Yani evren, kendini mükemmel olarak düzenliyen bir makine olup, geçmişte nasıl sonsuz uzun bir sürede çalışmışsa, gelecekte de yine sonsuz bir süre çalışacaktı. Lakin, Laplace, evren'in görünümü hakkında daha niteliksel başka bir çalışma yapmış ve bunda, niteliksel çalışmasında dikkate almadığı, evrim kavramına yer vermişti. Tüm gezegenlerin Güneş etrafındaki yörüngelerinin, aşağı yukarı, aynı düzlemde olması ve bunların aynı yönde dönmeleri onun dikkatini çekti. Ayrıca, diğer yıldızlara olan uzaklıklar yanında kapalı bir sistem meydana getiren Güneş'in, yedi gezegenin ve bunların on dört uydusunun kendi eksenleri etrafındaki dönmeleri de aynı yönde idi.

Laplace, güneş sistemindeki cisimlerin böyle düzenlenmiş olmasının rastgele olamayacağı düşüncesindeydi. Bu nedenle, Güneş'in, gezegenlerin ve bunların uydularının tek bir ilkel gaz bulutundan doğmuş olmaları gerektiğine inanıyordu. Başlangıçtaki sıcak bulutsu gaz kütlesinin, merkezi etrafında dönerken, yavaş yavaş soğuyarak büzüldüğünü varsayıyordu. Büzülme sürerken, toplam açısal momentum sabit olduğundan, dönme hızı artmaktaydı. Artan açısal hız, gaz kütlesinin ekvator düzleminde, arka arkaya, eşmerkezli

bazı halkaların ayrılmasına yol açmaktaydı. Her halka sonradan parçalanarak, küresel bir cisim, yani gezegen şeklinde toplanırken, bulutsunun merkezde kalan kısmı da Güneş'i oluşturmuştu. Her gezegenin kendi çevresinde de, bir veya iki halka meydana gelmiş, Satürn'de bu halkalar hala görülmekle birlikte, diğer gezegenlerde bu halkalar küresel uydular şeklinde yoğunlaşmıştı[5].

Bulutsu hipotezi denilen bu teoriye yapılan itiraza göre, Laplace'm teklif ettiği bulutsu halkaları, bir değil, daha çok sayıda cisim şeklinde yoğuşmalıydı. Diğer bir nokta ise, güneş sistemindeki açısal momentumun dağılımı, bu teori tarafmdan gereği gibi dikkate alınmıyordu. Buna rağmen, belki de o dönemdeki genel evrim anlayışına uygun düşmesinden dolayı, bu teori, on dokuzuncu yüzyılda çok popüler oldu. Laplace, ve genel olarak bilim adamları için, onun güneş sisteminin kararlılığı konusundaki çalışmaları daha büyük önem taşıyordu. Newton'un, gravitasyonel çekim kuvvetinin uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğuna ilişkin yasası, evrenin temel yasası ve diğer yasalar için temel örnek olarak kabul edildi. Işığın ve ışınımla yayılan ısının şiddetinin de, kaynaktan olan uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişiyor gibi görünüyordu ve onsekizinci yüzyılın sonuna doğru, manyetik ve elektriksel çekim ve itmenin de ters kare formülüne uyduğu bulunmuştu. Laplace, 'kuvvetin ters kare yasası, ışıkta olduğu gibi bir merkezden gelen tüm yayılmalarda geçerlidir', diye yazmıştı.

On sekizinci yüzyıl dönemecinde, maddesel tanecikler arasında, boşluktan da geçen, böyle, ters karesel kuvvetlerin, doğanın her yerinde varolduğu görülüyordu. Doğanın, Newtonyen türde yasalarla, tümüyle anlaşılabilir ve tamamen belirlenebilir olduğu görülüyordu Bundan dolayı, 1812'de Laplace, Kutsal Hesapcı adıyla ortaya attığı ünlü kavram ile, belirli bir anda dünyadaki tüm taneciklerin yer ve hızlarını bilen birinin, geçmişte olmuş olan ile, gelecekte olacak herşeyi hesaplayabileceğini ileri sürmüştü. Bu kavram, o devirde Fransız bilimine hakim olan kuramsallık eğilimini göstermektedir. Kutsal Hesapçı, inceleyeceği sistemin dışmda bulunan ve dünyadaki olayları bir oyun gibi izleyen, o andaki olaylardan hareketle, önceki ve sonraki etkileri hesaplayan, sanki bir matematiksel fizikçiydi. Gerçekten, bizzat Laplace, astronomi problemlerinin 'mümkün olduğu kadar ampirizmi dışlayarak, büyük bir mekanik problemi gibi ele alınmasının gerektiğini' vurguluyordu.

---

[5] Bugün dev gezegenlerin hepsinin halkaları olduğunu biliyoruz, (Ç.N.).

Bir süre önce, biyolog Bonnet, 1720-90, psikoloji alanında benzer bir görüş belirtmişti. Eğer, akıllı bir yaratık, Homeros'un beynindeki tüm bağlantıları analiz edebilse, şair tarafından yaratılan *İliad* adlı eseri görüntüleyebilirdi. Fakat, matematikçi Condorcet, 1743-94, bu düşünceyi insanlara uygulamanın hatalı olacağını gördü. 1782'de yazdığına göre,

'bizim cinsimize yabancı olan biri, bizim arı ve kunduzu incelediğimiz gibi, insan toplumunu incelemiş olsaydı', fiziksel, organik ve insan dünyaları, prensipte özdeş olmalıydı....'Fakat, burada gözlemci, gözlediği toplumun bir parçası olduğundan, gerçekler hakkında sadece hüküm verilebilir, bunlar saklanabilir veya rüşvetle değiştirilebilir'.

Çok garipti ki, gözlemlerin gözlemciye olduğu kadar, gözlenen nesneye de bağlı olduğu, Laplace'ın Kutsal Hesapçı kavramını ortaya atmasıyla eşzamanlı olarak ortaya çıkmaktaydı. On yedinci yüzyıldan itibaren, astronomide ayni nesne farklı gözlemciler tarafından gözlendiğinde, biraz değişik sonuçlar çıktığı bilinmekteydi. İngiliz Kraliyet Astronomu, Maskelyne, 1732-1811, yaptığı gözlemler kendi gözlemleri ile daima ayni küçük miktarda farklı çıkan asistanlarından birini işten atmış ve onun yanıldığını sanmıştı. On sekizinci yüzyıl sonunda, gözlemcilerin ve aletlerin kendi hataları olduğu ve en doğru gözlemin bir kaç gözlemin ortalamasını alarak bulunabileceği anlaşılmağa başlanmıştı. En dikkate değer yöntem, Legendre, 1752-1833, tarafından 1806'da ve Gauss, 1777-1855, tarafından 1809'da geliştirilen, en küçük kareler yöntemi idi. Gauss ve Laplace, bu yöntemin, gerçekten 'objektif' ölçümler verdiğini ispatlamak istedilerse de, konu hakkında yeterli bir sonuca varamadılar.

Fransızlar astronomi kuramını geliştirirlerken, İngilizler, önemli gözlemsel ve deneysel çalışmalara dalmışlardı. Kuşkusuz, Fransızların da gözlemcileri vardı. Fakat bunların çalışmaları İngilizlerinki kadar önemli olmadı. Üçüncü Britanya Kraliyet Astronomu, James Bradley, 1692-1762, Kopernik teorisine göre, Dünya'nın hareketi sırasında, yıldızların görünen konumlarında olması gereken kaymaları belirlemeğe çalışırken, sabit yıldızların yerleri ile ilgili bir çok gözlem yaptı. Böyle bir etki bulamamakla birlikte, 1728'de, Dünya'nın hareketi ve ışığın yıldızdan Dünya'ya sonlu bir zamanda ulaşması nedeniyle, ışığın aberasyonu denilen, her yıldızın, yıl içindeki zahiri

hareketinin küçük bir elips oluşturması olayını buldu. Daha sonra, 1748'te, Dünya ekseninin uzayda, daha büyük olan yalpalama[6] hareketine ek olarak yaptığı, Dünya ekseninin üğrümü[7] denilen, bir sallanma hareketini buldu. Bu olay da, sabit yıldızların konumunda zahiri bir değişme meydana getirmekteydi.

Beşinci Kraliyet astronomu, Nevil Maskelyne, 1774'de Dünya'nın kütlesini ölçtü. Perthshire'da bulunan, oldukça dik, granit bir dağın her iki tarafında, dağın gravitasyonel çekimi dolayısıyla, çekül doğrultusunun ne kadar saptığını buldu. Maskelyne, dağın kütlesini, hacim ve granitin yoğunluğunu kullanarak bulduktan sonra, çekül doğrultusunu belirleyen, Dünya'nın çekimi ile dağın çekimini karşılaştırarak Dünya'nın kütlesini hesaplayabilmişti. Böylece, Dünya'nın ortalama yoğunluğunun suyunkinin kabaca 4.5 katı olduğunu buldu. Aynı problem, varlıklı bir amatör bilimci olan Henry Cavendish, 1731-1810, tarafından, Cambridgeli bir din adamı olan John Michell'in 1750'de önerdiği bir yöntem kullanılarak, 1798 yılında deneysel olarak incelendi. Cavendish, düz bir çubuğun iki ucuna birer küçük kurşun top bağladıktan sonra, bunu, ortasına bağladığı ince bir telle yatay olarak astı. Sonra, iki büyük kurşun kütleyi, küçük kütlelerin yakınına getirerek, aralarındaki gravitasyonel çekim kuvvetini, ince telin dönme açısından ölçtü. Bu kuvveti, Dünya yüzeyindeki kütle çekimi ile karşılaştırarak, Cavendish, Dünya'nın kütle ve yoğunluğunu buldu. Bulduğu ortalama yoğunluk, suyunkinin 5.5 katı idi. Bu değer, çağdaş verilere yakındır.

O zamana kadar, astronomlar özellikle güneş sistemini meydana getiren cisimlerin hareketleri ve konumlarıyla ilgilenmişlerdi. Sabit yıldızlar ise, meydana getirdikleri küresel harita üzerinde, gezegen hareketlerinin kolayca izlenerek ölçülebileceği bir arka plan olarak kabul ediliyordu. Lakin, ilk modern dönemde sabit yıldızların doğa, düzen ve belki de hareketleri üzerine gittikçe daha fazla gösterilen ilgi, on sekizinci yüzyıla gelindiğinde, yıldız astronomisinin ortaya çıkışıyla doruğa ulaşmış oldu. Copernicus, sabit yıldızlar için ayrılan geleneksel sekizinci küreyi, yıldız paralaksının olmadığını dikkate alabilmek için, güneş sisteminden çok uzağa yerleştirmek zorunda kalmıştı. Thomas Digges, 1576 yılında Copernicus sistemini açıklarken, sekizinci küre

---

[6] Presesyon, (Ç.N.).
[7] Nütasyon, (Ç.N.).

kavramından vazgeçerek, gökyüzündeki yıldızlar bölgesini, 'sayısız ışıklarla donanmış ve küresel yönde sonu olmayacak şekilde uzanan', şeklinde, sonsuz olarak kabul etmişti. Giordano Bruno ise, sonsuz boşluk içindeki sayısız yıldızlardan her birinin, bir gezegen sisteminin güneşi olduğunu ileri sürmüştü. Bu görüş, on yedinci yüzyılda oldukça tutulmuş bulunuyordu. Windsor kilise yetkililerinden biri olan, William Derham, 1715 yılında yazdığı, *Yıldız Teolojisi*[8] adlı eserde, evren için genel olarak kabul edilen bakışı şöyle açıklıyordu:

'Güneş ve gezegenler için olan Copernicus kuramının aynısı....Lakin, Copernicus hipotezi sabit yıldızlar küresini evrenin sınırı olarak kabul ederek, merkezde olan Güneş'e eşit uzaklığa yerleştirilirken, yeni sistem, bizim içinde oturduğumuzdan daha başka bir çok güneş ve gezegen sistemlerinin olduğunu, yani her sabit yıldızın bir güneş olduğunu ve çevresinde birincil ve ikincil gezegenler bulunduğunu varsayıyor.'

Eğer Güneş etrafında dolaşan gezegenler bir sistem oluşturuyorsa, o zaman, uzaya yayılmış bulunan yıldızlar da böyle birer sistem veya sistemler dizisi oluşturabilir, diye düşünülüyordu. Böyle bir görüş, ilkin, amatör astronom Durhamlı Thomas Wright, 1711-86, tarafından 1750 yılında ileri sürülmüştü. Kendisi, Güneş ve Samanyolu'nun yıldızlarının ortak bir merkez etrafında dönen, dev bir yıldız sistemi oluşturduğunu düşünmüştü. Wright, çok daha küçük ölçekteki, güneş sisteminin merkezinde Güneş olduğu gibi, bu sistemin merkezinde de, dev bir gök cismi bulunabileceğini söylüyordu. Wright teorisi, Alman filozofu Immanuel Kant, 1724-1804, tarafından daha da geliştirildi. Kant, 1755 yılında, nebula'ların, Samanyolu gibi geniş birer yıldız sistemleri olduğunu ve evrendeki tüm yıldız sistemlerinin ortak bir merkez etrafında hareket edebileceğini ve bunların da çok daha büyük bir sistem oluşturabileceği düşüncesini ortaya atmıştı. Kant, zamanın en başında, çekme ve itme özelliklerine sahip bulunan maddesel taneciklerin bir kaos oluşturduğunu, çekim özelliği sayesinde bu taneciklerin, göksel cisimleri oluşturacak şekilde birleştiklerini, itme özelliğinin de bu cisimleri bir girdap hareketine soktuğunu, bunun güneş sistemini, yıldız sistemlerini ve nihayet geniş kozmik sistemleri meydana getirdiğini düşünüyordu.

[8] Astro-Theology, (Ç.N.).

Böyle spekülasyonlar, bazı gözlemci astronomların dikkatini çekti. Bunların en dikkate değer olanı, William Herschel, 1738-1822, idi. Aslen Hanoverli olan Herschel, İngiltere'ye gelerek, Hanover Muhafızları'nda müzisyen oldu ve 1757'de oraya yerleşti. Bir astronom olarak kısa sürede ün yapınca, Kral Georg III 1782'de kendisine, Kralın Astronomu ünvanıyla maaşlı bir iş verdi. Herschel, usta bir teleskop yapımcısıydı. O zaman için, devasa olan aynalı telekoplar yaparak, bunların bazılarını satıp, diğerlerini de kendisi kullandı. Böyle cihazlarla, Herschel, o zamanlar yeni bir konu olan, yıldızların gökyüzündeki hareketlerini ve dağılımlarını sistemli olarak inceledi. Kendisi, görünen gökküreyi, bir dizi bölgeye ayırıp, herbirindeki yıldızların sayı ve karakterlerini bularak, ayrıntılarıyla inceledi. Herschel böyle dört çalışma yaparak, bunlara 'gökyüzünün incelenmesi'[9], adını verdi. İkinci incelemesi sırasında, 1781'de, Saturn ötesinde bulduğu başka bir gezegene, Uranus adını verdi. Gene bu inceleme sırasında, birbiri etrafında dönen 269 adet yıldız çifti belirledi. Bu, gravite kuvvetinin, güneş sisteminde olduğu kadar, yıldız sisteminde de geçerli olduğunu gösteriyordu. İncelemeleri arasında en tamam olan ve 1783'de başladığı dördüncüsünde, Herschel, yıldızların hepsinin öz parlaklığının aynı olduğunu kabul ederek, görünen parlaklıklardaki farkların onların güneş sistemine olan uzaklıklarının bir ölçüsü olabileceğini ileri sürdü. Göksel kürenin çeşitli bölgelerinde, yıldızların sayı ve parlaklıklarını gözleyen Herschel, yıldızların uzayda ne yön, ne de uzaklığa göre simetrik dağılmamış olduklarını buldu. Uzayda, yıldızlar yerel gruplar meydana getiriyordu. Bunların en dikkate değer olanı, sarmal bir çörek veya disk şekline sahip olan Samanyolu idi. Güneş'in diğer yıldızlara göre hareket ettiğini, güneş sisteminin önündeki yıldızların açılıp, arkada kalanların birbirine doğru kapanır görünmesinden çıkaran Herschel, Samanyolu'nun yıldızlarının ortak bir merkez etrafında döndüğünü ortaya attı.

Herschel, yıldız çiftleri istisna edilirse, yıldızların çoğunun gezegen sistemine sahip olduğunu, nebula'ların da çoğunun, Samanyolu gibi yıldız sistemi, veya buna benzeyen oluşum halindeki sistemler olduğunu düşündü. Kant'ı izleyen Herschel, gözlediği ikibin nebulayı, evrimsel bir sıra oluşturacak

[9] Reviews of the heavens, (Ç.N.).

şekilde dört sınıfa ayırdı. Herschel'e göre, bunların ilk oluşanları, düzensiz, parlak ve yayılı[10] nebulalardı. Bunlar, 'bilmediğimiz parlak bir akışkandan' oluştuğu gibi, yıldızlar da bu maddeden yoğunlaşmışlardı. Yıldız takımları, sonra, bizim Samanyolu'nda olduğu gibi, bir sarmal çörek veya disk şekilli nebulaya evrimleşiyor; daha sonra da, gravitasyonel çekimden dolayı, küreselleşiyorlardı.

Yıldız astronomisi konusunda, William Herschel, neredeyse yanlız başına çalıştı. Ondan telekop alanların çoğu, centilmen amatörler olup yıldızları incelemiyor, on yedinci yüzyılda yerleşen geleneklerine göre, o zaman moda olan gezegensel astronomiye ilgi duyuyorlardı. On dokuzuncu yüzyıl ortalarından itibaren, yıldız astronomisi gittikçe daha çok sayıda gözlemcinin ilgi odağı olurken, Herschel'in çalışmaları özellikle oğlu John, 1792-1871, tarafından sürdürüldü. 1834 ile 1838 arasında, oğul, Cape Town'da, babasına görünmeyen, güney göksel yarıküre yıldızları üzerinde çalıştı.

[10] diffuse, (Ç.N.).

26. Bölüm

Flojiston Kuramı ve Kimyada Devrim

DOĞA FELSEFESİ on yedinci yüzyıl sonuna doğru tıkanmaya başladığında, doğmakta bulunan kimya bilimi bundan özellikle etkilendi. Böyle ile 1660 ve 70'lerde gelişen İngiliz tıp kimyacıları ekolü bir gelenek meydana getiremedikleri gibi, onların başarıları hemen arkadan gelen dönemde layık oldukları ilgiyi görmedi. 1694 yılında yazdığı, Eski ve Yeni Öğrenim Üzerine Düşünceler, adlı eserinde, William Wotton, o zamanki bilimin gerilemesinden, tıbbi kimyanın en ziyade etkilendiğini belirtmiştir.

Wotton, 'Çağın bu konulara (bilimlere) bakışı, yirmi otuz yıl öncesine göre görünür şekilde değişmiş bulunuyor. Esprili insanların alaylı imaları,... servet sahibi ve bilim aşkı olanların sayısını aşağı çekerken, tabip ve mekanikçiler arasında Fizyoloji çalışmaları azalıyor.'

'Esprili insanlar', yani, o zamanın edebi şahsiyetleri, bilimin gerilemesinden pek sorumlu değillerdi. Zira, onların Kraliyet Derneği'ne ilişkin alayları, Stubbe'nin pek etkili olmayan daha önceki siyasi ve ideolojik hücumları kadar bile ciddi bir önem taşımıyordu. Zaten, Fontenelle gibi edebi şahsiyetler tarafından desteklenmesine rağmen, bilimin gerilemesi, Fransa'da da aynı şekilde dikkat çekiyordu.

On yedinci yüzyıl sonuna doğru, İngiliz kimya ekolü gerilerken, Alman tıp kimyası ekolü canlanmağa başlayarak, flojiston kuramını meydana getirdi. Tıp kimyacıları, kimyasal maddelerin üç öz veya ilkel maddeden meydana geldiğini varsayıyorlardı. Bunlar, alev alma özü olan Kükürt; sıvılık ve uçuculuk özü olan Cıva; ve sabitlik ve tepkimezlik özü olan tuz idi. Mainz'de bir tıp profesörü olan Joachim Becher, 1635-82, tıp kimyası doktrinini biraz değiştirerek, 1669'da, katı, topraksı maddelerin genellikle üç bileşen içerdiklerini ileri sürdü: Bunlar, ilkin, daha önceki dönemin Tuz maddesine karşı gelen ve tüm katılarda bulunan belirli bir toprak olan, bir, *terra lapida*,

İkincisi, tüm yanabilen maddelerde bulunan ve Kükürt özüne karşı gelen, yağlı bir toprak olan, *terra pinguis;* üçüncü olarak da, Cıva özüne karşı gelen, akıcı bir toprak, bir *terra mercurialis* idi. Becher, yanabilen her maddenin, kükürtlü ve yağlı, *terra pinguis* içerdiğini ve yanma sırasında, bunun diğer bileşenlerden ayrılarak kaçtığını ileri sürüyordu.

Yanarak toz haline gelmek, bu durumda, birleşik bir maddenin kendi bileşenlerine, örneğin, en basit halde, kükürtlü *terra lapida* ve sabit *terra lapida*'ya ayrışması demek oluyordu. Teoriye göre, basit cisimler yanamazdı. Zira, *terra pingius* ve diğer bir toprak içeren maddelerin birleşik olması gerekiyordu. 1703'te Halle üniversitesinde tıp ve kimya profesörü olan Georg Ernst Stahl, 1660-1734, Becher'in *terra pinguis* dediği nesnenin adını, 'Flojiston' olarak değiştirdi. Bu, 'ısı hareketi', veya 'ateş hareketi' adını aldığı gibi, 'kükürtlü öz' ve 'yağlı öz' olarak da anılıyordu. Herhangi bir metal, metal oksiti olan kül ile, flojiston'dan oluşuyordu. Yanma sırasında ısı flojistonu kaçırınca, geride oksit tozu kalıyordu. Flojiston genel olarak, yağlar, odun, odunkömürü, ve diğer yakıtlar gibi, tüm yanabilen maddelerde bol miktarda bulunuyordu. Bu cisimler yanınca, flojiston kaçarak ya atmosfere, veya demir oksit gibi metali oluşturan ve onunla birleşen bir maddeye geçiyordu.

Böyle bir oksitlenme ve yanma teorisi, geniş ölçüde eski tıbbi kimyacılarla, onlardan önce gelen, simyacıların görüşlerine yer vermekte; yani, maddelerin genel olarak bir madde ile bir ruhtan oluştuğunu; ısıtma ile ruhun maddeden ayrılarak kaçacağını kabul etmekteydi. On altıncı yüzyılda, bazı hallerde ve özellikle metallerin oksitlenmesinde, madde kalıntısı, veya kendilerine dendiği gibi, 'ölü cisimler', ilk başta alınmış olan maddeden daha ağır geliyordu. Bu olay, maddenin ruhunun bir ağırlığa sahip olmaması, hatta pozitif bir hafifliğe sahip olması ile, açıklanıyordu. Böylece, bir madde, içindeki uçucu yahut ruhsal kısmı kaybedince daha ağır geliyordu. *Pyrotechnia* (1540) adlı eserinde, Biringuccio, böyle bir görüş ileri sürmüştü:

'Kurşundan, ateş ile, sulu ve havasal kısımlar ayrılınca,...kendi başına bırakılan ve ölü olan bir şey gibi düşer, yani ağırlığı daha fazla olur; bu olayın bir benzeri, ölü bir hayvanın vücudunda da görülür; o da canlı olduğu zamana göre daha ağırlaşır.'

Flojiston teorisi, metallerin oksitlenerek toz haline gelmelerine, biraz daha karmaşık olan, benzer bir açıklama getirdi. Flojiston teoricileri metallerin bileşik maddeler olduğunu ve oksitlendikleri zaman bileşenlerine, yani ağır oksit tozu ile havasal flojistona ayrıldığını kabul ediyorlardı. Aristoteles kozmolojisindeki hava ve ateş elemanlarına benzer şekilde, flojistonun negatif bir ağırlığının veya pozitif bir hafifliğinin olduğu gibi, bu teorinin içerdiği kavramları, Flojiston teorisini moda haline getiren Stahl tam olarak açıklamadı. Fakat, kendisinden sonra gelen bazıları buna teşebbüs ettiler. Flojiston teorisi, güney Fransa ve daha çok Dijon ve Bordeaux'daki bilimsel derneklerde uzun süre tartışıldı ve özellikle, Montpellier tıp okulunda etkili oldu. 1760'larda Montpellier tıp okulunda profesör olan Gabriel Venel, 1723-75, flojistonun pozitif bir hafifliği olduğunu, açık bir ifadeyle belirtti.

Kendisinin şöyle dediği kaydedilmiştir: 'Flojiston üzerine Dünya'nın merkezine doğru bir çekim yoktur, ama o yükselme eğilimi gösterir: Bundan dolayı, metalik oksitlerin oluşumunda ağırlık artarken, bunların indirgenmesinde ağırlık azalması görülür.'

Bu fikir, on sekizinci yüzyıl ortasında kimyanın ne kadar fizik ve mekanik felsefeden ayrı düşmüş olduğunu göstermektedir. Çünkü, Dünya'daki her cismin, bir çekim kuvveti ile Dünya'nın merkezine doğru çekildiği, fizikte genel olarak kabul edilmekteydi.

On sekizinci yüzyılın ikinci yarısında, flojiston teorisi, başta Joseph Black, 1728-99, Henry Cavendish, 1731-1810, ve Joseph Priestley, 1733-1804, gibi deneysel olarak çalışan Britanya kimyacıları tarafından benimsendi. Halbuki, bu kişilerin deneysel çalışmaları, gelecekte, gerek bu teoriyi ve gerekse doğal maddelerin, toprak, su, hava ateş gibi dört elementten oluştuğu şeklindeki eski Grek doktrinini yıkacaktı. Bir çok cins 'toprak' tanınmış olduğu için, toprak, artık bir element olarak görülmüyordu. Fakat, su, hava, ve ateş hala birer element olarak biliniyordu; gerçekten, flojiston bazan ateş elementi veya ateşi yaşatan ajan olarak kabul ediliyordu. On yedinci yüzyıl başlarında, Helmont, gazları havadan farklı olan ilkel maddeler olarak düşünüyordu. Fakat, ondan sonra gelenler, gazların, elemanter havanın sadece bazı şekilleri olduğunu varsayıyorlardı. Boyle, bunlara, 'yapay havalar', adını vermişti. Şimdi, on sekizinci yüzyılın ortasında, Black, 'sabit hava', adını verdiği ve

kimyasal özellikleri ile havadan farklı bir gaz olan maddenin, yani, karbon dioksidin varlığını kanıtladı. 1754'de Black, magnezyum karbonatın ısıtıldığı zaman, ağırlığının azalarak, bol miktarda gazın açığa çıktığını; aynı miktarda magnezyum karbonat, asit içinde çözüldüğünde de, aynı ağırlığın kaybolduğunu ve ayni gazın çıktığını gösterdi. Black, ısıtmadan sonra geriye kalan magnezyum oksitin, magnezyum karbonatın asitlerle verdiği tuzların aynısını verdiğini, fakat, karbonatlarda olduğunun aksine, gaz çıkmadığını gösterdi. Üstelik, magnezyum oksitin asit içindeki eriyiğinin, başta magnezyum oksitin hazırlandığı magnezyum karbonatla ağırlıkça ve bileşikçe özdeş olan, soda gibi, eriyebilir karbonatlardan oluşan bir tortu verdiğini gösterdi. Böylece, anlaşılıyordu ki, magnezyum karbonat ve genel olarak karbonatlar, magnezyum oksit gibi bir bazla, ağır bir gaz olan 'sabit hava'nın bileşikleriydi. Isıtılınca, karbonatlardan, ağırlıksız ve elle tutulamayan flojiston çıkacak yerde, belirli bir kimyasal madde, yani, 'sabit hava' çıkıyordu. Bu, ağırlığa sahip olup, izole edilebiliyor ve incelenebiliyordu. 'Sabit hava'nın özelliklerinin incelen Black, onun kostik alkaliler tarafından yutumlandığı halde, havanın yutumlanmadığını; havanın tersine, yakmaya ve solumaya yaramadığını buldu.

Black'in çalışmaları, diğer Britanyah kimyacıların dikkatini, gazların kimyasal doğası konusuna çekmeye yaradı. 1766'da, Henry Cavendish, seyreltilmiş asitlerin metallere etkimesiyle, hidrojen, yahut kendi deyimiyle, 'alev alabilen hava'nın elde edilmesi; yahut kuvvetli sülfrik veya nitrik asitin metallere etkimesiyle 'kükürtlü buharlar' ile 'azotlu buharlar'ın elde edilmesi konularında bir rapor yayınladı. Böyle gazları izole etmek için, Cavendish, başta Hales, 1677-1761, olmak üzere daha önce başkaları tarafından kullanıma sokulan pnömatik kabı geliştirdi. Suyla doldurduğu bir şişeyi ters çevirerek, ağzını, suyla dolu bir kaba daldırdıktan sonra, içine gaz gönderiyor; çıkan gaz suyu dışarı iterek, içerisini doldurduktan sonra, şişenin ağzını sızdırmaz şekilde kapatıyordu. Eğer gaz suda eriyebiliyorsa, Cavendish, şişe ve kap içinde su yerine cıva kullanıyordu. Bu tekniği, kendi çağdaşı olan Joseph Priestley geliştirmişti. 1770'lerde, Priestley, amonyak, hidroklorik asit gazı, diazot monoksit, azotik oksit, azot dioksit, azot, oksijen, karbon monoksit ve kükürt dioksit gibi çeşitli gazları bularak, bunları pnömatik kap aracıyla izole etmişti. Aynı dönemde İsveçli eczacı Carl Scheele de, 1742-86, bağımsız olarak, aynı yolda çalışmaktaydı. Kendisi, oksijeni Priestley'den biraz daha önce bulmuştu. Scheele, bu keşfin önemini anlayan birkaç kişiden biriydi; 1777'de, havanın,

kendi tahmininee, hacimsel olarak bire üç oranında 'ateş havası', veya oksijen ile, 'kokmuş hava', veya azot'tan oluştuğunu ve bu nedenle, ilkel bir madde olamayacağına işaret etti. Lakin, Scheele, yine de flojiston teorisine bağlı kaldı. Kendi fikrince, 'ateş havası' veya oksijenin görevi, yanan maddelerden çıkan flojistonu bağlamaktı. Bağlanabileceği miktar sınırlı olduğu için, kapalı bir hacimdeki oksijen flojistona doyunca, artık yanmayı destekleyemiyordu.

Bu esnada Fransa'da, Antoine Lavoisier, 1743-94, geleneksel kimyasal kuramları sistemli olarak eleştirerek, oldukça farklı bir yöntemle çalışıyordu. Lavoisier, on sekizinci yüzyıl Fransası'nın tipik bir bilim adamıydı. Kendisi, bir hukuk derecesi almış ve birkaç bilim dalında bilgi sahibi olmuştu. *Ferme Generale* denilen, Fransız vergi toplama kurumunun üyesi olan Lavoisier, daha sonra, devletin barut endüstrisinin başına müdür olarak atanmıştı. Lavoisier'in ilk kimya çalışmaları, 1769 yılında, Helmont ve ondan önce gelenlerin sandıklarının aksine, suyun toprağa dönüşmediğini göstererek başlamıştı. Bu inancın kaynağı, su kaynatmakta kullanılan cam şişelerde topraksı bir çökelti kalmasıydı. Lavoisier, içinde su kaynatılan bir cam şişenin ağırlık kaybettiğini gösterdi. Kaybolan ağırlık, elde edilen çökeltinin ağırlığı kadardı. Bundan dolayı, topraksı çökelti sudan değil camdan gelmekteydi. 1772 yılı sonlarında, Lavoisier yanma konusunda yapılan bazı deneyleri tekrarlayarak, fosfor gibi metal olmayanlar ile, kalay gibi metallerin havada yandıkları zaman ağırlıklarının arttığını gösterdi. Lavoisier, ağırlığın artmasını, havanın yutumlanmasına bağladı. Sonra, kendisinden önce gelenlerin yazmış oldukları, gazların çıkarılması ve bağlanması ile ilgili yazıları iyice gözden geçirdi. Farklı yazarların aynı gerçekleri değişik şekilde açıkladıklarını görünce, doğru olanı seçmek veya bunları tamamen yeni bir kuramla değiştirmek için, bir çok eski deneyin eleştirel bir gözle yeniden yapılması zamanının geldiğini düşündü.

Lavoisier, kendi *Kayıt Defteri*'ne, 'madde ile birleşen veya ondan ayrılan hava üzerine yapılanların hepsinin geçmişini anlattığım zaman, (açıklamalar arasındaki) farklar, tam olarak açığa çıkacaktır', diye yazmıştı. 'Karşımızda duran hedefin önemi, tüm bu işi üstlenmemi gerektirdi. bunun fizik ve kimyada bir devrim yapması mukadderdir. Benden önce yapılan tüm şeylere sadece bir öneri olarak bakmağa mecbur olduğumu hissettim. Maddelerle birleşen veya onlardan ayrılan hava üzerine bildiklerimizi, elde edilmiş diğer bilgilerle birleştirerek bir teori kurmak için, bunların tümünü, yeni tedbirlerle tekrarlamayı önermiş bulunuyorum.'

1772 veya bir sonraki yıl içinde yazılan Lavoisier'in bu notu, bu konu üzerinde temel deneysel çalışmalarına başlamadan daha bir süre önce, kendisinin kimya teorisinde tam bir devrim yapmayı planladığını göstermektedir. Bu not, aynı zamanda, onun bu devrimi, Cavendish, Priestley ve Scheele'nin yaptığı gibi, yeni alanlara girerek değil, eski deneyleri tekrarlayarak başarmak istediğini göstermektedir. Lavoisier, daha o zaman, Helmont'un, suyun toprağa dönüştürülebileceği yolundaki inancının yanlış olduğunu göstermişti. Şimdi de, 1773-74'de, Boyle'un metallerin yanarak toz haline geldikleri zaman ağırlıklarının artmasının nedeninin ateş taneciklerinin yutumlanması olduğu, şeklindeki iddiasını çürütmeye girişti. Boyle'un, bir şişe içine konmuş olan kalayı ısıtma deneyini tekarladı. Şişeyi ve içindekini, hem ısıtmadan önce ve hem de ısıtmadan sonra tarttı. Lavoisier, deneyi yapmadan önce şişeyi kapadığı için, metal ısıtıldıktan sonra toz haline gelmesine rağmen şişenin ağırlığının değişmediğini buldu. Şu halde, oksitlenme işlemi, Boyle'un dediği gibi, ağırlığa sahip olan ateş taneciklerinin yutumlanmasına bağlanamazdı. Şişeyi açtığı zaman, Lavoisier, içeriye havanın hücum ettiğini gördü. Bundan sonra, şişe ve içindekinin ağırlığı daha fazla oluyordu. Giren hava dolayısıyla şişe ağırlığının artması, oksitlenen kalayın ağırlığındaki artmaya eşitti. Bu da gösteriyordu ki, oksitlenmiş metal kalıntısı, metal ile havanın birleşimden oluşuyordu.

Priestley 1772'de, oksitlenen metallerin, içinde kapalı bulundukları havanın hacminin en fazla beşte birini yutumladıklarını bulmuştu. Lavoisier de benzer şekilde, oksitlenme sırasında metallerin havanın sadece bir kısmını aldığını farketti. Bunun üzerine, yutumlanan havanın özelliklerinin geride kalan havanınkinden farklı olduğu sonucunu çıkardı. O zaman, Lavoisier'in havadan tümüyle farklı olarak bildiği tek gaz, Black'in 'sabit hava' dediği, karbon dioksit idi. Kurşunun ısıtıldığı zaman, havanın bir kısmını yutumlayarak, doğal kurşun oksit verdiğini[11], bunun odun kömürü ile ısıtıldığı zaman, tekrar kurşuna dönüştüğünü ve bu arada bir gaz çıkardığını bularak; bunun 'sabit hava' olduğunu gösterdi. Buradan hareketle, kurşun oksit tarafından çıkarılan gazın, kurşunun yutumladığı gazın aynısı olduğunu düşünerek, atmosferin yanmayı destekleyen etkin kısmının, 'sabit hava' olduğuna karar verdi. Fakat, Lavoisier,

[11] Mürdesenk, (Ç.N.).

fosforun 'sabit hava' içinde yanmadığını ve bu gazın, genel olarak, yanmayı desteklemediğini gördü. Bunun üzerine, 'sabit hava'nın atmosfer içindeki yanmayı ve oksitlenmeyi sağlayan kısım olduğu, şeklindeki hipotezi bırakmak zorunda kaldı. Atmosferin yanmada hangi rolü oynadığı problemi hala açıklanmamış olsa da, Lavoisier buradan öteye gitmedi.

Bu problem, Lavoisier'in, eski deneyleri sadece bazı inceliklerle tekrarlamak şeklindeki yöntemiyle çözülememişti. Cavendish, Priestley ve Scheele'nin bazı yeni keşifleri dikkate alındı. Priestley, 1774'de Paris'i ziyaret ederek, Lavoisier'yi, yeni bulduğu ve 'flojistonu çıkarılmış hava' dediği, cıva oksitin ısıtılması ile elde ettiği gaz ile tanıştırdı. 'Flojistonu çıkarılmış hava', veyahut şimdi oksijen dediğimiz, bu gaz, Lavoisier'in aradığı ve atmosferin etkin olan kısmı idi. Oksijen içinde mumlar daha parlak yanıyor ve hayvanlar hava içinde olduğundan daha uzun süre yaşıyordu. Oksitlenen metaller, oksijen hacminin hepsini yutumluyor, fakat, havanın hacminin sadece bir kısmını kullanıyordu. Lavoisier, önce, 1775'de oksijenin havanın saf kısmı olup, bunun, havada bulunan kirlerden arınmış olduğunu düşündü. Lakin, 1777'de Scheele, havanın iki gazdan, yani, yanmayı destekleyen oksijen ile, etkin olmayan azottan oluştuğunu gösterdi. Lavoisier, Scheele'nin düşüncesini benimseyerek, 1780'de, atmosferin, dörtte bir oksijen ile, dörtte üç azottan oluştuğunu ileri sürdü. Priestley ise, yaptığı, oksitlenme deneylerinde metallerin yutumladığı hava miktarlarını dikkate alarak, beşte bir oksijen ve beşte dört azot gibi daha doğru bir oran verdi.

Nihayet, 1783'de, Lavoisier, on yıl kadar önce yapmayı planladığı gibi, kimya teorisinin yenilendiğini ilan etti. Vaktiyle, Paracelsus'un iki buçuk asır önce, ortaçağ tıp otoritelerinin kitaplarını yakarak, tıp kimyası çağını açtığı gibi, Madame Lavoisier de törenle, Stahl'ın ve Flojiston kuramcılarının kitaplarını yakarak, yeni kimyanın başladığını ilan etti. Yanma ve oksitlenme, her durumda, Lavoisier'e göre, yanabilen maddenin oksijen ile birleşmesiyle ilişkiliydi. Zira, ürünlerin toplam ağırlığı, birleşenlerin önceki ağırlıklarının toplamına eşitti. Yanma ve oksitlenme, flojistonun kaçması ile açıklanamazdı, zira, eski teori, flojistonun bazı durumlarda ağırlığı olduğunu, bazı durumlarda ağırlıksız olduğunu ve yine bazı durumlarda da pozitif bir hafifliğe sahip olduğunu kabul ediyordu. Flojistonun kaçışının belirtisi olarak kabul edilen, ısı

ve ışık, ekseri yanma ve oksitlenme sürecinde ortaya çıkmakla birlikte, bunlar, ağırlık değişmeleri ile beliren süreçlerin kimyasının dışında bulunmakta idi. Zira, ısı ve ışık ağırlıksızdı. Yanan yahut oksitlenen bir maddenin ağırlığının değişmesi, tamamen oksijen ile reaksiyona girmesinden dolayı oluyordu.

Lavoisier'in kimyasal devrimi, pek tamamlanmış sayılamazdı, zira, o da, tıbbi kimyacıların yaptığı gibi, oksijene deneylerle garanti edilmeyen özellikler atfederek, onu herşeyi açıklayan bir 'öz' durumuna yükseltiyordu. Lavoisier'e göre, oksijen, asitleştirici öz idi. Tüm asitler, metal olmayan bir madde ile oksijenin birleşmesinden ortaya çıkıyordu. Böyle bir varsayımm, Humphrey Davy, 1778-1829, tarafından yanlış olduğu gösterildi. Kendisi, 1810'da, hidro klorik asitin oksijen içermediğini göterdi. 1784'de Lavoisier, devrimini, kimyasal isimleri değiştirerek ve onlara modern isimler vererek genişletti. Ama bu reform da yarım kaldı, çünkü, kimyasal maddelerin isimleri değişse de, eski simyadaki sembolleri aynen kaldı.

Britanya'da yeni kimya, ortaya çıktığı andan itibaren, İskoç Joseph Black tarafından öğretildiyse de. İngiliz kimyacıları Cavendish ve Priestley, flojiston teorisini sonuna kadar desteklediler. 1781'de Cavendish, atmosferin bileşimini doğru olarak ölçtü. Bulduğu değerler, modern verilere oldukça yakın olmakla birlikte o, havayı, Scheele ve La Voisier'in ileri sürdüğü gibi, oksijen ve azotun bir karışımı değil bir eleman olarak görmeğe devam etti. Ama, oksijen üzerine yaptığı çalışmadan sonra, Priestley, modern görüşü benimsedi. Havanm eleman olarak doğası, bir felsefi aksiyom olmakla birlikte, 1775'de Priestley, yaptığı deneylerin kendisini, 'atmosferin havasının değişmez birşey olmadığına' ikna ettiğini yazdı. 1781'de Priestley, bir hidrojen ve oksijen karışımını patlattığında, gazların kullanıldığını ve bir çiğ meydana geldiğini gördü. Cavendish deneyi tekrar ederek, suyun, bir hacim oksijenle, 2.02 hacim hidrojenden meydana geldiğini gördü. Bu deneyler, suyun, hidrojen ve oksijenden meydana geldiğini ve bir eleman olmadığını gösteriyordu. Fakat, Cavendish, bu yorumu kabul etmeyi reddetti. Suyun bir eleman olduğu, oksijenin flojistonu kaybetmiş su olduğu, hidrojenin de, ya flojistonun kendisi veya suyla flojistonun birleşiği olduğu şeklindeki iddiasını sürdürdü. Priestley'in deneylerine dayanan, James Watt, suyun doğası hakkında, aynı zamanda ve bağımsız olarak, benzer bir teori geliştirdi.

Bu sırada Lavoisier, kendi teorisine göre, metal olmayan hidrojen ile oksijenin birleşmesiyle oluşacak bir asiti arıyordu. Böyle bir asit bulamamakla birlikte, 1783'te Cavendish'in asistanı Balgden Paris'i ziyaret ederek, Lavoisier'e, İngiliz kimyacıların hidrojen ve oksijeni birleştirerek su meydana getirdikleri haberini verdi. Lavoisier de, Cavendish ve Priestley'in suyu birleştirmek konusundaki çalışmalarının ana sonuçlarını kanıtlayan kaba bir deney yaptı. Lavoisier, birleşen gazların ağırlığının oluşan suyun ağırlığına eşit olduğunu göstermeyerek, 'bütünün, kısımların toplamına eşit olması, fizikte de, geometride olduğundan daha az doğru değildir....bu suyun ağırlığının, onu oluşturan iki havanınkine eşit olduğu sonucuna varmakta haklı olduğumuzu düşünüyorum', diye açıkladı.

Deneylerine dayanarak, Lavoisier, suyun bir eleman olmayıp, hidrojen ve oksijenin bir bileşimi olduğu şeklinde çağdaş bir hükme vardı. Şimdi, Lavoisier, yeni teorisinin başta karşılaştığı ciddi bir itirazı cevaplamağa hazır bulunuyordu. Bir asit içinde çözülen kalay veya demir gibi bir metal, hidrojen çıkararak bir tuz oluşturuyordu. Halbuki, metal oksit, asitte çözülerek ayni tuzu verirken, hidrojen çıkmıyordu. Dolayısıyla, hidrojenin flojiston, veya flojiston ile suyun bileşimi olduğu, genellikle kabul ediliyordu. Metalin, metal oksit ile flojistondan oluştuğu kabul edildiğinden, asit, flojistonu metalden kurtardığı halde, oksit tozundan kurtaramıyordu. Başta, Lavoisier bu olayı yeni teorisi ile açıklayamamıştı. Fakat suyun hidrojen ile oksijenden oluştuğu ortaya çıkınca, flojiston teorisinin açıklamasının yerine geçecek bir açıklama buldu. Seyreltilmiş bir asit içinde eriyen bir metal, oksijeni mevcut sudan alarak, oksit oluşturuyor; bu da asitle birleşerek bir tuz meydana getiriyor ve bu esnada suyun serbest kalan hidrojeni açığa çıkıyordu

Artık, Lavoisier'nin teorisi, kimyanın bilinen gerçeklerini, flojiston teorisinden daha iyi açıklıyor ve eski teori hızla itibarını yitiriyordu. Toprak, su, hava ve ateş, artık eleman olarak kabul edilemeyeceklerdi. Zira, bir çok cins toprak bulunurken; ateş, ısı, ışık ve dumana ayrışıyor; hava, oksijen ve azottan oluşurken, su da, hidrojen ve oksijenden meydana geliyordu. Geleneksel görüş yerine, Lavoisier, kimyasal bir elemanı, 'kimyasal analizin varmış olduğu gerçek terim', şeklinde, Boyle'dan daha kesin olarak tanımlıyordu. modern kimya kitaplarının ilki olan, *Temel Kimya Kitabı* (1789) adlı eserinde,

Lavoisier, bu temel üzerinde gerçek elemanter madde olarak yirmiüç isim sıraladı. Bununla birlikte, 'kalorik' adını verdiği, ısının ağırlığı olmadığı varsayılan maddesini de, inorganik dünyanın elemanları arasında listeye koymuştu.

Isının doğası konusunda, İngiliz kimyacı Cavendish, Lavoisier'den daha çağdaştı. Çünkü, o eski fikirlere bağlı olduğundan bu konuda on yedinci yüzyıl doktrinini tercih ediyordu. Kendi deyimiyle, 'Sir Isaac Newton'un fikrince', ısı bir madde olmayıp, maddesel cisimleri meydana getiren taneciklerin mekanik hareketleri idi. Genellikle, Cavendish, geç on sekizinci yüzyıl Britanya kimyacılarının teoride en muhafazakar olanı idi. Kendi deneyleri yardımı ile gelişen yeni kimyaya kendini uyduramayarak, 1785'de kimya çalışmalarına son verdi. Cavendish'in tersine, Priestley, centilmen amatör bilim adamlarının o zamanlar oldukça muhafazakar olan geleneğine bağlı biri değildi. O daha çok, yeni ve daha radikal olan Uyum Karşıtı endüstri geleneğiyle ilişkiliydi. Buna rağmen, flojiston teorisini hiç bir zaman tamamen bırakmadı. Priestley, havanın bir eleman değil, bir karışım olduğu görüşünü benimsedi. Bir süre de, suyun bir bileşik olabileceğini ve elemanter bir madde olmadığını düşündü. Fakat, diğer bir flojistoncu olan James Watt, onu tekrar geleneksel görüşe kazandırdı. 1785'de bir ara, suyun hidrojenin, yahut kendi düşündüğü gibi flojistonun, metal oksitler üzerine etkimesiyle oluştuğunu bulunca, flojiston teorisini bütünüyle desteklemekten vazgeçti. Ama, hidrojenin flojiston değil, flojiston ve suyun bileşimi olduğunu kabul ederek, bu buluşu flojiston teorisiyle bağdaştırdı. Nihayet, hayatının Amerika'da geçen son yıllarında, flojiston teorisini bütünüyle savunan bir inceleme yazdı.

Geç on sekizinci yüzyıl İngiliz kimyacılarının teorideki muhafazakarlığı, çalışmalarının açık bir şekilde ampirik olmasından kaynaklanmışa benzemektedir. Onlar, Lavoisier'e hava ve suyun eleman olmadığını, yanma ve oksitlenmenin esas itibariyle cisimlerin oksijen ile tepkimesinden kaynaklandığını gösteren deneyleri gerçekleştirmişler; fakat, çalışmalarından bu sonuçları kendileri çıkaramamış, deneylerinin gösterdiği teorik sonuçlar İngiliz kimyacıların önüne konduğunda, onlar bunları kabul edilemez bulmuşlardı. Diğer taraftan Lavoisier, nitelik bakımından yeni herhangi bir deneysel buluş yapmadığı halde, bu konuda daha fazla bir çalışma yapmadan, kimya teorisinde

kapsamlı bir devrim yapmayı planlamıştı. Helmont ve Boyle'un deneylerini tekrarlamış ve bunlardan, kendinden önce gelenlerden daha fazla sonuç çıkarmıştı. Lakin, Priestley kendisine oksijenin keşfini açıklayana ve Cavendish'in suyun bileşimi konusundaki çalışmalarıyla tanışana kadar, takılıp kalmıştı. İngiliz çağdaşlarının çalışmalarını tekrarlayan, Lavoisier, Cavendish ve Priestley'in kullandığından daha aşağı, pratik yöntemler kullanmış, fakat sonuçlardan yeni bir teori yapısı kurmuştu.

Bu adamların, birbirlerinin çalışmalarının tek yanlı karakterlerini gördükleri, fakat kendi sınırlarını aşamadıkları anlaşılmaktadır. Lavoisier, Priestley'in, *Farklı Cinsten Havalar Üzerine Gözlemler* (1772) adlı eserini, 'herhangi bir mantık yürütmek için duralamaksızın yapılmış deneyler örgüsü', olarak tanımlamıştır. Priestley ise, belki daha zarif bir cevapla, Lavoisier'i, 'dünyanın felsefeyle ilgili kısmının kendisine çeşitli yönlerden çok borçlu olduğu', adam olarak tanımlamıştır. Priestley, kimyasal devrim olayında belki en merak çekici şahsiyet idi. Daha küçük yaştan, Priestley, 'hemen her sorunun genellikle muhalefet tarafını benimsemeyi uygun gördüğünü' yazmıştır. Lakin, kimyada sonuna kadar geleneksel flojiston teorisine bağlı kalırken, kendi bulduğu oksijenin, kurulmasına bu kadar yardımcı olduğu yeni doktrinleri kabullenememişti. Onun kimyadan ziyade, politika ve dindeki muhalifliğinin, 1794'de onu İngiltere'den Amerika'ya göç etmek zorunda bırakacak ölçüde olması ilginçtir. Kimyasal devrimci Lavoisier ise, Fransa'da, *ancien regime*'in *Ferme Generale* ve diğer kurumları gibi muhafazakar unsurlarla ilişkilendirildiği için aynı yıl giyotine götürülüyordu.

27. Bölüm

On Sekizinci Yüzyılın Mekanik Dünyasında İlerleme Kavramı

BİYOLOJİK organizmaların basitten daha karmaşık şekillere doğru evrimleştiği hakkındaki teori ile, insanın ilkel bir başlangıçtan uygar topluma doğru gelişmiş olduğu düşüncesinin, birbiri ile tarihsel olarak ilişkili olduğu görülüyor. Her iki kavram da, daha genel gelişme felsefelerinin özel yönleridir. Bunlar, insan ve diğer canlıları, aynı basit organik şekillerden çıkmış kabul eder, veya Sokrates öncesi Greklerden, Anaksimander ve Demokritus ile, sonraki antik çağda Epikürcülerin teorisinde olduğu gibi, insanın gelişimini, biyolojik evrimin devamı olarak görürler. Benzer şekilde, insanın, gelişiminin sınırına varmış olduğu görüşü, tarihsel olarak, organik cinslerin az veya çok sabit olduğu ve onların akıllı bir İlk Neden tarafından şimdiki halleriyle yaratılmış olduğu düşüncesi ile ilişkilidir. Bu iki genel bakış açısının birbirini dışlaması gerekmiyordu. Çünkü, Demokritus ve Epikürcüler, evrendeki her dünyanın ve içinde yaşayanların, evrimleştiğini, çürüdüğünü ve sonra tekrar şekillendiğini, böylece kozmik sürecin belirli bir düzey civarında salındığını, onun tamamının evriminden ise bahsedilemeyeceğini düşünüyorlardı.

Her iki bakış açısına ait unsurlar, geç antik devirde kristalleşerek, modern çağlara kadar, akademik geleneğe bağlı kişilerin kabul ettiği bir düşünce haline gelmişti. İnsan ve doğanın, çağlar boyunca, geniş ölçüde aynı kaldığı ve her ikisinin de bir standart ortalama etrafında çevrim yaptığı düşünülüyordu. İnsan, başarılarının sınırına erişmiş olup, buna karşılık, hayvanlar ve bitkiler, akıllı bir İlk Neden tarafından şimdiki halleri'nde yaratılmışlardı. Roma imparatoru Marcus Aurelius, İ.Ö. 121-180, insanın ussal ruhu için,

'bütün evreni ve çevresindeki boşluğu dolaşır; onun planını izler; zamanda sonsuza uzanır, herşeyin dönüşümle yeniden doğduğunu anlar ve onu hesaplar; babalarımızın bizden fazla bir şey görmedikleri gibi, çocuklarımızın da yeni hiç bir şey görmeyeceklerini idrak eder.'

Bin yıldan fazla zaman geçtikten sonra, Floransalı filozof Niccolo Machiavelli de, 1469-1527, şu yazısıyla aynı hissiyatı ifade ediyordu:

'Bu dünya işlerinin sürekli bir gel git içinde olması, Tanrı'nın takdiridir: En üst mükemmelliğe ulaşarak daha yukarıya çıkamayacakları anda, gerekli olarak düşme başlar; diğer taraftan, en düşük dereceye indiklerinde, tekrar yükselmeye geçilir.'

Halk arasında ise, insanlığın yozlaştığı düşüncesi, hakimdi. Çünkü, Grekçe *presbiteros* ve Latince *antiquior* sözcükleri, yalnız *'daha yaşlı'* manasma değil, aynı zamanda, *'daha iyi'* anlamına da gelir. Bu düşünceyi, İnsanın Düştüğü (veya Cennetten kovulduğu), hakkındaki Hıristiyan doktrini de güçlendiriyordu. Diğer taraftan, zanaatkarlar, mühendisler ve sanatlara ilgi duyan akademisyenlerin, teknolojik ilerleme ve hatta bilimsel bilginin gelişimi hakkında oldukça açık bir fikir sahibi oldukları görülmektedir. Aristoteles, mekanik sanatların gelişmesinin daha o zamanlarda tamamlanmış olduğu düşüncesindeydi. Fakat. İskenderiyeli mühendis, Bizansli Philo, kendi zamanında dahi, savaş makinalarının 'kısmen daha önceki konstrüktörlerden öğrenerek ve kısmen de daha sonraki deneyleri gözleyerek', oldukça geliştiğinden bahsediyordu. Akademisyenlerin, zanaatkarları aşağı görmesine karşı çıkan Romalı filozof Seneca, İ.S. 2-65, —'Posidonius neredeyse, kunduracılık zanaati bile filozof buluşuydu diyecekti,'—diye yazmıştı. Benzer şekilde, kendisi, kuyruklu yıldızların sırrı da zamanla açıklanabilecektir diye düşünüyordu. Böyle görüşler, modern zamanlarm başında, zanaat geleneğindekiler daha çok okudukları ve akademisyenler de mekanik sanatlara ilgi duymaya başladıklarında, daha belirgin bir hal aldı.

Bu tür akademisyenlerin en dikkate değer olanı, Francis Bacon idi. Kendinden öncekiler gibi o da, barutun, matbaanın ve manyetik pusulanın icadına, insanın teknolojik gelişmesinin, antik çağdaki başarıların üzerine çıkan bir ilerlemeyi gösteren örnekler olarak işaret etmiştir. Gördüğümüz gibi, o, kendi yeni yöntemi sayesinde çıkarılacak bilimsel bilgiyi kullanarak, bu süreci daha ileri götürmeyi, arzu ediyordu. Bacon, zanaatlerin sürekli olarak gelişebileceğini düşündüğü halde, bilimsel bilgi için ayni şeyi düşünmüyordu. Yeni doğa felsefesi, değiştireceği antik çağın sistemleri gibi, kapalı ve nihai bir bilgi sistemi olacaktı. Yeterli gerçekler sağlandığında, Bacon kendisinin, kesin bir doğa felsefesi sistemi kurabileceğine inanıyordu.

Bacon şöyle yazmıştı: 'Akıl işine gelince. bunu belki kendi gücümle başarabilirim; fakat. aklın kullanması gereken materyal o kadar dağınık ki, ticaret dünyasında olduğu gibi. komisyoncu ve tüccarlar, onu her yanda arayıp ithal etmek zorundalar.'

Bu yapılınca, 'doğanın ve tüm bilimlerin araştırılması en fazla bir kaç yıl alabilir.'

Descartes'in de bilimlere bakışı aynı şekilde idi: Gerçekten, kendisi doğa bilimleri sistemini yeniden formüle ettiğine inanıyor ve *Felsefenin İlkeleri* adlı eserini şu sözlerle bitiriyordu: 'bu incelemede verilen açıklamalarda hiç bir doğa olayı ihmal edilmemiştir.' Keza, kendi verdiği kuralları, bilimsel yöntemin son ifadesi olarak gören Descartes, 'insan aklının bunlardan daha iyilerini keşfetmek için gidebileceği bir yol' bulunacağına inanmadığını yazmıştır. Birikimci bir ilerleme anlayışına sahip olan zanaat geleneğine biraz daha yakın olan Bacon ise, kendi kurallarını bilimde son yöntem olarak görmemiştir.

Bacon, bununla ilişkili olarak şunu yazmıştır: 'Ben sadece iddia ediyorum ki, benim kurallarım gelişmeyi daha hızlandıracak ve daha güvenilir kılacaktır. Ben demiyorum ki, bunlar daha geliştirilemez. Bu benim düşünce tarzıma tamamen ters düşerdi. Ben aklı, sadece kendi yetenekleri içinde değil, fakat nesnelerle olan yakın ilişkileriyle birlikte ele almak alışkanlığındayım. Bundan dolayı, keşif sanatının kendisi de, keşiflerle birlikte gelişecektir.'

Descartes de pratik konularda, gelişme kavramına sahipti.

Kendisi, 'Akıllı insanları, eğilim ve kabiliyetlerine göre, gelişmeye katkıda bulunmayı denemeye, gerekli deneyleri yapmaya ve bulduklarını yayınlamaya teşvik etmeyi', arzu ettiğini belirtmiştir. 'Böylece, sonradan gelenin, kendinden öncekilerin durduğu yerden başlamasıyla, bir çok kişinin hayatları ve çalışmaları birleşecek, bireyler birlikte, kendi başlarına yapabileceklerinden çok daha ileri gidebileceklerdir.'

Bu şekilde, eski akademik sistem kurucularının ve zanaat geleneğinin birikimci ampiristlerinin kesinleşen görüşleri, modern bilimsel hareketin ilk dönemindeki filozoflar tarafından ifade edilmiş oluyordu. Bacon'da ilerleme fikri, zanaat geleneğine daha yakın olması nedeniyle, Descartes'den biraz daha kuvvetli idi. Onun, ampiristliği, yönteminden ve ilan ettiği yeni doğa

felsefesinin ayrıntılarını açıklamamış olduğu gerçeğinden yansımaktadır. Akademik geleneğe yönelik olan Descartes ise, yeni bir doğa felsefesi sistemi üzerinde çalışmış ve eski filozofların bazı değerleri bunun içinde ve şeklinde, kendi ifadelerini bulmuştur. İlk bakışta, Descartes'in evreni, evrim içinde bulunan bir âlem gibi görünür: Dev kozmik girdaplar, evrendeki ilkel maddeyi bizim bugün gördüğümüz düzene sokana kadar, mekaniğin yasalarına uygun şekilde önüne katarak şekillendirmişti. Fakat, Descartes, ilkel maddeden oluşan herhangi bir olası evrenin, mekaniğin yasaları hep ayni şekilde işleyeceği için, mecburi olarak, bizim bugünkü dünyamızın şeklini alacağının ve bu şekilde karar kılacağının altını çizmeye önem veriyordu. Bundan dolayı, şimdiki dünyamız, her kozmik sistem için, önceden belirlenmiş olan bir son oluşturuyordu: Bu, gerçekten de, mümkün olan tek dünya idi. Leibniz daha da ileri giderek, bunun, mümkün olan dünyaların da gerçekten en iyisi olduğunu, yani, bir iyileştirmenin düşünülemeyeceğini, iddia etti. Bolingbroke ve Pope, duyguları ahlaksal bir deyime dönüştürerek, 'Olmuş olan, doğrudur' dediler.

İngiliz felsefesi, on sekizinci yüzyılda Kıta Avrupası'na yayılınca. Bacon ve Descartes tarafından ilan edilmiş olan. yeni ve kesin bir dünya sistemini Newton'un nihayet inşa ettiği düşünüldü. Voltaire. Horace Walpole'e yazdığı bir mektupta bunu teyid ederek, 'Newton çalışmalarını, insan aklının ulaşabileceği en cüretkar gerçeklere kadar vardırmış bulunuyor', demiştir. O yüzyılın sonuna doğru, Lagrange, Newton hakkında şunu yazıyordu:

'Sadece tek bir evren var; onun yasalarının yorumlayıcısı olmak da, dünya tarihinde, ancak bir kişiye nasip olabilir.'

Evrenin evrimsel bir süreç sonucu oluştuğunu, Newton, Descartes'den bile daha az düşünmüştü. Newton'a göre, Tanrı, Dünya'yı tam olarak şimdiki şeklinde yaratmış ve ancak ondan sonra, kozmik makinayı çalıştırmak üzere mekaniğin yasaları etkinliğe kavuşmuştu. Newton'un düşüncesine göre, mekanik yasaları ile tamamen açıklanamayacak astronomik olaylar da bulunmaktaydı. Fakat, gördüğümüz gibi, Laplace, o açıkta kalan uçları da birbirine bağlamıştır.

On sekizinci yüzyılın bu mekanik dünyasında, hiç bir şey tarih içinde gelişmemişti. Dünyada tüm yaşayanlar ve yaratıklar, en başta şimdiki şekilleriyle varolmuştu. Londralı tabip Cheyne, 1715'te şöyle demişti:

'Eğer hayvanlar ve bitkiler, açık olarak ispat ettiğim gibi, bunlardan (madde ve hareket'ten) meydana getirilemezse, onların ezelden beri varolmuş olmaları gereklidir.'

Hayvanlar ve bitkiler birer makina idi, fakat onlar kendilerini ani olarak madde ve hareketten yaratamazlardı. Dünya'nın tamamı gibi, yaratıkların tümü ve onların gelecek kuşakları da, zamanın başlangıcında, şimdiki görünüşleriyle yaratılmışlardı. Yaygın olarak, ilk hayvan ve bitkilerin içlerinde, iç içe konmuş kutularda olduğu gibi, o cinsin tüm gelecek nesillerini gösteren aynı şekilli minyatürler bulunduğuna inanılmaktaydı. Her yeni doğan yaratık, önceden belirlenmiş olan şeklin büyütülmüş bir hali oluyordu.

Böylece, on yedinci ve on sekizinci yüzyıllarda, Dünya'nın ve içindekilerin ortaya çıkışı, bilimsel devrimin tarihteki yeri gibi, bir kere meydana çıktıktan sonra, ebediyen sürecek ve zamanla değişmeyecek olan, tek bir yaratılış olayı olarak görülüyordu. Aynı dönemde, benzer bir görüş, insan toplumunun oluşumu için de ileri sürüldü. Tüm farklarına rağmen, Bodin, Hobbes, Locke ve Rousseau, bireysel ve ayrı olarak yaşayan insanların vaktiyle bir araya gelerek, bir insan toplumu içinde birlikte yaşamak üzere daha sonrası için bir anlaşma yapmış olduğunu düşünüyorlardı. Mekanik düşünce, toplum teorisine 1577'de Bodin ve 1748'de Montesquieu tarafından başka şekillerde genişletildi. Onların fikrine göre, ulusal karakteri, ulusun yaşadığı yerin coğrafyası veya bölgenin iklimi oluşturmaktaydı. Kuzeyin insanları, zinde, fakat çok zeki olmamakta; güneye gidildikçe de, insanlar daha zeki fakat daha zayıf yaratılmaktaydı. İnsanlık bu durumdan sakınamazdı, zira bunlar çevre tarafından dışardan belirlenmişti.

Böyle bir Dünya'da, ne insanların gelişmesi, ne de cinslerin evrimi düşünülebilirdi. Fakat mekanikçi bakış açısının diğer bir alana, yani, psikolojiye genişletilmesi, ilerleme fikrini oluşturmağa yarayarak, daha sonraki yazarları evrim teorilerini geliştirmeye teşvik etti. Mekanikçi felsefe, psikolojiye iki yoldan uygulandı. Önce, insanın aklının, vücudun fizyolojik mekanizmaları tarafından belirlendiği düşünülmüştü. Bundan, insanlığın tıbbın gelişmesi yoluyla ilerleyebileceği manası çıkıyordu. İkinci olarak da, insan aklının, eğitim gibi dış etkileyici kuvvetler tarafından belirlendiği ileri sürülmüştü. Buna göre de, insanlık eğitimin reforme edilmesiyle ilerleyebilirdi.

İlk düşüncü ekolü, Descartes tarafından başlatılmıştı. Özet olarak, o, madde ve hareketten oluşan bir dünya ile, insanın ruhunu barındıran manevi bir dünyanın varolduğuna; birbirinden geniş ölçüde ayrık olan bu dünyaların, insan için, beyin epifizinde birbirine bağlandığına, inanıyordu. Fakat, ayrıntılara gelindiğinde, Descartes, insan aklının büyük ölçüde, vücudun iç mekanizmaları tarafından belirlendiğini düşünüyordu. *Yöntem Üzerine Nutuk*, adlı eserinde, Descartes, bize şunları söylemektedir:

'Akıl, vücudun organlarının ilişki ve durumlarına o kadar bağlıdır ki, eğer insanları şimdikinden daha akıllı ve daha yaratıcı yapacak bir takım araçlar bulunacaksa, inanıyorum ki, bunların aranması gereken yer, tıptır.'

Böyle bir iddia, en eski Fransız materyalistlerinden, eski bir askeri cerrah ve Berlin Akademisi üyelerinden olan, Lamettrie, 1709-51, tarafından ortaya atılmıştı. 1748'de yayınlanan, *İnsan Bir Makina*, adlı kitabında, bir hastanın zihinsel durumunun genellikle onun vücudunun koşullarına bağlı olduğu şeklindeki gözlemini ve başları kesilen hayvanların, bir parçası eksik olduğu için bozuk şekilde çalışan bir makina gibi, bazı şekilde hareketler yapabildiklerini bildiriyordu. Bundan ötürü, kendisi, karaciğerin safra salgılaması gibi, beynin de düşünce salgıladığını ileri sürerek, insanlığın ileri gitmesinin tıbbın gelişmesine bağlı olduğuna inanıyordu.

Böyle bir teorinin uygulama alanı dar olduğundan, onsekizinci yüzyıldaki diğer mekanikçi psikoloji teorisi kadar popüler olmadı. Mekanikçi felsefenin psikoloji teorisine ikinci kez nüfuzu, en önemli ifadesini, John Locke'un 1690 yılında yayınlanan, *'İnsanın Anlayışı Üzerine Makale'* adlı eserinde bularak, on yedinci yüzyılda gerçekleşti. Locke, burada, insan aklını doğumda boş bir kağıt sayfasına benzeterek, bunun üzerinde dış dünyaya ait duyu ve uyarıların bırakacağı iz ve damgalardan, düşünce ve fikirlerin nasıl ortaya çıktığını betimliyordu.

'Dediğimiz gibi, aklın, üzerinde hiç yazı, herhangi bir fikir olmayan, beyaz bir kağıt gibi olduğunu varsayalım. Bu nasıl donanıyor? İnsan, meşgul ve sınırsız fantezisiyle üzerini belki sonsuz çeşitlilikte boyadığı bu büyük hazineyi nereden elde ediyor? Bu mantık ve bilgi malzemesi nereden geliyor? Bunların tümüne bir kelimeyle cevap verebilirim: Deneyimden.'

Böyle bir görüşün mekanikçi felsefeyle aynı şey olduğu farkedilmişti: Voltaire, Locke için, 'geometri yardımı olmadan geometrik bir ruh sahibi olunabileceğini, hiç kimse ondan daha iyi kanıtlamamıştır,' demişti.

Locke'un psikoloji teorisinden, on sekizinci yüzyıl filozofları tarafından incelenmesi sürdürülen, üç önemli problem çıkarılmıştı. İlkin, nasıl olup da, beş duyu organından alınan farklı, görme, ses, tat, dokunma, ve koku izlenimlerinin tek bir algı haline geldiği sorusu idi; ikinci olarak, algıların nasıl olup da, fikirlere dönüştüğü sorusu geliyor, ve üçüncü olarak da, fikirler biraraya nasıl getiriliyordu? İlk problem önce, Dublin'deki Trinity Koleji'nde öğretmen ve Locke'un arkadaşlarından biri olan, William Molyneux tarafından ve sonra da, Molyneux'un Trinity Koleji'nde bir meslektaşı olan, George Berkeley tarafından, kendisinin 1709'da yayınlanan, *Yeni Görme Teorisi* adlı eserinde ele alınmıştır. Molyneux ve Berkeley, doğumundan itibaren kör olup sonradan görmeye başlayan insanların hastalık seyrini incelemiş ve görme duyusunun önce bulanık olup, daha önce dokunma duyusu ile farkedilen, şekillerin, büyüklüklerin ve uzaklıkların ancak yavaş yavaş, belirlenmesine alışılabildiğini bulmuşlardı. Böylece, görmenin, dokunma ile yaradılışta bağlı olmadığına ve deneyimler sonucunda, ikisinin birbirine bağlanarak, birleştiğine karar vermişlerdi.

Fransa'da da, bir veya daha fazla duyusunu kaybeden kişilerin hastalık seyri, başta, daha sonra *Ansiklopedi*'nin baş yayın yönetmeni olan, Denis Diderot, 1713-84, tarafından incelenmişti. Kendisi, 1749'da, *Körler üzerine Mektup* ve 1751'de *Sağır Dilsizler üzerine Mektup*'u yayınlamıştı.

Burada, 'Fikrimce, sözün gelişi, insanı ayrıştırarak, ona verilmiş olan duyuların her birinden ne algıladığı incelenmelidir', demekteydi.

İngiliz psikologları gibi, Diderot da, dokunma duyusunun, cisimlerin uzaydaki ilişkilerini algılamak için temel olduğunu düşünüyordu. Öyle ki, nesnelere uzaktan bakınca, geçmişte dokunarak tanımayı öğrendiğimiz şekilleri görüyoruz. Diderot'un her duyu organını ayrı ayrı analiz etme projesi, Grenoble'da bir hükümet memurunun oğlu olan çağdaşı Etienne Condillac, 1714-80, tarafından, 1754'de yayınlanan, 'Algılar *Üzerine İnceleme*' adlı eserinde ele alınmıştır. O, insanı, beş duyu organından yalnız biriyle donatılmış olan bir cins heykel olarak düşünüyordu. Koku duyusuyla, Condillac, heykelin

koku alabileceğini, bunun koku hakkında fikirler oluşturabileceğini ve böyle fikirlerin sürmesi halinde bir anı bırakacağını, fikirlerin birleşmesiyle de, bilginin ortaya çıkacağını iddia etmişti. Böylece, o, dünya hakkında bilgi toplamakta tüm duyuların aynı değerde olduğunu ve tek bir duyu ile 'anlama yeteneğinin, beşinin birlikte olduğu zamankine eşit' olduğunu savunmuştu. Diğer duyular, aklın özelliklerine nitelik olarak yeni bir şey katmıyor, sadece onun anlayış küresini büyütüyordu. Farklı duyu organlarının verdiği izlenimler, deneyime bağlı olan bir cins mekanik bir karıştırma ile harmanlanıyor, bileşke algı, ve ona karşı düşen fikir, tek bir izlenim ile kazanılan duyu ve fikirden cins olarak değil, sadece derece olarak farklı oluyordu.

Fikirlerin nasıl birbirine bağlanarak düşünceleri oluşturduğu sorunu, içeriğin benzerliğine dayanarak fikirlerin ilişkilendirildiği, veya bunların neden-sonuç ilişkisi ile bağlandığı, veya sadece uzay ve zaman içinde birbiri yanında durdukları, düşünülerek cevaplandırılıyordu. 1739 yılında yayınladığı, *İnsan Doğası Üzerine Bir İnceleme* adlı serinde, filozof David Hume, 1711-76, şöyle yazıyordu:

'fikirler arasında sadece üç bağlantı ilkesi olduğu görülüyor; bunlar, Benzerlik, zaman ve uzayda Bitişiklik ile Neden Sonuç'tur'.

O, psikolojide yer alan bu tür yasaların, fiziğin mekanik yasalarının benzerleri olduğunu düşünüyordu. Hume, fikirlerin çağrışımı için,

'doğal dünyada olduğu kadar, zihinsel dünyada da olağanüstü etkileri olduğu ve pek çok değişik şekilde ortaya çıktığı görülecek, bir cins Çekimdir.'

Üçüncü ve, duyu organları üzerine gelen algıların fikirlere nasıl dönüştüğü, sorununu çözmek yönünde bir denemeyi, 1749'da yayınladığı *İnsan Üzerine Gözlemler* adlı eserinde, hekim David Hartley, 1705-57, gerçekleştirdi. O, duyu organları üzerine yapılan uyarıların sinirlerde titreşimler uyandırdığını, bunların da beyne giderek, orada fikirler oluşturduğunu ileri sürdü. Beyindeki titreşimler, duyu organlarına yapılan uyarıların ortadan kalkmasından çok sonralara kadar sürerek, algılar ve fikirler hatırlanıyordu. Eğer, bunlara ait algılar aynı anda veya bir arada gelmek alışkanlığında ise. beyindeki bir sürü kalıntı titreşim birbirine bağlanıyor, ve bir zaman sonra o guruba ait kalıntı titreşimleri yeniden uyandırmak için, algılardan sadece biri yeterli oluyordu.

Bu şekilde, tek bir algı, beyindeki birbiri ile ilişkili fikirler dizisinin tamamını harekete geçiriyordu. Hartley, bu şekilde bir doktrinin, insan ırkının gelişmesi için günlük yaşama uygulanabileceğini düşünüyordu.

'His ve tutkuların, onları oluşturan bağlantıları ters yöne giderek, bileşenlerine çözümlenmesi, Din ve Ahlak için son derece önem taşıyor. Çünkü, böylece, bunların iyi olanlarını nasıl aziz tutacağımızı; zararlı ve ahlaka aykırı gibi kötü olanlarını ise, nasıl kontrol ederek kökünü kurutacağımızı öğreneceğiz.'

Bu psikoloji teorisi, Fransa'da oldukça popülerlik kazanarak, insanlığın kaderini yükseltecek bir projeye uygulandı. Fransız filozofları, eğer insanın zihni, Locke'un dediği gibi, boş bir kağıt gibi ise, o zaman bundan, tüm insanların doğuşlarında birbirine eşit olduğunun çıktığını; ancak, aldıkları eğitim, ve uymak zorunda kaldıkları yasalar gibi, çevre etkilerinden dolayı eşitliğin bozulduğunu düşünüyorlardı. Fransız *Ferme Generale*'in üyesi olan Filozof Helvetius, 1715-71, *Zihin Üzerine* adlı, 1758'de yazdığı eserde, Locke'un algı psikolojisini, niçin farklı zihinler bulunduğunu açıklayamayan Descartes'in tıb psikolojisine tercih ettiğini söylemiştir. Diğer taraftan, dediğine göre, algı psikolojisi, 'zihinlerin eşitsizliğini bilinen bir nedene bağlıyor; ve bu neden, eğitimdeki farktır.' Helvetius, böylece, insanlığın ilerlemesini güvenceye almak için, yalnızca yasa koyucu ve eğitim sistemlerini refome etmek gerektiğini düşünüyordu: Zira insan için, 'mutlu ve güçlü olabilmek, eğitim biliminin mükemmelleşmesine bağlıdır'.

Bu şekilde, on sekizinci yüzyılın Fransız filozofları, o dönemin algı psikolojisinden, insanların fikirlerinin, kendi toplumlarının yasa koyan ve eğitim veren kurumları tarafından yönetildiği önermesini çıkarıyordu. Fakat, onlar, sosyal kurumların insanların fikirleri tarafından şekillendiği ve kontrol edildiği şeklindeki, karşıt fikri de göz önüne alıyorlardı: O zamana ait bir deyiminin belirttiği gibi, genellikle, 'fikirler dünyayı yönetir'di. Böyle bir bakış açısı gerekliydi; zira düşünceyi tamamen kurumlar yönetiyorsa, herkes tamamen kendi kurumlarına uygun halde olacağından, bir reform gerekliliği olmayacaktı. Ama, fransız filozofları, kurumların reformunun arzu edilen bir şey olduğunu düşündüler. Bu nedenle, fikirlerin bağımsız hareket ettiğini postüle ettiler. Teorilerinde, fikirlerin dünyayı yönettiği düşüncesi ile, dünyanın

fikirleri yönettiği görüşü arasındaki çelişkiyi, Fransız filozofları hiç bir zaman çözemediler. Helvetius ve Diderot bir yerde, gerek kurumları ve gerekse fikirleri yöneten, üçüncü bir faktör olabileceğini düşündülerse de, bunu bulamadılar. Genellikle, güçlükten, aynı anda hem kendi fikirlerini ve hem de ülkesinin kurumlarını değiştirebilen, bir, *iyi prens*[12] idealine başvurarak çıkmaya çalıştılar. Bununla, o çağın, Büyük Frederik ve II. Katerina gibi aydınlanmış despot'larını gösterirlerken; Fransa'nın Bourbon'larını ise despot, fakat aydınlanmamış kabul ediyorlardı. Helvetius, 1772'de yayınladığı, ikinci kitabı, *İnsan Üzerine*'yi, Rus Çaricesi, II. Katerina'ya ithaf ederken; Diderot da, Çariçeye şahsen danışmanlık yapmak üzere St. Petersburg'a gitmişti. Benzer şekilde, Voltaire, Lamettrie ve diğerleri de, Berlin'de Büyük Frederik'in çevresinde toplanmışlardı. Doğal olarak, Fransız filozofları her iki görüşü de uygulamaya koymuşlardı. Bir yandan, Dünya'yı yöneten fikirleri aydınlatması için Ansiklopedi'ye katkıda bulunurken, diğer yandan da, Turgot'nun 1774'te XVI. Louis'nin nazırı olduğunda yaptığı gibi, politik güce erişince, fikri yöneten kurumları reforme etmeye gayret ettiler.

Fikrin dünyayı yönettiği doktrini, on sekizinci yüzyıl boyunca Fransa'da, gelişme fikri ile birlikte yayıldı. Bunların her ikisi de, dünyamızın, mümkün olan dünyaların en iyisi olduğu kavramına bir isyan manası taşırlarken, aydınlanmış düşüncelerin yayılması yoluyla insanlığın ileri götürülmesi projesi içinde de birbirlerine bağlanmış bulunuyorlardı. Gördüğümüz gibi, insanlığın, eğitim kurumlarının reformu yoluyla ileri götürülebileceği görüşü, on sekizinci yüzyılın statik, mekanikçi psikolojisinden çıkmışken; benzer şekilde, insanın ilerlemesinin, aydınlanmış düşüncelerin yayılmasına bağlı olduğu görüşü de, aynı dönemın mekanikçi sosyolojilerinden doğmuştu. Bodin ve Montesquieu gibi bazıları, milli karakteristiklerin, coğrafya ve iklim tarafından belirlendiğine inanırken, başta Hume olmak üzere başkaları da, bir milletin karakterini, onun kurumlarının oluşturduğunu düşünüyorlardı. Fakat, insanlığın, dünyanın tümü için de olduğu gibi, küçük ayrıntılar dışında, her zaman ve her yerde oldukça aynı olduğu konusunda, genellikle, bir mutabakat bulunuyordu. Hume'un iddiasına göre,

---

[12] Bon prince, (Ç.N.).

'insanlık her zaman ve her yerde aynı olduğundan, bu konuda tarih bize yeni bir şey öğretmez. Onun en büyük yararı sadece, insan doğasının değişmeyen evrensel ilkelerini açıklamaktır.'

Bu bakış açısına dayanarak, Fontenelle, insanlığın asırlar boyunca sırf bilgi birikimiyle ilerlemiş olduğunu iddia ediyordu. Fontenelle, antik çağda ağaçların daha fazla büyümüş olduğuna hükmetmemiz için bir neden yoktur, diyordu. Bu nedenle, gerek doğa ve gerekse insanlığın, tüm geçmiş zamanlar boyunca değişmeden ve aynı şekilde kalmış olması gerekiyordu. İşler böyle olunca, bugün aramızda Homeros ve Platon çapında insanlar da varolmalıdır. Fakat, böyle kişiler daha da ileri gidebilirler, çünkü onlar kendilerinden öncekilerin bıraktığı yerlerden başlayabilirler. O, bu nedenle, insan gittikçe daha aydınlanmış olmalıdır; çünkü hiç olmazsa

'eskilere, yapılabilecek tüm yanlış teorileri tükettiklerinden dolayı, borçluyuz,' diye yazmıştı.

Fontenelle'den sonra Voltaire, geleneksel inançları eleştirerek, ve doğal dünya hakkında toplanan yeni bilgileri yayarak, insanlığı ilerletmek için, etkin bir gayret sarfedilmesi çağrısı yaptı. Voltaire, 1756'da yayınlanan, *Charlemagne'dan, XIII. Louis'in Ölümüne Kadar Tarih* adlı eserinde, 'sanatların ve bilimlerin gelişmesi'nin, ele aldığı konunun temel kısmını oluşturduğunu belirtmiştir. Yazdığına göre,

'mantık ve gayret gittikçe artacak, bununla yararlı sanatlar ileri gidecek, insanlığa zarar veren kötülükler ve onlara hiç de az bela olmayan önyargılar, milletleri yönetenlerin arasından yavaş yavaş kaybolacaktır.'

İnsanın, aydınlanma ile ileri gitmesini amaçlayan Fransız hareketinin en önemli yapıtı, 1751 ile 1777 arasında yayınlanan, yirmi iki ciltlik, büyük *Ansiklopedi*'dir. 1750'de yayınlanan prospektüs'de, yayın yönetmeni Diderot, eserin amacının—

'dünya yüzeyinde dağılmış olan tüm bilgileri bir araya getirmek ve böylece, geçmiş çağların eserlerinin yararsız hale gelmesini önlemek ve bizden sonra gelenlerin daha iyi eğitilerek, daha faziletli ve mutlu olmaları için, genel bir düşünce sistemi oluşturmak' olduğunu belirtiyordu.

Filozofların düşündüğü gibi, fikrin dünyayı yönettiği iddiasını açıklayan Ansiklopedi çok büyük ölçüde etkili oldu. 1770'de *Avocat Générale* Seguier'in, kabul ettiği gibi,

'Halkın fikirlerini değiştiren filozoflar, tahtı sarstı, mihrapları devirdi.'

Sonunda, 1789'da Fransa'ya siyasi ihtilal geldiğinde, filozoflar, insanlığın sınırsız gelişme günlerinin de gelmiş olduğunu düşündüler. Desteklediği ihtilal tarafından yok edilen Condorcet, 1794'de saklandığı yerde, *İnsan Ruhunun Gelişmesinin Tarihi* adlı eserini yazıyordu. Bunda dediğine göre,

'Mantık ve gerçeklere dayanan çalışmamın sonucu gösterecektir ki, insanın kusursuz hale gelme kabiliyeti gerçekte sınırsızdır: bu yeteneğin gelişmesi, artık onu durdurmak isteyecek güçlerden bağımsız hale gelmiştir; onun sınırı ancak doğanın bizi üzerine bıraktığı kürenin sınırlarından ibarettir. Kuşkusuz, bu gelişme, az veya çok hızlı adımlarla olabilir; ama her halde, dünya evren sistemi içinde yerinde durdukça ve bu sistemin yasaları bu küre üzerine genel bir yıkım, veya insan ırkının kendini korumasına, ayni güçleri kullanmasına ve ayni kaynaklardan yararlanmasına artık müsaade etmeyecek değişiklikler meydana getirmezse, asla geri gitmeyecektir.'

Laplace, zaten güneş sisteminin mekanik açıdan kararlı olduğunu göstermişti. Böylece, insanlığın sınırsız gelişmesi garanti altına alınmıştı. Gelişme fikri, sosyal felsefe düzeyinde sağlamca yerleşmiş görünürken, başka bir yerde, evrim teorisi görünüşü altında ortaya çıktı. Laplace, 1796 yılında, güneş sisteminin evrimi teorisini ortaya attı. Hekim Pierre Cabanis de, 1757-1808, 1796'dan itibaren geliştirdiği bir psikoloji teorisinde, insanın zihni kabiliyetlerini onun gelişim tarihinin bir ürünü olarak görüyordu. 1809'da Jean Baptiste Lamarck, 1744-1829, *Zoolojik Psikoloji* adını verdiği bir sistem ortaya attı. Bu teori, organik evrim hakkında yazılmış önemli modern teorilerinin ilkiydi. Lamarck, tam olarak onsekizinci yüzyıl Fransız geleneğine mensuptu. Gerçekten, kendisine, *filozofların* sonuncusu deniyordu. O, hayvanları, 'gelişme yasası'na göre daha yüksek şekillere evrimleşmiş makineler olarak düşünüyordu. Lakin, göreceğimiz gibi, onun sistemi karmaşıktı. Zira, onda, kökleri antik devirlerin doğa felsefesinde yatan kavramlara yer veriliyordu. Buna karşılık, İngiltere'deki daha yaşlı eski çağdaşı, Erasmus Darwin, 1731-1802, tarafından ortaya atılan organik evrim teorisi, daha çok o günün en öndeki koşullarının bir ürünü idi.

Gelişme fikrinin İngiltere'deki seyri, onun Fransa'daki ilerleyişine paralel olmuştur. Fakat, burada teolojik bir şekil alırken, kiliseye karşı bir havaya bürünmemiştir. Hıristiyanların, İnsanın Düşüşü doktrini, insanlığın tarih içinde geliştiği fikrine yardımcı değildi. Lakin, yine dinsel bir kavrama göre, yeryüzüne sonsuz derecede üstün olan semavi bir dünya vardı ki, burası kutsanmışların yaşamlarından sonra gidecekleri yerdi. Bu düşüncenin iaikleştirilmesi, İngiltere'deki gelişme fikrini oluşturdu. Francis Bacon, İnsanın Düşmesi'nin en kötü sonuçlarının, kendi yönteminin insanlığın ortak yararına uygulanmasıyla düzeltilebilceğini düşünüyor ve sınırsız olmasa da, sanat ve zanaatlarda oldukça büyük gelişme ümit ediyordu. Kraliyet Derneği, Bacon'un projesini gördüğümüz gibi, en başta ele almakla birlikte, on yedinci yüzyıl sonunda, kendileri de 'yararlı buluşlar dizisini sürdürmede engellendiklerini' kabul ediyorlardı.

O zaman, Leibniz'in, bu dünyanın mümkün olanların en iyisi olduğu şeklindeki düşüncesi de, Pope'un 'Olmuş olan, doğrudur' hükmü gibi, İngiltere'de popüler oldu. Teknolojik gelişme fikri geniş ölçüde buharlaşırken, gelişme fikri genel olarak ortadan kalkmadı, ruhanileştirildi. İngiliz deneme yazarı Joseph Addison, 1672-1719, dergisi, *The Spectator*'da 1711'de şöyle yazıyordu:

'Bir insanın şimdiki haline bakıldığında; o sanki bu dünyaya sadece kendi cinsini yayması amacıyla gönderilmiş gibi görülür. Kendi yerine alacak birini sağlar, ve ona yer açmak için hemen yerini terkeder...(fakat) sonsuz akıllı olan bir Varlık, bu kadar muhteşem yaratıkları, bu kadar değersiz bir amaç için yaratır mı?... İnsanı yaratırken verdiği tüm emekten yansıyan hikmeti; bu dünyaya, ötekisi için sadece bir hazırlık okulu olarak bakmadan, arka arkaya hızla büyüyüp, yok olan, bir çok akıl sahibi canlı kuşakların, varlıklarının sadece ilk önemsiz yolunu burada aldıktan sonra, gittikleri yerde, ebediyete kadar yaşadıklarına inanmadan, nasıl keşfedebiliriz? Fikrimce, dinde, doğasını kusursuzlaştırmaya doğru, ruhun hiç bir noktada durmaksızın ve sürekli olarak yaptığı gelişme fikri'nden daha hoş ve zafere eriştiren bir fikir yoktur... Hayır, gittikçe güzelleşen kendi yarattıklarının Ona daha çok benzeyerek yaklaştıklarını görmek, Tanrı'nın kendisini de bahtiyar edecek bir manzara olmalı. Sanırım, sadece, sonlu bir ruhun mükemmelliğe doğru gelişeceği düşüncesi bile, aşağı doğalarda kıskançlığı, üsttekilerde ise saygısızlığı bırakınağa yetecektir.'

O zamanlarda, İngiltere'de böyle bir anlayış çok popülerdi. Teorilerinden sözettiğimiz psikolog David Hartley, Cambridge'deki ilahiyat öğrenimini bırakarak tıbba dönmüştü; zira o, günahkarların sonsuza kadar lanetlendiği doktrinini kabul edemiyordu. Onların da, bir yerde, tüm ruhların ölümden sonraki evrensel gelişmesine katılmaları gerekir diye düşünüyordu. Yazdığı, *İnsan Üzerine Gözlemler* adlı kitabının daha çok ilahiyattan bahseden ikinci cildinde, günahkarların ölümden sonra geçici olarak cezalandırılmaları ile ilgili bir mekanizma geliştirdi. Düşüncesine göre, kötü alışkanlıkların beyinde yarattığı titreşimler ruhta iz bırakıyordu. Bu izler ölümden sonra da bir süre kalıyor, bu sırada ruhlar, 'vücudun yaptıklarına göre karşılığını alıyor, yani, ekildiği gibi biçiliyordu.' Lakin, izler zamanla silinecek ve böylece, 'Tüm insanlığın mutluluğa erdirilmesi sonunda mümkün olacaktır'.

Hartley, Birmingham Ay Derneği üyeleri üzerinde oldukça etkiliydi. Priestley, onun, *İnsan Üzerine Gözlemler* adlı kitabının kısaltılmış bir şeklini yayınladı. Ay Derneği, adeta, onsekizinci yüzyıl sanayi devriminin Orta İngiltere'deki, bilimsel genel kurmayını oluşturuyor ve üyeleri de, teknolojik ilerlemenin manasını ve genel olarak insanlığın ilerleyeceği fikrini tam olarak özümsemiş bulunuyordu. Üyelerden ikisi, Erasmus Darwin ile Joseph Priestley, önceki dinsel gelişme fikrini, Darwin biyolojiye, Priestley de toplumsal olaylara uygulayarak, laikleştirdiler. Priestley, 1771'de yayınladığı, *Hükümetin Başta Gelen İlkeleri* adlı kitabında, insanın gelişmesi için, yirmi yıl sonra Condorcet'nin ortaya attığına benzeyen bir düşünce ileri sürdü.

'Herhangi bir sanat veya bilimin gelişmesinin tüm geçmişini anlamak ancak bir kaç yıl alır, İnsan ömrünün geri kalan zamanı, tüm kabiliyetleri en gelişmiş vaziyette iken, onu uzatmaya adanabilir. Eğer bu yolla, bir bilim veya sanat kolay anlaşılamayacak kadar çok büyük hale gelirse,..... uygun bir bölünme gerçekleştirilir. Böylece tüm bilgiler, kısımlara ayrılarak, Lord Bacon'un gözlemlediği gibi, bilgi, güç olduğundan, insanın gücü gerçekten büyüyecektir; maddeleri ve yasaları ile doğa daha çok emrimizde olacak, insanlar durumlarını daha rahatlaştıracaklar, onun içinde geçirecekleri süreyi belki uzatacaklar, her gün daha mutlu olacaklar ve mutluluklarını başkalarına iletmek için imkanları daha fazla olacak (sanırım buna daha da yatkın olacaklar). Böylece, dünyanın başlangıcı ne olursa olsun, sonu, hayalimizin şimdi alamayacağı kadar cennete benzeyecek.'

1794'de yayınladığı *Zoonomia*'da, Erasmus Darwin, bitki ve hayvan cinslerinin gelişmesine benzer bir düşünce uyguladı. Darwin şöyle yazıyordu:

'İnsan üzerine yazdığı eserde, mahir Dr. Hartley ve başka bazı filozoflar, bizim ölümsüz kısmımızın, hayatta bazı hareket ve duygu alışkanlıkları edindiğini, bunların, varlığın ölümü izleyen, gelecekteki varlık durumlarında da sürerek, ondan ebediyyen ayrılamaz hale geldiği, düşüncesini ileri sürmüşlerdir.....bu hünerli fikri, ebeveynin şekil ve niyetlerini bu kadar paylaşan embriyonun, veya yeni canlının yaratılmasına veya üretimine uygulayacağım.'

Böylece, bir canlının yaşamı süresinde edindiği alışkanlıklar, onun yavrularına da geçerek, bir evrime yol açıyordu. Bir kaç yıl sonra Lamarck, edinilmiş karakteristiklerin kalıtımı için buna benzeyen, daha toplu bir kuram ileri sürecekti. Bunda, insanlığın olduğu gibi, organizmaların da, deneyimlerin birikmesi ile geliştiği düşünülüyordu. Lamarck gibi, Erasmus Darwin de, her organizmada onu daha yukarı şekillere doğru süren bir iç güç olduğunu düşünüyordu.

Darwin soruyordu: 'Tüm sıcak kanlı hayvanların, büyük İlk Neden'in, can verdiği, yeni eğilimler, uyarılar, algılar, irade ve benzeşimlerle yönetilen yeni kısımları kazanma kabiliyeti olan canlı bir ercik sapından çıktığını ve böylece onun, gelişmeyi kendi içkin etkinliğiyle sürdürecek yeteneğe sahip olarak, bu gelişmeleri nesiller boyu, kendinden sonraya, yani sonsuz bir dünyaya bırakacağını hayal etmek, çok mu cüretkarlıktır.'

Erasmus Darwin'in görüşlerinde, Lamarck'da olmayan bir kavram vardı. O da, organizmaların yarışma mekanizmaları ile evrimleştiği ve daha uygun olan şekillerin hayatta kaldığı idi. Torunu Charles Darwin gibi, o da horozların mahmuzlarını ve geyiklerin boynuzlarını, kendi cinslerinin dişileri uğruna birbirleriyle mücadele ederken geliştirdiklerini düşünüyordu. Bitkiler de, 'sürekli olarak toprağın üzerinde ışık ve havaya, toprağın altında da, gıda ve neme ulaşmak için yarışarak' değişmişlerdi. Daha sonra bu düşünce, Charles Darwin tarafından geliştirilerek, içindeki ekonomik, *laissez faire* çesnisiyle, orta Viktoryen İngiltere'de, hem popüler, hem de verimli oldu.

28. Bölüm

Evrim ve Canlıların Oluşturduğu Büyük Zincir

ORGANİK DÜNYA hakkında modern zamanların biyologlarına, antik devirlerde, Aristoteles'in de üzerinde durduğu, birbiriyle oldukça çelişen iki görüş miras kalmıştır. Bunlardan birincisi, organik türleri, sınıfları aralarında göreceli olarak büyücek süreksizlikler olan, bir canlılar hiyerarşisi şeklinde ele alır. Örneğin, Aristoteles'in hayvanlara ait hiyerarşisinde sadece on bir sınıf bulunur. Diğer görüş ise, çeşitli hayvan ve bitkilere, aralarında farkedilemeyecek kadar küçük ve sürekli bir derecelendirme olan, çok halkalı, büyük bir canlılar zinciri olarak bakar. Felsefi olarak, bu kavramlar birbiriyle, bir sınıfın en üst yaratığını, yukardaki gurubun en alt canlısına doğrudan, bitişik almakla bağdaştırılabilir. Lakin, biyolojik sınıflandırma pratiğine göre, iki bakış açısını birbiriyle bağdaştırmak mümkün değildir. Dolayısıyla, bu görüşler, 'yapay' ve 'doğal' diye isimlendirilen iki farklı sınıflandırma tekniğine yol açmışlardır.

Yapay sistemler, organik türleri, ayrık ve iyice belirlenmiş gruplara ayırır ve bunun için az sayıda, veya, bazen, çoğalma organının doğası gibi, sadece tek bir karakteristiği kullanır. Doğal sistemlere gelince, bunlar farklı organik türleri, canlılar arasında süreklilik olan, organizmalar arası benzerlikler mümkün olduğu kadar çok sayıdaki karakteristik yardımı ile incelenebilen, doğal familyalar içinde toplamağa çalışır. Böyle sınıflandırma yöntemleri, sayıları keşiflerle gittikçe artan hayvan ve bitkilerle başa çıkabilmek için gerekliydi. Antik çağda, Theophrastus 500 bitki türü tanıyordu. Sonra gelen Dioscorides'in yaptığı listede bu sayı 600 olmuştu. 1634'te, iki isimli çağdaş bitki isimlendirme sistemini getiren İsviçreli botanikçi Casper Bauhin, 1560-1634, bildiği 6.000 bitkiyi tanımlamıştır. Sonraki yüzyılda, İsveçli Linnaeus, 1707-78, 18.000 tür sınıflandırmış; on dokuzuncu yüzyıl başında, Fransa'da Cuvier, 1769-1832, kendi zamanında, 50.000 farklı bitkinin bilindiğini yazmıştır.

On altıncı ve on yedinci yüzyıllarda, süreksizliği ve hiyerarşik derecelendirmeyi vurgulayan yapay sınıflandırma yöntemi, İtalya'da Cesalpino ve Malpighi örneklerinin gösterdiği gibi, Katolik ülkelerde daha popülerdi. Buna karşılık, sürekliliği ve türlerin benzerliğini vurgulayan, doğal yöntem de, Hollanda da Lobelius, 1538-1616, İsviçre'de Bauhin ve İngiltere'de John Ray, 1627-1705, örnekleriyle, Protestan ülkelerde daha yaygındı; on sekizinci yüzyılda, bu tercihler tersine döndü; İsveçli Luteryen, Linnaeus, yapay yöntemi alırken, başta Buffon, 1707-88, olmak üzere Fransız doğalcılar da, doğal yöntemi benimsedi. Bu değişimler, Luteryen düşüncenin, zamanla, içinde hiyararşi unsurları taşıyan daha eski din geleneğini özümsediği gerçeği ile ilişkili olabilir. Buna karşılık, on sekizinci yüzyılın Fransız filozofları, tüm olayları aynı mekanik düzene indirgeyen mekanikçi felsefeyi benimsemişlerdir.

İlk önemli yapay sınıflandırma sistemi, Pisa'da tıp profesörü ve daha sonra Papa VIII. Clement'in doktoru olan Andrea Cesalpino, 1524-1603, tarafından, 1583'de yayınlanan, *Bitkiler Üzerine* adlı incelemede ortaya konmuştur. Cesalpino, bitkilerin en önemli karakteristiğinin, sadece bitkisel bir ruh'a sahip olmaları olduğunu belirten, Aristoteles'in görüşünü kabul ediyordu. Bitkisel ruh, organizmaların beslenme ve üremesinden sorumluydu. Beslenme, bitkinin kökleri tarafmdan, üreme ise, onların meyve organları tarafından sağlanıyordu. Bu nedenle, Cesalpino, bunlar bitkinin sahip olduğu bitkisel ruhun niteliğini gösterdiği için, kök ve meyve organlarının bitkilerin sınıflandırılmasında temel karakteristik olarak kullanılması gerektiğine, ve böylelikle, ruhun, bitkiyi, organizmalar hiyerarşisinde uygun olan sınıfa yerleştireceğine inanıyordu. Düşüncesine göre, liken ve mantarların üreme organı olmayıp, sadece kökleri olduğu için, onlarda bitkisel ruhların en alt düzeyi bulunmalıydı. Bu nedenle, bu bitkiler, bitki hiyerarşisinde en alta konmalı ve bitkilerle mineral dünyası arasında bir bağlantı oluşturmalıydı.

On yedinci yüzyılda, değişik İtalyan üniversitelerinde tıp profesörü ve Papa XII. Innocent'in doktoru olan, Marcella Malpighi, 1628-94, tüm canlıları düşey bir merdiven üzerinde sınıflandırabilecek bir yöntem buldu. Malpighi, Harvey'in kan dolaşımı kuramı ile, buna bağlı olan, solumanın oynadığı rolün oluşturduğu problemle çok ilgileniyordu. Kendisi, 1660 yılında, kurbağa akciğerinde, atar ve toplardamarları birbirine bağlayan kılcal damarları,

mikroskopla ilk gören kişi oldu. Bundan sonra, diğer organizmaların da soluma sistemlerini incelemeye geçerek, ipek böceğinin, içine hava alan tüpçüklerle donanmış olduğunu gördü. Bitkilerin, spiral şekilli hava tüpleri ile dolu olduğunu görerek, bunu bitkisel soluma aracı olarak kabul etti. Bu buluşlardan hareketle, canlı bir yaratığın soluma organlarının büyüklüğünün, onun canlılar doğasının merdiveninde, mükemmelliğinin derecesiyle ters orantılı olduğunu gösterdi ve içleri hava tüpcükleri ile dolu olduğı için, bitkileri de merdivenin dibine koydu. Bunlardan sonraki yere, çok sayıda hava geçitleri olan böcekleri yerleştirdi. Sonra, daha küçük, fakat karmaşık solungaç sistemleri ile balıkları; nihayet merdivenin en üstüne, diğer organları ile karşılaştırıldığında küçük bir çift akciğere sahip olan insan ve yüksek memelileri yerleştirdi. Malpighi'nin sınıflama sistemi, fazla popüler olamadı. Hayvanlara dair ilk önemli çağdaş sınıflama, 1693'te John Ray tarafından ve Aristoteles'in önerdiği doğrultuda gerçekleştirildi.

Diğer taraftan, Cesalpino'nun bitkileri yapay sınıflandırma sistemi çok etkili oldu. Onun çekiciliği, yalnız dayandığı sistemin, türlerin sınıflandırılmış bir canlılar merdiveni oluşturduğuna dair metafiziksel bir gerekçesi bulunmasından değil, basit ve yararlı olmasından da kaynaklanıyordu. Cesalpino'nun sistemi, bitkinin kök ve meyva gibi, sadece bir veya iki organının incelenmesini gerektiriyordu. Doğal sistemler, gerekliliklerini, bitkilerin objektif benzerliklerinin daha çoğunu yansıtmalarıyla açıklarken,—kök ve meyveden başka, sap, yaprak ve çiçek gibi—tüm akla gelebilecek organların incelenmesini ve karşılaştırılmasını istediklerinden, daha az basit idiler. Bu nedenle, yapay sistemler daha yaygın olarak kullanılmışlardır. Cesalpino'nun sınıflandırması, genellikle, 1692'de Londra'lı bir tabip olan Nehemiah Grew'in, 1641-1712, bitkilerin seksüel olarak çoğaldıklarını bulmasından sonra tutuldu. Grew'ın buluşunun ardından, 1694'de de, Tübingen'de botanik profesörü olan Camerarius, 1665-1721, bitkilerin stamen'lerinin erkek, pistil'lerinin de dişi organ olduğunu gösterdi. Böylece, bitkilerin sahip olduğu, pistil ve stamen'lerin doğa ve sayısı, Cesalpino'nun bitki sınıflandırma yönteminin, üreme organının ayrıntılarının incelenmesi yoluyla kullanılmasına imkan verdi.

Böyle bir yöntem, en geniş bir şekilde, on sekizinci yüzyılın en büyük bitki klasiği olan Carl Linnaeus, 1707-78, tarafından kullanıldı. Kendisi, Luteryen bir papazın oğlu olup, 1741'den itibaren, İsveç'te Upsala'da botanik profesörü bulunuyordu. Linnaeus'un doğa hakkındaki görüşü, basit bir Hristiyan softanın görüşü gibiydi. O, hayatının çoğunu temel mekanikçi bilimsel düşünme akımının dışında geçirmiştir. Baş yapıtı, 1735'de yayınlanan ve daha yaşarken on iki baskısı yapılan, *Doğanın Sistemi*'dir. Bunun ilk baskısı, mekanikçi kavramlardan tamamen yoksundur. Halbuki son baskısında, hayvanların ilke olarak birer makina olduklarını kabul etmiş bulunmaktaydı. Linnaeus, hayatını, Dünya'nın her tarafından keşfedilerek Avrupa'ya getirilen çok sayıdaki yeni bitkilerin sınıflandırılmasına adamıştı. Bildiği bitkileri, o, sınıflar, takımlar, cinsler ve türler içinde gurupladı. Bauhin tarafından önerilen, ikili adlandırma sistemini, bunları, bir ismi cins, diğer ismi de tür için ayırarak uyguladı. Dişi organın sayısı, bitkinin sınıflandırılacağı takımı, erkek organın sayısı ise, bitkinin sınıfını gösterecek şekilde bir yöntem kullanan Linnaeus, bilinen bitkileri buna uygun olarak yirmi dört ana sınıfa ayırdı. Bitkilerin sınıflandırılmasında temel olarak, bir organı (üreme organını) ele alan, yapay sistemi kullanmakla birlikte, Linnaeus, bir çok karakteristiği kullanan doğal sınıflandırma sistemlerini de çekici buluyordu. 1738 de, böyle doğal bir sisteme ait bir bölüm yayınladıysa da, kendinin etkisi, organizmaları sınıflandıran yapay sistemlere yönelikti.

Linnaeus sınıflandırma tutkunuydu. Onun doğa sistemi, yalnız bitki ve hayvanları kapsamıyor, aynı zamanda çeşitli mineralleri ve hastalıkları da kapsıyordu. Hatta, geçmiş ve çağdaş bilim adamlarını da askeri rütbelerle sınıflandırmış ve bu arada kendine general rütbesini uygun görmüştü. Hayvanları, on yedinci yüzyıldaki Ray ve ondan önceki Aristoteles'i izleyerek, dörtayaklılar, kuşlar, amfibiler, balıklar, böcekler ve solucanlar, gibi altı sınıfa ayırmıştı. Eserinin ilk baskılarında balinaları balıklar arasına koymuştu. Halbuki, Ray ve Aristoteles, balinaların memeli olduğunu biliyorlardı. Linnaeus, minerallerin, yer altında gelişen canlı maddeler olduğunu düşünüyordu. Kendisinin, *Doğa Sistemi* adlı eserinin son baskısında, organik doğanın hiyerarşisinde varsaydığı derecelendirmeyi şu sözlerle özetlemiştir: 'Mineraller büyür, bitkiler büyür ve yaşar, hayvanlar büyür, yaşar ve hisseder.

Linnaeus, etkili bir şahsiyetti ve çevresine çok sayıda öğrenci toplamıştı. Kendisi ve öğrencileri, az bilinen ülkelerdeki çiçek ve hayvanları araştırmak için, yaygın şekilde yolculuk yaptılar. Her keşif gezisine ayrı bir doğacının katılması adet olmuştu. Kaptan Cook, 1768-71 arasındaki ilk yolculuğunda, yanına Linnaeus'un yanında eğitim gören Solander'i aldı. Oğlunun 1783'de ölümünden sonra, Linnaeus'un kütüphane ve koleksiyonları bir Londra'lı tabip olan J. E. Smith tarafından satın alındı. O, iki arkadaşı ile, 1788'de doğa tarihini incelemeyi amaçlıyan, Linnaean Society'yi kurdu. Dernek, zaman içinde Linnaeus'un kitap ve koleksiyonlarını da elde etti.

Fransa'da, yapay sınıflandırma sistemlerine karşı kuvvetli bir tepki vardı. Bu, Paris Kral Bahçelerinin Bakıncısı, Georges Buffon'un, 1707-88, ve Trianon Kral Bahçeleri Bakımcısı, Bernard de Jussieu'nun, 1699-1777, çalışmalarında dikkat çeker. Bernard de Jussieu kendi bakımında olan bahçelerdeki bitkileri, Linnaeus'un yayınladığı bölüme dayanarak geliştirdiği doğal bir sisteme göre düzenlemişti. Kendisi bir şey yayınlamamakla birlikte, yeğeni Antoinel Laurent de Jussieu, 1748-1836, amcasının çalışmasını sürdürmüş ve küçük bitki guruplarını, örneğin, otlar, palmiyeler, zambaklar v.b. gibi, doğal familyalara ayırarak, bu sistemin ayrıntılarını 1789 da yayınlamıştı. Jussieu'ların çalışması, on dokuzuncu yüzyılda da, Cenevre'de yaşayan bir Huguenot botanikçi ailesine mensup olan August de Candolle, 1778-1841, ve oğlu Alphonse tarafından sürdürüldü.

Jussieu'lar doğal bitki familyalarını araştırırlarken, Buffon ve asistanı Daubenton, 1716-1800, hayvanlar arasındaki benzerlikleri, anatomik yapılarını karşılaştırarak, inceliyordu. Buffon, tüm yapay sınıflandırmaların bir 'metafizik hatası' olduğunu düşünüyordu. Düşüncelerini şöyle açıklamıştır:

'Hata, daima derecelerle gelişen doğa olaylarını anlamakta yapılan bir yanlıştan kaynaklanmaktadır.....Hemen hemen farkedilemeyecek derecelerle, en mükemmel bir yaratıktan, en şekilsiz maddeye kadar inmek mümkündür....aradaki türlerden ve yarısı bir sınıfa, diğer yarısı öteki sınıfa ait olan nesnelerden, çok sayıda mevcuttur. Kendisine bir yer verilmesi mümkün olmayan böyle nesneler, evrensel bir sistem kurma gayretlerini zorunlu olarak boşa çıkarır.'

Kendisi, temel eseri olan *Doğa Tarihi*'ne, bu sözlerle giriyordu. Bu eserin, genel düşüncelerini açıklayan ilk üç cildi. 1749'da yayınlanmıştır. 1753 ile 1767 arasında, dörtayaklılar üzerine on iki cilt, 1781 den 1786 ya kadar da kuş ve mineraller üzerine ek olarak on cilt yayınlamıştır. Son olarak, öğrencisi Bernard Lacepede, 1756-1825, Buffon'un ölümünden sonra, 1788 ile 1804 arasında, sürüngenler ve balıklar üzerine sekiz cilt yayınlamıştır.

Buffon'un görüşüne göre, doğada, sınıflar, takımlar, cinsler ve türler, süreksiz değildi—bunlar insan zihninin uydurmalarıydı ve tamamen yapaydı. Doğada sadece bireysel organizmalar vardı ve bunlar birbirlerinden çok ufak aralıklı, sürekli sayılabilecek bir sıralamayla ayrılıyorlardı. Fakat, farklı denilen türler arasındaki çiftleşmelerin meyva vermediğini görerek, bir türün, kendi aralarında üreyebilen bireylerden oluşan bir gurup olduğu görüşünü benimsedi. Farklı hayvan türleri arasındaki benzerlik ve yakınlıkları inceleyen Buffon, şimdi farklı denilen türlerin, geçmişteki ortak atalardan türemiş olabileceğine inandı. Buffon bildiği, iki yüz kadar değişik dörtayaklı türünü ele alarak, birçoğunun birbirine ne kadar yakın olduğunu gördü ve bunların kırk kadar özgün tipden inmiş olabileceğini ileri sürdü. Sonraları, daha da ileri giderek, hepsinin tek bir ana baba çiftinden türemiş olabileceklerini düşündü.

İddiasına göre, 'Eğer, hayvanlar ve bitkiler arasında, diğer türlerden doğrudan inişle üreyen, bir kaç demiyorum, tek bir tür bile olduğunu belirlemiş olsaydık... o zaman, doğanın gücüne başka bir sınır konamazdı ve onun yeteri kadar uzun zamanda, diğer tüm organik şekilleri. bir ilk tipden geliştirmiş olduğunu varsaymakla hata etmezdik.'

Buffon, modern anlamda bir evrimci değildi: o daha karmaşık ve mükemmel hayvanların basit ve ilkel şekillerden zamanla türediğini iddia etmiyordu. Tam tersine, o, çeşitli organik türlerin daha mükemmel bir özgün tipin, veya tiplerin çok sayıdaki yozlaşmış şekilleri olduğuna inanıyordu. Eşek, yozlaşmış bir at; büyük ve küçük maymunlar yozlaşmış insandı. Domuzun bacaklarında kullanmadığı yan parmakları vardı. Buffon bunun, domuzun, parmaklarını kullanmak zorunda olan daha mükemmel bir tipden yozlaşmış olduğunun işareti olarak değerlendirdi.

Organik türlerin, yozlaşma yoluyla üremiş olduğu düşüncesi yeni değildi: Bu Platon tarafından da ileri sürülmüştü. Bu ayrıca, 'İnsanın Düşmesi' doktrininde de dinsel bir dayanak buluyordu. Fakat, on yedinci yüzyılın sonlarmda ve on sekizinci yüzyılın başlarında bu pek popüler olmayan bir fikirdi. Herhangi bir türün ortadan kalkabileceği düşüncesi de böyle idi. Türlerin, yaradılıştan beri sabit ve belirli kalmaları gerektiği sanılıyordu. Çünkü, türlerin evriminin, yozlaşmasının veya yok olmasının, Dünya'da yaşayan büyük canlı zincirindeki sıralarda aralık veya tekrarlar oluşturarak, Dünya'yı kusursuzluktan uzaklaştıracağı düşünülüyordu. John Ray, 1703'te, eğer fosiller yok olmuş hayvanların kalıntıları ise, bundan:

'Bir çok kabuklu türünün Dünya'dan yok oldukları sonucu çıkar. Bu, filozofların şimdiye kadar kabullenemedikleri bir şeydir; zira, bir türün ortadan kaybolması, evrenin bir organımn kopması, yani onun mükemmelliğinin bozulması demektir. Halbuki, onlar, İlahi Takdir'in, Yarattığı eserleri sakınmağa ve korumağa özen göstereceğini düşünürler.'

Dünya'mızın, mümkün olan dünyaların en iyisi olduğunu belirten, Leibniz'in yaygın hükmü, hiç bir organik türün yozlaşamayacağını ve yok olamayacağını da aynı şekilde ifade eder. Fosillerin, eskiden yaşamış olan canlıların kalıntıları olduğunu, Leibniz de inkar etmemişti. Fakat, o, belirtilen bu güçlükten. Dünya'da yok olan türlerin, diğer gezegenlerde veya gezegen sistemlerinde çoğaldıklarını kabul ederek kurtulmuştur.

Gördüğümüz gibi, on sekizinci yüzyıl ortalarındaki Fransız filozofları, Dünya'nın herhangi bir anlamda kusursuz olduğu fikrini reddediyordu. Onlar, hiç olmazsa sosyal alanda bazı iyileştirmeler yapılabileceğini ve insanlığın gelişmesinin bir gerçek olduğunu hissediyorlardı. Filozofların bazıları, türlerin sıralanmış bir yaratıklar merdiveni oluşturduğu fikrini de reddediyorlardı. Zira, onlar, bunun altında yatan hiyerarşi fikrine karşı idiler. Voltaire, 1764 de yayınlanan, *Felsefe Lugati'ne*, şunları yazmıştı:

Platon'u ilk kez okuduğumda, canlıların, en hafif atomdan, En Üst Varlığa kadar uzanan, sınıflandırılmasına geldiğim zaman, hayranlık içinde kalmıştım. Fakat ona daha yakından baktığımda, o büyük hayal yok oldu.... Cansızdan, organik maddeye; bitkilerden. bitkimsi hayvanlara; bunlardan, hayvanlara; bunlardan, cinlere; küçük, bedenleri hava gibi olan cinlerden,

maddesel olmayan varlıklara ve sonunda meleklere kadar ulaşan, o farkedilmeyen geçişi gördüğü zaman, insan hayali önce bundan hoşlanıyor. Bu hiyerarşi, bunun aynısını, Papada ve onun kardinallerinde, sonra başpiskoposlarında ve piskoposlarında, onlardan sonra gelen bölge papazlarında, vikarlarda, basıt papazlarda, diyakozlarda, alt diyakozlarda, sonra keşişlerde ve nihayet kapusenlerde biten sıralamada gördüklerini hayal eden, o basit ve iyi insanların hoşuna gider.

Voltaire, evrende sürekli bir canlılar zinciri olamayacağını, zira gök cisimlerinin arasında böyle bir sınıflandırma olmadığı, şeklinde düşünceler ileri sürdü. Tabii, ortaçağ anlayışına göre, gök cisimleri ve onların meleksi motorları hiyerarşik bir şekilde düzenlenmişti. Fakat, bir yandan ilk modern astronomlar, bir yandan da, Calvinistler, göksel hiyerarşiyi öylesine sarstılar ki, artık Voltaire, hiyerarşik düzenlenmiş bir evren kavramına karşıt bir argüman olarak, gök cisimlerinin farksız olduklarını kullanabiliyordu.

Türlerin doğrusal bir merdivende sıralanmış olabileceği şeklindeki Aristotelesci görüşü sorgulayan ve gelişme fikrini savunan Fransız filozofları, kendi evrim teorileri için, Aristoteles'in daha gerisine, yani, Sokrat öncesi Grek'lere başvurdular. Benoit de Maillet, 1656-1738, ölümünden sonra 1749 da yayınlanan bir eserinde, Anaximander kuramma benzer bir kuram ortaya attı. Bunda, o, tüm kara hayvanlarının, değişen alışkanlıkların ve farklılaşan çevrenin etkisiyle, balıklardan gelmiş olduğunu iddia etti. Kuşlar, uçan balıklardan; arslanlar, deniz arslanlarından; ve insanlar da, yarısı balık olan deniz adamlarından çıkmıştı... 1751 de Maupertius de, değişik organik türlerin, canlı organik birimlerin veya atomların farklı olasılık kombinasyonlarından çıktığı, şeklindeki Atomist'lerin görüşünü canlandırdı. Diderot, bunu 1754 de, Empedocles kuramının bir başka türü ile izledi. Bunda, çeşitli hayvan organları, başlar, kol ve bacaklar, v.b., biraraya tesadüfen gelmişlerdi. Arada, ortaya, yaşamlarını sürdüremeyen bazı çirkin veya gülünç yaratıklar yanında, bugün gördüğümüz daha uygun olan şekiller çıkmıştı. Ama mekanikçi düşünce okuluna mensup Fransız filozoflar, biyolojinin sorunlarına ilgi duymuyorlardı. Türlerin gelişmesini açıklayacak yeterli mekanizmalar ortaya koymadıkları gibi, kendi evrim teorilerinin ayrıntıları üzerinde de durmadılar.

Bazı Fransız filozofları tarafından reddedilse de, organik türlerin, sıralı bir canlılar zinciri oluşturduğu fikri, Katolik Fransa'da kolayca yok olmadığı gibi, on sekizinci yüzyıl evrim teorilerinden bazılarının içine de sızdı. Gelişme fikri, bu kavram içine aşılandığından, canlılar zinciri, türlerin durağan bir hiyerarşisi olarak değil, üzerinde türlerin zamanla evrimleştiği bir türeme merdiveni olarak görüldü. Böyle bir kuramın başlangıcı, kendini doğa felsefesine veren, eski cizvit, Jean Baptiste Robinet, 1735-1820, tarafından ileri sürüldü. Kendisi, bu konuda (1761-68) beş ciltlik büyük bir eser yayınladı.

Robinet, organik türlerin, doğrusal bir canlılar merdiveni oluşturduğunu savunuyordu. Bu sıralama tam ve dolu olup, aralığı veya tekrarı bulunmuyordu. Şöyle yazmıştı:

'Yaratan, olabilecek her bitkisel türü oluşturdu: canlılar sırasının her küçük aralığı alabileceği kadar çok varlıkla doldurulmuştur.'

Fakat, zincir, durağan ve düşey bir merdiven değildi: her yaratık, onun vurguladığı gibi,

'bir iç enerji sayesinde veya dış nesnelerin onlar üzerine olan etkilerinden dolayı, yeni ekler kazanabilir.'

Kendi kendini farklılaştıran bu içsel, enerjiyi, şöyle tanımlıyordu:

'varlığın en önemli ve en evrensel özelliği.....daha iyiye doğru değişme eğilimi.'

Böyle bir içsel kuvvet, ruhsal bir ateşti; bu, insan düzeyinde, dünyayı yönetmekte olan aydınlanmış düşüncenin ilerlemesiyle, kendini dışa vuran kuvvetin, biyolojik bir ifadesiydi.

Robinet, 'İnsan zihni, genel yasalara uymalı.' diye yazmıştı. 'Onun bilgisinin artmasını neyin durdurduğunu, veya onun gelişmesine neyin engel olduğunu, veya tamamen ateşten olan bu ruhun etkinliğini neyin boğduğunu göremeyiz.'

Aynı şekilde, dış etkilerle canlıların kazandığı ekler, insanın, çevresi tarafından şartlandırılması gibiydi. Bu doktrini, *filozoflar*, kendi psikolojik teorilerinden çıkarmışlardı.

Buffon gibi Robinet de, gerıye, yani canlılar merdiveninde aşağıya doğru bakmaya engel olamıyordu. O, Buffon gibi, organik değişmeyi, yüksekten aşağı şekillere doğru bir yozlaşma olarak düşünmüyordu; ama, o, en aşağı organizmalarda bile, insanın şekil ve niteliklerinden bir şey aramaktaydı.

'Bireyler dizisini, varlığın insana doğru gelişmesindeki sayısız adımlar olarak görerek, bunların her birini, önce yüksek yetilerine, sonra da aklına bakarak, insanla karşılaştıracağız.' diye yazmıştı.

Bu şekilde, Robinet, insanın özelliklerinin, yaratıklar merdiveninin her yerinde tohum şeklinde varolduğunu kabul ediyordu. En şekilsiz madde parçasında, yaşam ve ruh vardı. Evrim fikrine taraftar olan, Maupertius, Diderot ve diğerleri gibi Robinet de, evrendeki temel atomların bile yaşam ve ruha sahip olduklarını düşünüyordu. Böyle bir bakış açısı, onların evrim teorilerini kolaylaştırıyordu. Yani, inorganik madde zaten canlı olduğu için, kolayca canlıların üremesini sağlıyordu. Farklı türler, bu canlı atomların sadece farklı kombinasyonları idiler.

Diğer bir evrim teorisi, Cenevre'de yerleşik bir Huguenot ailesinden gelen, Charles Bonnet, 1720-93, tarafından geliştirilmişti. Bonnet, gençliğinde aktif bir doğacı idi. 1740'da dişi yaprak bitlerinin, döllenmeden canlı yavru verdiğini bulmuştu. Sonraları gözleri bozulunca, biyoloji teorisine dönmüş, 1770'de. *Felsefi Palingenesis*[13] *veya Canlı Varlıkların Geçmiş ve Gelecek Durumları,* adlı eserini yayınlamıştı. Dişi yaprak bitlerinin döllenme olmadan canlı yavru üretebilmeleri, onu, her türün dişilerinin, o türün gelecekteki tüm nesillerini, bir minyatür şeklinde kendi içlerinde barındırdığı düşüncesine yöneltmişti. Bu görüş o zamanlar gayet yaygındı. Bunun içerdiği diğer bir sonuç da, tüm canlıların zaten tohum şeklinde var olması nedeniyle, bütün türlerin, zaman içinde değişmez olması idi. Bununla birlikte, Bonnet, Dünya'nın periyodik olarak büyük felaketlerle karşılaştığını ve bunların sonuncusunun Musa tufanı olduğunu düşünüyordu. Bu felaketlerde, tüm canlılar yokolurken, gelecek nesillere ait tohumlar canlı kalıyor ve felaketten sonra üreme yeniden başlıyordu. Üstelik, yeni canlanan şekillerin tümü, felaket öncesine göre, varlıklar merdiveninde daha yukarıda yer alıyorlar, yani, sanki

[13] Palingenesis: üremede atasal özelliklerin yeniden meydana çıkması, (Ç.N.).

hiyerarşide hepsi bir hane ileriye gitmiş bulunuyorlardı. Bu teoriyi desteklemek üzere, Bonnet, fosil kemik ve kabukları gösteriyordu. Bunların, geçmiş felaketler tarafından yok edilmiş hayvanlara ait olduğunu sanıyordu. Gelecek başka bir felaketten sonra, taşların organik yapılara dönüşeceğini, bitkilerin kendi kendilerine hareket edeceğini, hayvanların us gücü kazanacağını ve insanların melek haline geleceğini öngörüyordu. O zaman, yazdığına göre;

'maymunlar ve filler arasında bir Leibniz veya Newton; kunduzlar arasında da bir Perrault veya Vauban çıkabilir.'

Geçmişte Cizvit olan Robinet, evrime, yaratıklar merdiveninde sürekli bir yükseliş olarak bakıyordu. Huguenot olan Bonnet ise, organik değişmeyi, büyük ve felakete bağlı mutasyonların sonucu olarak görüyordu. Bu şahsiyetler, gelecek yarım yüzyıl boyunca gündeme gelecek olan iki tip evrimsel teoriyi dile getirdikleri gibi, bunların ilişkili olduğu dinsel inançları da sergiliyorlardı. Protestan düşünürler, sonunda felaket teorisini benimserlerken; Katolik bir kökten gelenler, özellikle başta, deistler[14], skeptikler[15], agnostikler[16] ve ateistler[17], sürekli bir evrime yer veren bir teoriyi desteklemeye eğilim gösterdiler. Bonnet'in, bir yaratığın mükemmellik merdiveninde yükselmesinin, felaketli bir ölümü izleyen dirilme ile gerçekleşeceğine ilişkin fikri, oldukça dünyevileşmiş dinsel bir görüştü. Buna benzer bir konu, İngiltere'de, Erasmus Darwin'in biyolojik spekülasyonlarında da geçer. Ama onun için, yavru, dirilen bir yaratığın yerine geçmiş; daha önceki düşünürlerin, ölen ana babanın ruhunda buldukları yükselen nitelikleri de, tohum üstlenmiştir.

Robinet ve Bonnet'in teorileri, ve onların farklılıkları, on dokuzuncu yüzyılın ilk yıllarında, sırasıyla Lamarck ve Cuvier tarafından geliştirilmiştir. Jean Baptist Lamarck, 1744-1829, Pikardiyalı mütevazi bir asil aileden geliyordu. Kilise hizmetine girmesi düşünüldüğünden, Amiens'deki Cizvit Kolejinde eğitim görmüştü. Fakat, kariyerini bırakarak, bir süre orduda bulunduktan sonra ticaret yapmış ve arkasından, 1782 de Paris'te Kralın Bahçeleri'nde botanikçilik görevine getirilmiştir. Bahçeler, Fransız İhtilali

[14] Vahye değil, ama Tanrı'ya inananlar, (Ç.N.).
[15] Kuşkucular, (Ç.N.).
[16] Bilinemezciler, (Ç.N.).
[17] Allahsızlar, (Ç.N.).

sırasında. 1790-3 arası kapanmıştı. Bu sırada Lamarck, Bahçelerle ilgili bu görevlerde reform gereğini savunan risaleler yazdı. Millet Meclisi, kendisinin bu tekliflerini geniş ölçüde kabul ederek, 1794'te Bahçeleri yeniden açtığı gibi, onu, omurgasız hayvanları incelemek üzere kurulan bir kürsüye atadılar. Georges Cuvier, 1769-1832, Basle yakınında Montbeliard'da yerleşmiş olan bir Huguenot aileden geliyordu. Normandiya'da Protestan bir aileye özel öğretmen olduğu sırada, deniz canlılarını incelemiştir. Bu çalışmalar, kendisine, 1795'de, Kralın Bahçelerinde, veya yeni adıyla, Bitkiler Bahçesinde mukayeseli anatomi kürsüsünü kazandırmıştı. Lamarck, sürekli organik evrim teorisini, Robinet'den devralmıştır. Buna karşılık, Cuvier, Bonnet'in felaket teorisini benimsemişti. Fakat, her ikisinin çalışmaları da, sonunda, Robinet ve Bonnet'in spekülasyonlarında yer alan, organik türlerin, bir doğru üzerindeymiş gibi sıralanabileceği görüşüne son verdi.

Lamarck, bitkiler üzerine yaptığı çalışmalardan, aşağı hayvanları incelemeye geçti. Bu araştırmalar, onu, sanki, yaratıklar merdiveninde yukarı çıkarıyordu. Omurgasız hayvanlara başladığında elli yaşına gelmiş olmasına rağmen, o zamana kadar ihmal edilmiş olan bu alanda, hızlı bir gelişme sağladı. Aristoteles döneminden, Linnaeus'a kadar, omurgasız hayvanlar, ya böcek, ya da solucan olarak sınıflandırılmışlardı. Linnaeus sistemini eleştiren Buffon, dikkatleri, o dönemdeki omurgasızların sınıflandırılmasının yetersizliğine çekmişti; kerevitleri, böceklerle aynı sınıfa koymanın saçma olduğunu söylüyordu. Lamarck bu problemi inceleyerek, 1800'de, çağdaş sınıflandırmanın temelini oluşturacak şekilde, böcek ve solucanlara ait iki omurgasızlar sınıfını, on farklı sınıfa ayırdı.

Omurgasızların bu on sınıfının, yapı ve organizasyon bakımından dereceler taşıdığını gören Lamarck, 1802'de onları doğrusal bir sıraya soktu. Hayvanlar dünyasındaki gelişme derecelerini gösterecek şekilde, bunları dört omurgalılar sınıfı izliyordu: Balıklar, sürüngenler, kuşlar ve memeliler. O, sonra bu sıralamayı, hayvanlarm basit tek hücrelilerden, insana varana kadar geçirdiği adımları gösteren, evrimsel bir düzen olarak gördü. 1809'da, *Zoolojik Felsefe* adlı eserini yayınlayan Lamarck, orada, bu evrimin nasıl gerçekleşmiş olduğu hakkındaki düşüncelerini açıkladı. Bugün Lamarck, özellikle, kazanılmış karakteristiklerin kalıtımı hakkındaki doktrini; yani, çevre etkileriyle

çeşitli hayvan organlarında ortaya çıkan yapı ve fonksiyon değişmelerinin, yavrulara geçtiği konusundaki fikri ile hatırlanır. Halbuki, bu fikir, Lamarck teorisinde ikinci derecedeki bir unsurdu. Robinet gibi o da, her yaratığın içinde, o türün gelişmesi için sürekli olarak etkiyen bir iç kuvvet olduğunu düşünüyordu. Eğer bu güce engel olunmazsa, o, yaratıklar için, basit tek hücrelilerden, insana kadar yükselen, kusursuz bir doğrusal sıra oluşturmalıydı. Lamarck, doğada gördüğü yaratıklar merdiveninin kusurlu olduğunu kabul etmekte tereddüt ediyordu. Örneğin o, herhangi bir türün ortadan kalkmış olduğuna inanmayı reddediyordu. Zira, bir türün yokolması, Dünya'daki büyük canlı zincirinde boş halkalar bırakacaktı. Mastodon gibi, bazı büyük hayvanlar, Lamarck'a göre, insanlar tarafından yok edilmiş olabilirdi. Fakat yaratıklar merdiveninde yoklukları farkedilen bazı küçük hayvanlar, Dünya üzerinde bir yerde, henüz keşfedilmeden yaşıyor olabilirlerdi. Ama, bildiği zoolojik olgular, Lamarck'ı, doğadaki varlıklar zincirinin tam olarak sürekli olmadığını kabule zorlayarak, doğrusal merdivenden sapmaları açıklamak için, onu, kazanılmış niteliklerin kalıtımı teorisini ortaya atmaya yöneltti. Lamarck, şöyle yazmıştı:

'Organizasyon karmaşıklığının ilerlemesi, çevre etkileri nedeniyle, genel hayvan serilerinde, orada, burada anormallikler gösterir.'

Çevre etkileri nedeniyle organizmaların edindiği karakteristikler iki tiptir. Birincisi, çevrenin doğrudan etkisiyle olan ve kalıtımla geçmeyen, sakatlanma ve benzerleri gibidir. İkinci olarak, çevre etkisiyle hayvan alışkanlıklarında oluşan değişmeler gelir; örneğin, organların daha az veya daha çok kullanılması gibi. Bunlar ise kalıtımla geçerek tür üzerinde kalıcı değişiklikler yaparlar. Bu şekilde, yüksek ağaçların yapraklarına uzanmağa gayret eden zürafa, uzun bir boyun sahibi olurken, bir çok nesil yer altında yaşadıkları için, köstebekler gözlerini kullanma yeteneğini kaybetmişlerdir.

Organik türlerin canlılar merdiveni oluşturduğu düşüncesi, ilk organik evrim teorilerini iki şekilde karıştırdı. Önce, insan, merdivenin başına konduğu için, hayvan cinsleri, insandan uzaklaşacak şekilde, farklı aşağı derecelere yerleştiriliyordu. İkinci olarak da, evrimsel serilerin, daha sonraki biyologların düşündüğü gibi, dallanmış bir soy ağacı değil, doğrusal bir merdiven şeklinde olduğu düşünülüyordu. Fakat, hayvan türlerinin bir yozlaşma sürecinin ürünü oldukları kavramı, gelişme fikri tarafından etkisizleştirilmiştir. Ampirik

olgularm baskısıyla, biyologlar, yaratıklar merdiveninin doğrusal olmadığı görüşüne doğru kaymağa başladılar. Lamarck, hayvanlara ait kendinden önce yapılmış olan tüm sınıflandırmaların, yozlaşma sırasma göre, insan ve yukarı hayvanlardan başlayarak aşağıya doğru indiğini belirledi. Kendisi, bunları 'Doğanın gerçek düzenine' göre, basit canlılardan başlayarak, daha yukarı organizmalara doğru sınıflandırmağa girişti. Fakat, sınıflandırması için kriter seçerken, Lamarck, ister istemez, merdivenden aşağı doğru bakıyor ve kendi düşündüğü canlılar krallığını bir tüm olarak sınıflandırmak için, yukarı hayvanların tipik özelliklerini ele alıyordu. O, sinir sistemini, canlıları sınıflandırma amacıyla kullanılacak en önemli özellik olarak görüyordu; zira, 'bu sistem, hayvansal özelliklerin en yücesini meydana getirdiği gibi, adele hareketi için bile gerekiyordu.' Sınıflandırma için ikinci kriter olarak, Lamarck, canlılarm solunum ve dolaşım sistemlerini seçti. Halbuki, bu özelliklerin hiç biri, onun on sınıfının alttaki dört tanesinde yoktu. Eğer, sınıflandırma için, sıraya alttan yukarıya doğru bakmış olsaydı, sindirim sistemine rastlayacaktı. Bu, onun omurgasız hayvanlara ait on sınıfının, yukarıdaki dokuz tanesinde mevcut bulunuyordu.

Canlılar zincirinin doğrusal bir sıralama olduğu kavramı, öncekilere göre kendisi bundan uzaklaşmış olsa da, Lamarck'ın evrim teorisinde de izlerini bırakmıştır. Bonnet ve Robinet'nin ikisi de, minerallerin bitkilere, bitkilerin hayvanlara doğru, doğrusal bir merdiven gibi yükseldiklerini düşünmüştü. Lamarck, bu düşünceyi başından itibaren reddetmiştir. Kendisi şöyle diyordu:

'Bilinen tüm canlılar. hayvanları bitkilerden ayıran temel farklara göre, kesin olarak iki özel krallığa ayrılırlar. Bütün söylenenlere rağmen, bu iki krallığın. hiç bir noktada birbiri ile gerçekten birleşmediğine kaniyim.'

Lamarck, mineraller, bitkiler ve hayvanların, ortak bir kaynaktan gelişmiş olduğunu düşünüyordu. Ona göre, başta, jelatinimsi ve zamklı tanecikler ile, ısı ve elektrik kökenli uyarıcı kuvvetler bulunuyordu. Bu kuvvetler, jelatinimsi taneciklerden hayvanların; zamklı taneciklerden de bitkilerin oluşmasına yol açmıştı. Bu sırada, aynı kuvvetler, atık hayvansal ve bitkisel ürünleri de minerallere dönüştürmüştü. Basit organizmaları yaşatmak ve onları daha yüksek şekillere yöneltmek için, önce, kendi çevreleri tarafından sağlanan ısı ve elektrik, gerekiyordu. Fakat, canlılar merdiveninde yükseldikçe,

organizmalar kendi ısı ve elektriklerini üreterek, yaşamlarını ve evrimsel kuvvetlerini ayakta tutuyorlardı. Çevresel ısı ve elektrik, atık organik maddelerin de bozulmasını sağlıyordu. Aşağıya doğru derecelendirmede, önce kan, sonra safra, sidik, ve kemik yapısı geliyor; bunu kabuklar, mermer, kıymetli taşlar, metaller ve nihayet Lamarck'ın, dünyanın temel maddesi kabul ettiği, kaya tuzu izliyordu.

Lamarck, bildiği hayvanları önce tam olarak doğrusal bir sıraya dizmişti. Ama zoolojideki ampirik olgular, gittikçe kendisini bu evrimsel doğruyu, bir soy ağacına dönüştürecek şekilde parçalara ayırmaya yöneltti. *Zoolojik Felsefe* adlı eseri için yayınladığı bir ekte, Lamarck, ilkel jelatinli taneciklerden başlayan, iki temel evrimsel çizgi olduğu postülat'ını yaptı. Bir sıra, tek hücreli protozoa'lardan başlayarak, polip ve deniz yıldızı gibi, radyal simetrili hayvanlara uzanıyordu. İki taraflı simetriye sahip olan tüm hayvanlardan oluşan diğer sıra da, bir yandan, solucanlardan böceklere, örümceklere ve kabuklulara; diğer yandan da, halkalı, kıvrıkbacaklı ve yumuşakçalara dallanıyordu. ulaşıyordu. Yumuşakçalar dalından, önce balıklar, sonra sürüngenler olmak üzere, omurgalı hayvanlar çıkmıştı. Burada, zincirden, sürüngenlerden, kuşlara ve amfibilere[18] yeni dallar ayrılıyordu. Son olarak, amfibiler, dörtayaklı ve beşparmaklı memelilere gidiyor; yan dallardan, bir yandan balinaya benzeyen yaratıklar, diğer yandan da toynaklı hayvanlar çıkıyordu. 1816-22 arasında yayınlanan son büyük eserinde Lamarck, kendi yaptığı omurgalı ve omurgasızlara ait sıralar arasında evrimsel hiç bir bağlantı bulamadığını itiraf ederek, dallanan zincirini daha da parçalara ayırdı. Bu sonraki şemalarda, orijinal doğrusal canlılar merdiveni artık geniş ölçüde terkedilmişti. Mineraller, bitkiler ve hayvanlar artık birbirini izlemiyordu. Bunlar ortak bir kaynaktan çıktıktan sonra, hayvan merdiveni dallanarak, sonraki Darwinistlerin evrimsel ağaçlarına göre, yine de hala oldukça katı ve doğrusal olan bir soyağacına bölünüyordu.

Zoolojik Felsefe'yi yazdığı zaman, Lamarck'ın iki temel amacı bulunuyordu. Bunlardan birincisi, hayvan türlerinin yaklaşık doğrusal bir evrim sırası oluşturduklarını göstermek istemesiydi. İkinci olarak da, o, en genel şekliyle Fransız filozoflarının karşıt doktrinlerinde ifadesini bulan, 'dünyayı

[18] Hem denizde ve hem de karada yaşayan hayvanlar, (Ç.N.).

düşünce yönetir' ile, 'düşünceyi dünya yönetir', ikilemini bir çözüme kavuşturmak istiyordu Lamarck, bu problemi, aklın, fiziksel durumlar tarafından ne derecede kontrol edildiğini; ve tersine, aklın fiziksel olayları ne ölçüde yönettiğini sorgulayarak, daha özgül ve psikolojik anlamda formüle etti. Lamarck'ın yazdığına göre,

'Fiziksel olanın, manevi olan üzerine etkisi, (psikologlar tarafından) zaten anlaşılmıştır. Fakat, bana kalırsa, manevi olanın fiziksel olan üzerindeki etkisine henüz yeteri kadar ilgi gösterilmemiştir.'

Lamarck için, problem, psikolog ve biyologların, insanın beden ve zihnini, diğer canlılardan ayrı olarak ve tarihsel bir evrim perspektifi olmadan incelemiş olmalarında yatmaktaydı. Bu nedenle, onlar, bilincin biyolojik temellerini ortaya çıkarmayı başaramamışlar ve aklın etkinliklerini sadece fiziksel çevreden alınan uyarılara bağlamışlardı. Lamarck'ın sözleriyle,

'İnsanın organizasyonu bu kadar iyi incelendikten sonra, bu organizasyonu, yaşamın, fiziksel ve ahlaki duyarlılığının nedenlerini sorgulamak amacıyla incelemek yanlıştı...Bir inceleme, organizasyon karmaşıklığının, en basit canlıdan, en karmaşık ve kusursuz olduğu insana varana kadar beliren gelişmesine uygulanmalıydı. Gelişme, ardarda farklı özel organların ve bunlarla birlikte yeni fonksiyonların kazanılmasında dikkatleri çekmeliydi....Yine ekleyebilirim ki, eğer bu yöntem uygulanmış olsaydı...yaşamın, çeşitli organlar tarafından alınan duyular sayesinde icra edilen hareketlerin bir sonucu olduğu; veya diğer yandan, tüm dirimsel hareketlere, duyarlı kısımlar tarafından alınan duyumların neden olduğu, asla söylenemezdi.'

Hayvan ve insanların hareketlerinin çevreden alınan duyu ve uyarılarla yönetildiği görüşü, canlı organizmaların birer makina olduğu fikrinden çıkmıştı. Lamarck, ancak organizma makinasının itici gücü dikkate alındığı takdirde, bu görüşün haklı olduğunu savundu. En aşağı canlılarda, ısı ve elektrik kaynaklı itici güçler, çevreden elde ediliyordu. Bu yüzden, bu hayvanlar tamamen dış etkenlere bağımlı bulunuyorlardı. Fakat, evrim merdiveni yükseldikçe, organizmalar itici güçlerini gittikçe daha fazla derecede kendileri üretiyorlar ve böylece, artan ölçüde kendi iradelerini kazanıyorlardı. Bu durum, tam ifadesini insan'da buluyordu. Çevre, organik doğa için, sürekli bir dış belirleyici idi.

Bu yüzden, insanın, kendi dünyası tarafından yönetildiğini düşünen psikologlar bir yere kadar haklı idiler. Ama, belki daha önemli bir anlamda, canlıların kendi iradeleri, evrimsel merdivende ileriye götürücü bir etken olduğu için, insanın çevre üzerine kendi zekasıyla hakim olduğunu ileri süren teorisyenler de haklıydılar. Lamarck'a göre,

'Eğer doğa, kendi özgün yöntemi içinde kalsa idi; yani, hayvan için tamamen dış ve yabancı olan bir kuvvetle sınırlı olsaydı, eseri, mükemmelliğin çok uzağında kalırdı: O zaman, hayvanlar basit birer edilgen makine olurlar ve doğa, böyle organizmalarda duyarlılık, varoluş duygusu, eylem gücü gibi, olağanüstü olayları ve son olarak da, hepsinin en hayret vericisini, yani, düşünce veya zekayı asla yaratamazdı.

Bu şekilde, Lamarck, gelişme fikrini ve insan ile çevresi arasındaki ikilemi biyolojik dünyaya taşıyarak, on sekizinci yüzyıl sonlarını meşgul eden problemleri ortaya koyuyor ve bunlar üzerinde çalışıyordu. Kendisi, aynı problemlerle ilgilendiği ve bunları aynı spekülatif tazda ele aldığı için, on sekizinci yüzyıldaki Fransız spekülatif düşünürlerinin, yani *filozofların* sonuncusu olarak kabul edilir. Napoleon döneminin yeni eğilimlerine uyan Lamarck'ın çalışmaları, *filozoflar*'ınkinden biraz daha ampirik olmuş ve onun omurgasız hayvanlara ait pratik sınıflandırması, kendine, zoolojik sistematik içinde kalıcı bir yer sağlamıştır. Onun evrim teorisini de, başından itibaren destekleyenler olmuşsa da, bilim dünyasında Lamarckcılık, daima bir azınlığın düşüncesi olarak kalmıştır.

29. Bölüm

Alman Doğa Felsefesi

ON SEKİZİNCİ YÜZYILIN ikinci yarısında, bilimin Kepler'den beri uyuduğu görülen Almanya'da, doğa çalışmalarına duyulan ilgi canlandı. On sekizinci yüzyıl sonlarında, Alman doğacıları, o günlerde oldukça mekanikçi ve maddeci olan bilimsel düşünce akımını kendi zevklerine biraz aykırı bularak, kendilerine özgü bazı felsefeler geliştirdiler. Alman şair ve doğa filozofu Goethe, 1749-1832, mekanik maddecilik konusunda büyük bir Fransız incelemesi olan, Holbach'ın *Doğa Sistemi,* 1770'de yayınlandığında, bunun Almanya'da çok az ilgi uyandırdığını nakletmektedir. Bu çalışmadaki teoriler, yanlış olmaktan çok önemsiz bulunmuştu; zira bunlar Almanların ne deneyimlerine, ne de ideallerine uygun düşmekteydi. Goethe şöyle yazıyordu:

'Bir tekimiz bile, kitabı tam olarak okumamıştı. Onu açarken, duyduğumuz beklentilerde aldatılmış olduğumuzu gördük. Bir doğa sistemi ilan edilmiş ve biz, taptığımız—doğa hakkında gerçekten bir şey öğreneceğimizi ümidetmiştik....Fakat, dünyanın tüm hayalleri, göklerin de tüm yıldızları ile kaybolduğu, bu kasvetli, Tanrı tanımaz yarı gece içinde, kendimizi ne kadar çökük ve boş hissettik! Madde ezelden beri hareket halinde olacaktı, bu hareket, başka birşey olmaksızın, sağda, solda ve her yönde, var oluşun sayısız görüngüsünü üretecekti.....Kendimizi, gece ve gündüzün, mevsimlerin, iklim etkisinin, fiziksel durumun ve canlı oluşun gereklerinden uzak tutamasak da, içimizde, eksiksiz irade serhestisini andıran bir şey ile, bu serbestiyi dengelemeye çalışan başka bir şey hissettiğimizi, gerçekten itiraf ettik.'

Alman filozofları doğa olaylarını yorumlama yöntemleri bakımından, Fransızlardan ayrılıyordu. Fransız *filozofları,* evreni geniş bir mekanik düzen olarak görüyorlar, içindeki nesneleri de ufak mekanik araçlar olarak düşünüyorlardı; yani onlar için makina temel bir örnek oluşturuyordu. İlke olarak, insan aklının yetileri de, hareket halindeki madde olarak analiz edilebilirdi. Bu yetiler, beden fizyolojisi ve dış dünyadan alınan uyarılar gibi,

dış etmenler tarafından belirleniyordu. Almanlar ise, içgözleme daha fazla eğilimliydiler. Onlar, insan aklının kendine yönelik etkinliğine, yani Goethe'nın dediği gibi, irade özgürlüğü ve bu özgürlüğü sınırlayan ve dengeleyen şeye ait içduyguya ilgi gösteriyorlardı. Alman filozofları, evrenin her yanında benzer bir ruhsal etkinliğin sürdüğünü ve doğadaki süreçlerin, hareket halindeki maddenin sırf dışı aracılığıyla değil, aklın iç hareketlerine de benzetilerek yorumlanması gerektiğini düşünüyorlardı.

Bu iki doğa görüşü, yani Alman ve Fransız görüşleri, on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda doğmuş olan, iki farklı cins, dirimselci[19] ve mekanikçi doğa felsefesinden kaynaklanmaktaydı. Bunlardan baskın olanı, Descartes ve Newton tarafından geliştirilen, mekanikçi düşünce ekolüydü. Tüm farklarına rağmen, Kartezyenler ve Newtoncular, maddeyi, temelde eylemsiz[20], hareketini mekanik karakterli dış kuvvetlerden alan cisimler olarak anlıyorlardı. Madde dünyasından ayrı ve başka olarak, kuşkusuz, bir ruh dünyası da vardı. Bu ikincisi, madde dünyası üzerine, hiç olmazsa ilke olarak, biraz yol gösterici etkiye sahipti. Lakin, her iki dünya arasında herhangi mantıksal veya ampirik bir bağlantı kurmanın zor olduğu artık anlaşılmıştı. Bu yüzden, on sekizinci yüzyılda, Fransız maddecileri tarafından ruhsal dünya; Piskopos Berkeley ve taraftarlarınca da, madde dünyası bir tarafa bırakılmıştı. Fransa ve İngiltere'de onsekizinci yüzyılda, Mekanikçi düşünce ekolü, baskındı, zira Berkeley'in dünyası dahi, bir anlamda, Newtoncu dünyanın bir aynadan yansımasıydı. Berkeley'in İskoç eleştirmenlerinden biri olan, Thomas Reid, Berkeley'in evrenin tüm malzemesinin yerini doldurması amacıyla ortaya attığı düşüncelerin, bir yerde, atomcu filozoflarca postüle edilen maddesel taneciklerin, idealistçe eşdeğerleri olduğuna işaret etti. Diğer bir İskoç eleştirmen, David Hume ise, bu fikirlerin birbirleriyle ilişkilerini yöneten yasaların, Newton'un kütle çekim yasalarına eşdeğer olduğunu ileri sürdü.

Diğer bir doğa felsefesi, yani Paracelsus ve Helmont'un tıp kimyası, on altı ve on yedinci yüzyıl doğacıları arasında sadece bir azınlığın tercihiydi. Tıp kimyacıları için, eylemsiz madde diye bir şey yoktu. Tüm maddeler, hatta mineraller ve kimyasal bileşikler canlıydı, zira onlarda, büyümeyi ve

[19] Vitalistic, (Ç.N.).
[20] Inert, (Ç.N.).

büyüdüklerinde alacakları şekli belirleyen, dirimsel bir kuvvet bulunuyordu. Her doğal nesne, gelişme ve hareketini, dış enerji kaynaklarından değil, dirimsel bir iç kuvvetten aldığı için, otonom bir varlıktı. Tıp kimyası düşünce ekolü, özellikle Almanya'da güçlüydü. Zira, ekolün en önemli iki şahsiyeti, Alman ülkelerinin çevresindeki bölgeden geliyordu: Yani, Paracelsus Basel'den, Helmont ise Brüksel'den. Ayrıca, ekolün ikinci derecedeki şahsiyetlerinin çoğunluğu yanında. Bochme ve Leibniz gibi, tıp kimyacılarının teorilerinden etkilenen filozoflar da Alman kökenliydi.

Gorlitz'li bir ayakkabı tamircisi olan Jacob Boehme, 1575-1624, evren tarihini tıp kimyacılarının dil ve hayalleriyle, kendi vizyonunda gördüğü şekilde açıklayan bir mistikdi. Paracelsus'un etkisinde olan Boehme, kendi iç ruhsal yaşamı tarafından canlı tutulan insanın, evrenin minyatür bir aynı kopyası olduğuna inanıyordu. Kendi başına bir bütün olan büyük dünya, nasıl, evrenin ruhu veya doğanın özü olan Tanrı tarafından canlı tutuluyorsa, insan, da otonom bir mikrokozmos, yani kendi başına bir küçük dünya idi. İnsan dünyanın bir örneği olduğu, yaşam ve hareket de ruhtan kaynaklandığı için, Boehme, kendi ruhsal gelişiminin şeklinin, evrenin oluşum şekline benzediğini hissediyordu. Boehme, Luther'in, 'Tanrı çocuğunun içsel savaşımı' dediği, kendi merkezli bedensel arzuları ile, kendini inkara varan ruhsal istekleri arasındaki psikolojik çatışmayı en şiddetli bir şekilde yaşamıştı. Boehme için bu çatışma, hayal ve şekillerden oluşan mistik bir vizyon içinde çözüm buldu. Bu, Tanrı'nın doğa üzerinde etkinliğini göstererek, ona ruh huzuru, kendi deyimiyle, bir yeniden doğuş kazandırdı. İnsanın, yani mikrokozmosun gelişmesinde doğru olan, bir bütün olarak evrenin, yani makrokozmosun yaradılışında da doğru olmalıydı. Boehme'nin iddiasına göre, başlangıçta, doğanın Ruhu, vaya Tanrı, tek başına her şey, veya hiçbir şeydi; çünkü, Tanrı'nın karşısında, onun aracılığıyla kendini gösterebileceği hiçbir şey yoktu. Bundan dolayı, Ruh'ta, kendini belirtme yönünde merkezkaç bir arzu uyanmıştı. Bu arzu, kendi karşıt ve tamamlayıcısını, yani bilinçli olarak kendine hakim olma yönündeki merkezcil iradeyi, meydana getirdi. Bu karşıtlıktan çıkan hareket içinde, irade, arzuyu disiplin altına alarak onu özümsedi; böylece, Ruh'un bir hayalini üretti; bu, dışa yansıdığında, doğa oldu. Boehme, diyordu ki,

'Doğa olmadan Tanrı bir gizdir. Zira, doğa olmadan, hiçlikte duran veya gören, ebediyyetin gözü olan hiçliktir; ve bu aynı göz, bir dilektir; bunu, hiçliği bulmak için, belirmeye duyulan bir özlem olarak anla; fakat, şimdi dileğin önünde, bir şey bulabileceği, durabilecek bir yer edineceği, hiç bir şey yoktur; bu nedenle kendi içine girer ve kendini doğa aracılığıyla bulur. Ve biz doğasız gizde, ilk dilekte, iki şekil idrak ederiz; biri, doğaya, mucize gözün kendini dışavurmasına aittir. İkinci şekil ise, birincisinden meydana gelen bir üründür, bu, erdem ve güce yönelik bir arzudur. Ve bizi böyle anla; arzu dışa çıkmak ister. Bunun önünde giden, irade ve arzunun ruhudur, çünkü, o, bir harekettir ve arzu, ruhta bir şekil (hayal veya benzerlik) meydana getirir....bu görünen, anlanabilen dünyanın dışa dönük doğası, içe doğru olan ruhun kendini açığa vurması veya dışarıya doğuşudur.'

Tıp kimyacılarının ve simyacıların bu tür sembolizm ve düşünceleri, Boehme'nin yazılarında boldur. Onun, karşıtların mücadelesine ve çözümüne dayanan, üçlü gelişme yasası, tıp kimyasının üç özü ile açıklanıyordu. Kükürt, Ruhun kendini açığa vurma yönündeki genişleme arzusunu; Cıva, bu arzudan doğan ve ona karşı duran, kendine hakim olma iradesini gösteriyor; Tuz ise, dışa vuran bileşke hayali, ötekilerin çözülmesiyle üretilen madde veya özü temsil ediyordu. Simyacılar, metallerin, erkek ve ateşli, Kükürt ile; dişi ve akıcı Cıva gibi, iki karşıt özün etkileşme ve birleşmesinden oluştuğunu kabul ediyorlardı. Paracelsus, bu kavramı genelleştirerek, simya ve tıpta, 'özün karşısına öz koymalıyız, öyle ki, bir anlamda, biri diğerinin karı veya kocası olsun', demişti. Boehme ile, düşüncedeki cinsel unsur en aza inmiş ve ruhsal alanda zıtların çatışma ve çözümü yoluyla gelişme, ön plana geçmişti. Boehme, simyacılarla ayrıca, ölüm ve yeniden canlanma sürecinin, varlığın gelişmesine, bir değişmeyle ilerleme getirdiği düşüncesini paylaşıyordu. Simyacılar, aşağı metallerin, böyle bir süreçle altına dönüşebileceğine inanıyorlardı. Paracelsus, ölüm ve bozulmanın, 'bin kere daha ilerlemiş şekillerin doğumuna veya tekrar doğumuna', yol açtığını yazmıştı. Boehme için, zıtların çözümü, onların çatışmalarının ölümü ve varlığın daha yukarıya doğru gelişmesinin bir önşartı; yani, bir cins, dönüştürücü yeniden doğuş idi.

Boehme, tıp kimyasına ait kendi mistik dili ile, doğal değişimlerin ve gelişmelerin diyalektiği konusunda Alman kavramlarının ilk formülasyonunu vermiştir. Kendisi, gerçekte, doğanın gelişimine, dünyanın ve içindeki yaratıkların yapısından daha fazla ilgi duyuyordu. Son konuyu, daha tam olarak, Lebniz, 1646-1716, ele almıştır. Leibniz de, tıp kimyacılarının ve özellikle, Helmont'un oğluyla olan dostluğu nedeniyle, Helmont'un kuramlarından etkilenmişti. Van Helmont'un görüşüne göre, dünyayı meydana getiren özler, çok sayıda otonom varlıklardan oluşuyordu. Bunların her biri, üremesini, büyümesini, ve kendi seçimini, içindeki kendi dirimsel kuvvetinden alıyordu. Hatta, birleşik bir özün parçaları bile, örneğin, insan vücudundaki ayrı organlar bile, Helmont'un archeus[21] adını verdiği, belirli ve ayrı bir dirimsel ruh tarafından yönetilen, kendi yaşam ve varlıklarını sürdürmekte idiler.

Leibniz'in doğa felsefesi, biraz daha soyut ve daha mantıksal bir yapıda olmakla birlikte, van Helmont'unkine çok yakındı. Leibniz, dünyanın bir çok birimlerden, kendi deyimiyle, monadlardan meydana geldiğini, bunların maddedışı dirimsel kuvvet merkezleri olduğunu varsayıyordu. Leibniz'in monadları, Helmont'un archeusleri gibi, birbiri üzerine fiziksel etkileri olmayan otonom varlıklardı. Lakin, onlar kör bir başına buyruklukla bir anarşiye yol açmıyorlardı. Zira, onlar, etkinlikleri arasında uyumu önceden sağlamış olan, tek bir Yaratıcının eserleriydi. Benzer şekilde, gerek van Helmont'un dünyasının yaratıkları arasında ve gerekse herbirinin bireysel organları arasında, bir sempati 'uyumu' bulunuyordu. Leibniz'in monadlarındaki değişmeler nasıl kendi 'küçük algıları'nın sonucu ise; Helmont'un archeuslerinin etkileri de, kendisi tarafından yapılacak şeylerin tip veya çizgileri' hakkında, bulanık da olsa, bir bilincin sonucuydu. Maddesel, eylemsiz ve birbirinin aynısı birimler veya atomlardan meydana gelen Newton'un dünyasının tersine, Leibniz'in dünyası, sırf ruhsal, etkin kuvvetler olan birimler veya monadlardan oluşuyordu. Bunlar birbirinden sonsuz sayıda derecelerle ayrıldıkları için, aralarında iki benzeşeni bulunmuyordu. Monadlar 'bir eğri üzerindeki ordinatlar gibi' birbirinden ayrılıyor ve rütbe ve mükemmelliğe göre derecelendirilen sürekli bir otonom varlıklar zinciri oluşturuyordu. Her ne kadar, aralarındaki derecelendirme sürekli de olsa, monadlar da archealar gibi,

[21] Özgün örnek

üç temel sınıftan ya birine ya da ötekine aitti. Bu sınıflar, kabaca, geleneksel bitkisel, hayvansal ve ussal ruhlar kategorilerine karşı geliyordu. Monadların her biri, kendi mükemmellik derecesi tarafından konulan sınırlar içinde, evrenin tümünü kendi içinde yansıtan bir mikrokozmos veya küçük dünya idi. Monadlar etkin kuvvet merkezleri oldukları için, değişme yapabilmeli; fakat birbirlerinden fiziksel olarak izole edildiklerinden, meydana getirebildikleri tek değişme, kendi iç büyümeleri idi. Böylece, monadlar da, archealar gibi, birimlerden oluşan bir gurup içinde, kendi cinslerinin mükemmelliğine doğru yürüyorlardı. Bundan sonra, grup çözülüyor ve monadlar başka topluluklar oluşturarak, yeni bir büyüme çevrimine başlıyorlardı.

Boehme ve Leibniz'in görüşleri, bilimsel düşünce üzerine hemen büyük bir etki yapmadı. Belki bu, modern bilime Almanların yaptığı katkının, on yedinci yüzyılda Kepler'le eriştiği ilk zirvenin artık geride kalmasından ileri geliyordu. Ama, onsekizinci yüzyılın sonuna doğru, Almanya'da, başında özellikle Friedrich Schelling, 1775-1854, ve Lorenz Oken'in, 1779-1851, yer aldığı, bir doğa filozofları ekolü yükseldi. Oken, Boehme tarafından postüle edilen büyüme ve gelişme diyalektiğinin, yapıca ve statüce, Leibniz'in felsefesindekilerin aynısı olan bir varlıklar dünyasını nasıl ürettiğini göstermeğe niyetlenmişti. Boehme ve Leibniz tarafından ifade edilen konuların bazıları, doğa filozofları öncesinde, Alman filozof ve bilim adamları tarafından geliştirilmişti. Örneğin, Immanuel Kant, 1724-1804, *Doğanın Genel Tarihi*'nden (1755), *Fiziğin Metafizik Temeli*'ne (1786) kadar, fiziksel bilimler üzerine yazdığı temel eserlerde, çekim ve itme gibi zıt kuvvetler arasındaki etkileşmenin, maddesel nesnelerin varlığı için ön şart olduğunu ortaya atmıştı. Eğer, sadece itici kuvvetler varolsaydı, Kant'ın dediğine göre, maddenin uzayda sonsuza kadar yayılması gerekirdi. Buna karşılık, yalnız çekici kuvvetlerin olması da, tüm maddeyi bir noktada toplayacaktı. Dolayısıyla, sonlu cisimler, bu iki kuvvetin etkileşme ve dengelenmesiyle düzenlenmeliydi.

Biyolojik bilimlerde, Kant'ın öğrencisi olan Johann Herder, 1744-1803, 'Töton Felsefesi'nin ölüm ve diriliş konularını işledi; 1784 de, organik yaratıklar merdiveninin tarihsel bir dizi oluşturduğunu ve aşağı canlıların büyük ölçüde tahribinin, daha yüksek canlıların gelişmesinin gerekli bir önşartı olduğunu ileri sürdü. Zira yüksek canlılar, aşağı organizmaların meydana geldiği malzemelerden oluşmaktaydı.

Herder'den sonra, Alman doğa felsefesi sisteminin ana hatlarını, 1797 ve 1800 arasında Schelling çizdi. Bunun ayrıntıları, özellikle, fikirleri biyolojik bilimler üzerine ondokuzuncu yüzyılın ilk yarısında oldukça büyük etki yapan Oken'in yazdığı, *Fizyo Felsefe'nin Öğeleri*'nde (1810) ele alınmıştır. Schelling ve Oken, Boehme ile Leibniz'in ana düşüncelerini birleştirerek, ona, daha önce Herder'in ve bir ölçüde de Kant'ın eserlerinde rastlanan, evrenin tarihsel bir gelişmenin ürünü olduğu, kavramını yerleştirdiler. Alman düşününde oldukça güçlü bir fikir olan, insanın, tüm evrenin bir özeti olduğu bakışını benimseyen Schelling ve Oken, insanın tam bir mikrokozmos teşkil ettiğini, zira onun, gelişen dünyanın nihai ürünü olduğu ve kendi içinde doğanın önceki gelişiminin tüm yönlerini topladığı, düşüncesini ileri sürdüler. Onlar için, insan, tam bir mikrokozmos idi; çünkü, doğayı meydana getiren ve kendi iç gelişmesini dışa yansıtan Dünyanın Ruhu, kendinin en sonunda, insanın aklında tam olarak dışavurduğunu görüyordu. Böylece, biri gerekli olarak diğerini yansıtarak, doğanın gelişmesi, düşüncenin insan aklındaki hareketi yardımıyla anlaşılmalıydı. Oken bu konuda şöyle yazmıştı:

'İnsan tam olarak, Tanrı'nın dışa vuruşudur. İnsan, zirvedir; doğanın gelişiminin tacıdır; hatta, nasıl meyva kendi içinde, bitkinin daha önce gelişmiş olan tüm kısımlarını içeriyorsa, o da kendinden önce gelen her şeyi kapsamalıdır. İnsan tüm dünyayı bir minyatür olarak temsil etmelidir. İnsanda bilinç yahut ruh belirdiği için, Fizyo felsefe, ruhun yasalarının doğa yasalarından farklı olmadığını; fakat her ikisinin de birbirinin tercümesi veya benzeri olduğunu göstermelidir.'

Boehme'nin sisteminde olduğu gibi, Dünya Ruhu kendi başına her şeydi; lakin, aynı zamanda bir şey değildi. Bundan dolayı, ortaya, kendini dışavurma arzusu çıkmış ve bu arzuya karşı da, kendine hakim olma ve kendini sorgulama yönünde bir tamamlayıcı irade belirmişti. Bu yüzden, zıt kutuplar arasında, doğadaki her hareketin, gelişmenin ve yaşamın ilkel nedeni olan bir çatışma çıkmıştı. Bu, kişiselleştirici kendimerkezli bir öz ile, dışmerkezli evrenselleştirici bir öz arasındaki bir zıtlıktı. Oken diyordu ki,

'Tanrı'nın etkisi veya yaşamı, sonsuza dek kendini dışavurmak, sonsuza dek kendini birlik ve ikilik içinde düşünmek, sonsuza dek kendini bölmeye rağmen tek kalmaktan ibarettir.....Kutuplaşma, dünyada ortaya çıkan ilk

kuvvettir. Kutupsal kuvvet olmadan, ne dünya, ne de, genel olarak, başka birşey olabilir.....Nedensellik yasası, bir kutupsallık yasasıdır. Nedensellik, bir üreme olayıdır. Cinsiyet, dünyanın ilk hareketinde köksalmıştır.....Yani, her şeyde, biri kişiselleştirici, can verici; diğeri de evrenselleştirici, yok edici olan, iki süreç vardır.'

Dünya Ruhu'nun içinde ortaya çıkan böyle bir çatışma ve çözülme işlemi, onun içsel hareketinin her döneminde, kendini doğal dünyanın bir varlığında dışa yansıtan bir belirti bulmuştu. Oken'e göre, her kişisel varlık, kendinden önceki gelişmenin tümünü topluyordu ve 'önceki adımın son ürünü, daima kendinden sonrakinin temelini oluşturur.' Böylece, her varlık, kendi gelişme derecesinin koyduğu sınırlar içinde, bütün dünyanın bir mikrokozmosu idi; gerçekte, onun kusursuzluk derecesi, onun tüm evreni yansıtma derecesiyle ölçülebilirdi. Oken'in sözleriyle. 'Bir şey, evrenin Manifold'unu ne kadar çok içine alıyorsa, o kadar çok, Ölümsüz Olan'a benzer.'

Ebedi Olan, Dünya Ruhu, Mutlak İdea—evrenin gelişmesinin arkasındaki itici güce, Alman doğa filozofları bu farklı isimleri veriyordu—tamamen otonom ve hür iradeye sahip olduğu gibi, dünyanın bütünlüğüyle, kişisel bir bütün meydana getirme niteliğine sahipti. Belli bir varlığın mükemmellik derecesi, öyleyse, onun ne derecede hür iradeye sahip bir birey olduğu ile ölçülebilirdi. Doğa filozofları, doğada üç temel gelişme düzeyi gördüler. Başta, Güneş ve gezegenler gibi, en aşağı derecede hür iradeye sahip olmakla beraber, bir sistem oluşturan mekanik varlıklar bulunuyordu. İkinci olarak, kimyasal maddeler geliyordu. Bir çok kimyasal süreç ani ve oldukça özgül olduğu için, bunlar, daha büyük bir kişiselliğe ve kendi başına etkenliğe sahipti. Son olarak da, kendi başlarına gelişen bireyler ve kendine yeten yapılar oluşturan, canlı organizmalar yer alıyordu. Her varlık derecesi, daha aşağı derecelere ait olanların yanında, kendine has nitelik ve özelliklere de sahip bulunuyordu. Örneğin, kimyasal varlıklar mekanik niteliklere, canlı organizmalar ise hem kimyasal hem de mekanik niteliklere; canlı varlıklar merdiveninin tepesindeki insan ise, kendi içinde evrenin tüm varlıklarının özelliklerini taşıyor ve tam bir mikrokozmos oluşturuyordu.

Üç düzey ile, bunların alt bölümlerine ait varlıkların biri diğerinden zaman içinde evrimleşmiş değildi. Zira bunlar, yalıtılmış olup, aralarında hiç bir bağlantı yoktu. Tarihsel bir evrim, sadece, iç çelişkileri çözümleme süreciyle, doğadaki nesnelerin üzerine kurulacağı, hayaller, şekiller veya planlar dizisini üreten, Dünya Ruhu'nun kendi içsel gelişmesinde vardı. Canlı organizmalar merdiveni, Dünya Ruhu'nun iç hareketlerinin ayrı ayrı dışavuran belirtilerinden oluşan öyle bir dizi idi ki, tüm yaratıklar, Dünya Ruhu'nda ortak bir kaynağa sahip olmakla birlikte, aralarında hiç bir fiziksel veya tarihsel bağlantı yoktu. Bununla beraber, çeşitli canlı yaratıklar birbirlerine benziyordu. Bunun nedeni, yüksek organizmaların, kendilerine ait olanlar yanında aşağıdakilerin de özellik ve niteliklerine sahip olmaları ve tüm yaratıklar ortak bir kaynaktan geldiği için, belirli bir organizmanın kendi embriyolojik gelişmesi sırasında, varlıklar merdiveninde kendinden aşağıdaki organizmalara benzerlikler gösteren merhalelerden geçmek zorunda olmasıydı. Böyle bir görüş, embriyolojik tekrarlama yasası, 1793'te, Stuttgart'da biyoloji profesörü olan, doğa filozofu Kielmeyer, 1765-1844, tarafından ortaya atıldı. Kielmeyer, her hayvanın embriyolojik olarak, canlı organizmalar merdiveninde kendi türünün derecesine kadar geliştiğini, bu şekilde örneğin, insanın, embriyo olarak önce bir bitkisel yaşam, sonra bir hayvansal yaşam ve son olarak da, bir ussal yaşam sürdüğünü ortaya atmıştı. Kielmeyer şöyle diyordu:

'Her organik türler dizisinin, Dünya'mızdan, ayrı ayrı ortaya çıktığı, ama farklı gelişmelerine rağmen, bu çeşitli organizma cinslerinin bileşim ve şekillerinin, birbirleriyle gerçek ilişkiler taşıdığı görülüyor. Türlerin birbirine benzemesi ve onların çeşitliliği, bunların, kaynakta, sanki neredeyse ortak bir babadan geldiklerini gösteriyor.'

Doğa filozoflarına göre, çeşitli canlı organizmalar aynı maddesel birimlerden, canlı hücrelerden, veya, bu fikri ilk defa 1805 de ileri süren Oken'in dediği gibi, tek hücreli, sümüksü keseciklerden meydana gelmiş olmaları gerçeğiyle de, birbirleriyle ilişkiliydiler. O. Herder'e çok benzer şekilde, türlerin birbirlerinden evrimleşemeyeceklerini. bir yaratığın ölüm ve bozulmasının, diğerinin üremesi için önşart oluşturduğunu iddia ediyordu. Bir organizmanın onu meydana getiren birimlere bozulması, farklı bir ideal plan veya şekle göre diğer bir organizmanın oluşması için malzeme temin ediyordu. Oken bunu şöyle açıklıyordu:

'Organik bireylerde değişme süreci, onların tahribi sürecidir. Ölüm bir yok oluş değil, sadece bir değişmedir. Ölüm, ölüme değil, sadece diğer bir hayata geçiştir.....Fiziksel açıdan bakıldığında, her birey Mutlak'tan doğar, fakat, biri diğerinden değil. Doğuş tarihi, geriye, Organiğin Mutlak'ına, veya organik kaosa—sümüksüye—dönüş ve aynı şeyden yeni bir yükseğe terfidir.'

Oken, inorganik dünyanın, çekici ve itici, elektriksel ve manyetik, v.b., gibi, kutupsal kuvvetlerin organize edici etkisi altında, esirin bir kaosundan doğmuş olduğu görüşündeydi. İnorganik kutupsallıklar sonunda çözüldüğü ve düzenlendiği zaman, tek hücreli sümüksü kesecikler yeniden bir kaosa giriyor, bu da, yeni ve daha yüksek bir organik gelişme fazına temel oluşturuyordu. Oken,

'Doğanın tümü, *esir*in ard arda katılaşmasından varolduğu gibi, organik dünya da, tek hücreli sümüksü keseciklerin ardışık katılaşmasından oluşmuştur. Sümüksü, organik dünyanın kaosu olan esirdir.....tam dünyanın şekil değiştirmesi sona erdiğinde; gezegen tüm elemanter süreçleri öylesine belirleyip birleştirmeyi başarmıştı ki, onların hepsi birarada, veya, bir ve aynı zamanda, her yerde oldukları anda, tek hücreli sümüksü kütle doğdu.'

Sümüksü kesecikler, tüm organik varlıkların meydana getirildiği dirimsel birimlerdi. Bunlar, sanki maddesel şekilde Leibniz'in monadlarıydı. Sümüksü kesecikler, —kendilerine has bir birincil ve herhangi bir organizmanın bir bileşenenine ait ikincil olmak üzere, iki yaşama sahiptiler. Monad'lar gibi, sümüksü kesecikler de, organizmanın ölmesi ile ölmüyor, fakat, yeni bir organik varlığın tözünü oluşturmak üzere yaşıyorlardı. Sümüksü kesecikler teorisi, hücre teorisinin yolunu açtı ve 1830'larda yeni akromatik mikroskoplar ortaya çıkınca, organik varlıkların yaşayan birimleri olan, hücreler, gerçekten görüldü ve betimlendi.

Değişik organik türler arasında, Alman doğa filozofları tarafından belirlenen diğer bir ilişki, tüm organik varlık guruplarına ait, ortak bir plan veya yapı birliği idi. Değişik organik türlerin, tek bir Mimar, yani, Dünya Ruhu tarafından inşa edilmiş yapılar olduğu anlaşılıyordu. Canlı yaratıkların şekilleri ve yapıları, Onun, yaptığı, bazı, çok genel, ideal plan yahut tasarımların çeşitli değişikliklerinden oluşmaktaydı. Aynı tuğlalardan, yani, sümüksü keseciklerden inşa edilmiş olan tüm değişik organik varlıklar, gelişmelerinin erken

dönemlerinde birbirlerine çok benziyorlar; fakat, büyüdükleri sırada, onların değişik olan ideal planları giderek daha çok belirginleşiyor ve onlar da farklılaşıyorlardı. Bu nedenle, Mimar'ın fikir ve tasarımları bir evrim geçirse de, ürettiği organik yapılar, birbiriyle ancak planlarının benzerliği dolayısıyla ilişkili olan, ayrı ayrı örneklerdi.

1780'lerde Goethe, bitki dünyasının ideal özgün örneğini, yani, tüm bitkilerde ortak olan genel planı aramıştı. 1787'de Goethe, Herder'e şunları yazıyordu:

'Özgün örnek olan bitki, dünyanın gördüğü en garip bitki olacak ve doğa bile, onun için beni kıskanacaktır. Böyle bir model ile ve elde onun anahtarı olunca, sonsuz sayıda değişik bitki tertiplenebilir. Bunlar tamamen mantıksal bitkiler olacaktır,—diğer bir deyişle, gerçekte varolmasalar da, varolabilirlerdi.'

Dünya Ruhu, insanın aklında tam olarak dışa vurduğu için, değişik organik türler, ortak şekillerin küçük mantıksal değişimleri olarak görülüyor ve insan aklının mantıksal işlemlerinin, doğanın gelişmesini yansıttığı kabul ediliyordu. 1790'da Goethe, bitki dünyasının özgün örnek planının bir kaç tipik yaprak şekillerinden oluştuğunu ileri sürdü. Bunlardan, sap dışındaki, tüm bitki yapıları çıkarılabiliyordu. Tohumdan çıkan ilk yaprakların şekilleri basit idi. Fakat, arkadan gelenler farklılaşıyor, orta yaprak damarı, çentikler, v.b., geliştirerek daha karmaşıklaşıyordu. Nihayet, çiçekler ve meyve organları ortaya çıkıyordu. Goethe'ye göre, bu çiçeklerin taç yaprağı ve meyve organlarının kısımları, değişime uğramış yapraklardan ibaretti.

Zooloji alanında, 1807'de Oken, omurgalı hayvanlar için özgün örnek planının, bazı birim omurga parçalarından oluşan, genelleştirilmiş bir omurga olduğunu ileri sürdü. O, balık gibi daha basit omurgalı hayvan iskeletlerinin, basit bir eklemli omurgadan sadece biraz ileri olduğunu gördü. Yüksek hayvanların embriyonik dönemleri başındaki iskeletleri için de aynı şey söylenebilirdi. Oken bu nedenle, kaburga ve kol bacak eklemleri taşıyan bazı omurga bölümlerinin, hayvan gövdesinin temel yapısını oluşturduğunu, yüksek hayvanlardaki diğer iskelet şekillerinin de değişmiş bölüm parçaları olduğunu kabul etti. O, memelilerin kafatasının böyle dört omurga bölümünden oluştuğu

kuramını ileri sürdü: Çene, değişmiş kaburga veya kol bacaktı. Bölümler, büyümüş ve şekillerini değiştirmişlerdi. Bir dereceye kadar, kendi özelliğini korumakla birlikte. birleşme çizgileri boyunca, kafatası, kendi birimlerine ayrılmağa eğilimliydi.

Alman doğa felsefesinin temel öğretileri ve onun, başta bireysel organizmaların gelişiminin incelenmesiyle uğraşan embriyoloji; canlı yaratıkların şekil ve yapılarıyla ilgilenen morfoloji ve hücre kuramı olmak üzere, biyolojik bilimlerin bazılarını etkileyen önemli çizgileri bunlardı. Embriyoloji, onsekizinci yüzyıl sonu ile ondokuzuncu yüzyıl başında, geniş ölçüde bir Alman bilimiydi. Bunun yanında, hücre kuramı, hemen bütünüyle bir Alman ürünüydü. Doğa felsefesi, Almanya dışında da etkiye sahipti. Morfoloji üzerinde en başta Fransa'da, Cuvier, 1769-1832, ve Hilaire, 1772-1844, ile İngiltere'de, Richard Owen, 1804-92 çalışmıştı. Fiziksel bilimler üzerine, doğa filozoflarının etkisi daha azdı. Onlar, bu bilimlerde baskın olan İngiliz ve Fransızların mekanikçi bakış açılarına çok karşıydılar. Fakat, burada verebilecekleri yararlı pek bir şeyleri yoktu. Vatandaşları Kepler'in eski mistik spekülasyonlarına, Newton astronomisinden daha fazla dağer veriyorlar; Newton'un optik kuramının ise tümüyle yanlış olduğuna inanıyorlardı. Goethe, beyaz ışığın spektral renklerin birleşmesinden değil, tam tersine, renklerin, beyaz ışıkla onun zıttı olan karanlığın etkileşmesinden doğduğuna inanıyordu. Bunun kanıtı olarak, Goethe, Güneş'e baktıktan sonra karanlık bir odaya girildiğinde, Güneş'in renkli hayalinin görüldüğüne işaret ediyordu. Goethe için, göz tarafından meydana getirilen bu çeşit fizyolojik olaylar, nesnel optik olaylar kadar geçerliydi, zira o, 'optik hayal, optik gerçektir', diyordu.

Doğa filozofları, fiziksel bilimlerin başka bir alanında, özellikle elektrik ve manyetizmaya ilgi duyuyorlardı. Buradaki zıt kutupların, kendi genel çatışma ve doğadaki zıt kuvvetlerin etkileşmelerine ait kuramlarına mükemmel örnekler oluşturduğuna inanıyorlardı. Bir doğa filozofu olan Oersted, göreceğimiz gibi, bu bağlamda önemli bir keşif yaptı. Kimya alanında ise, doğa filozofları, kimyasal maddelerin oluşumundan elektrik kuvvetlerinin sorumlu olduğunu postüle ettiler. Bu teori, daha sonra deneysel kanıtının keşfi üzerine oldukça taraftar toplamıştı.

Alman doğa filozofları, genellikle, çok spekülatif idiler. Schelling ve Oken'in kuramlarına mantıksal bir yapı veren Hegel, bilimsel deneylerde yararlanılan aletler için kullanılan, ingilizce, 'felsefe enstrümanları' deyimine alaylar yağdırmıştı. Hegel'e göre, doğa felsefesinde ihtiyaç duyulabilecek tek enstrüman, doğru bir kuramsal kavramlar topluluğu idi. 1820'lerden itibaren, Alman bilimi daha ampirik ve deneysel bir hale geldi. Buna rağmen, Almanya'da yapılan araştırmalar ve bunlardan çıkarılan kuramlar, doğa felsefesinin etkilerinin daha birkaç on yıl sürdüğünü gösterdi. Nitekim, ondokuzuncu yüzyıl sonlarında bile, Almanya'da doğa filozoflarının bazı fikirlerine dayanan, Darwinizm karşıtı organik evrim teorileri formüle edilecekti.

30. Bölüm

Embriyoloji: Bireysel Organların Gelişimi

MODERN EMBRİYOLOJİNİN başlangıcı, William Harvey'in 1651'de yayınlanan, *Hayvanların Üremesi Üzerine* adlı eserine götürülür. Harvey, geyik embriyosunun büyümesini ve kuluçka yumurtası içindeki civcivin gelişimini incelemişti. Bunların bir şekilde birbirine benzediklerini gördükten sonra, kese içindeki memeli embriyosunun, kuş ve diğer yumurtlayan hayvanların yumurtasına eşdeğer olduğunu anladı. Bunun üzerine, Harvey, aşağı ve mükemmel olmayan hayvanların ansızın üreyebileceklerini de kabul ederek, tüm hayvanların yumurtadan çıkmış olduğu şeklindeki, kendi görüşünü formüle etti. Aristoteles'in embriyolojik epigenesis kuramını benimseyen Harvey, hayvan dölütünün, genellikle, amorf ve homojen maddeden yavaş yavaş farklılaşan heterojen kısımların bir araya gelmesiyle, tümleşmiş bir organizma halini aldığına inanıyordu. Buna karşı, mekanikçi düşünce ekolünün bilimcileri, organizmaların daha tohum halinde iken tam olarak farklılaşmış ve şekillenmiş olduğu ve embriyolojik gelişmenin sadece, önceden şekillenmiş minyatür yavrunun büyümesi olduğu hakkındaki, önceden şekillenme teorisini daha çok benimsemişlerdi.

Harvey'in, tüm hayvanların yumurtadan geldiği şeklindeki görüşü, 1672'de Hollandalı bir tıpçı olan Reinier de Graaf, 1641-73, bir kuşun yumurtalığı ile bir tavşanın yumurtalık folikülü arasındaki yakın benzerliği mercek altında gözlediği zaman, daha da önem kazandı. Gerçekten, de Graaf, folikülün sahici bir memeli yumurtası olduğunu düşünmüştü. Diğer bir Hollandalı, Jan Swammerdam, 1637-80, da, kelebeğin, krisalit döneminde, tam olarak şekillenmiş olduğunu gözlediğinde, bu buluşa dayanarak, kelebeğin önceki tırtıl döneminde ve hatta daha yumurta döneminde, önceden şekillenmiş olduğunu varsaymıştı. Bir yumurtanın, kendi cinsinin gelecek tüm nesillerini, önceden şekillenmiş minyatürler halinde, birbiri içine yerleştirilmiş kutular gibi, kendi içinde barındırdığını düşünen Swammerdam, önceden şekillenme teorisinin, aşırı bir şeklini geliştirmişti. Swammerdam, şunları yazmıştır:

'Doğada üreme yoktur. Sadece ilerleme ve kısımların büyümesi vardır. Böylece, ilk günah açıklanmış oluyor, çünkü her insan, Adem ve Havva'nın organları içinde bulunmakta idi. Onların yumurta stoku bittiği zaman, insan ırkı da artık olmayacaktır.'

Delftli bir çarşaf tüccarı olan Antony Leeuwenhoeck, 1632-1723, 1677'de mikroskopla erkek spermatozoasının varlığını keşfetti. Yine Hollanda ekolünden, Nicolas Hartsoeker, 1656-1725, bu keşfin üzerinde durarak, mikroskopla spermatozoa içinde gördüğünü iddia ettiği, önceden şekillenmiş insan, yahut Homunculi'nin resimlerini yayınladı. Yani, onyedinci yüzyıl sonunda, önceden şekillenme teorisi iki şekilde formüle edilmiş oluyordu. Bunlardan, Swammerdam, Malpighi ve daha sonra Bonnet, von Haller ve Spallanzani tarafından desteklenen birincisi, yavrunun tam olarak, önceden şekillenmiş durumda dişinin yumurtasında bulunduğunu varsaymakta; diğeri de, Leeuwenhoek, Hartsoeker, Leibniz ve Boerhaave tarafından iddia edildiği gibi, önceden şekillenmiş bireyin, erkek sperminde bulunduğunu kabul ediyordu.

O dönemde, Leibniz gibi, önceden şekillenmeye inanan dirimciler kadar, Maupertius gibi, epigenesis'i destekleyen mekanikçiler de bulunmakla beraber; önceden şekillenme teorisini, mekanikçi düşünme ekolü ile ilişkilendirmek eğilimi vardı. Mekanikçi filozoflar, hayvan ve bitkileri, birer makina olarak görüyordu; ama bunlar kuşkusuz karmaşık makinalardı ve bunların sadece madde ve hareket bileşenlerinden nasıl meydana getirilebileceğini görmek zordu. George Garden 1691'de diyordu ki,

'Gerçekten, şimdiye kadar keşfedilen tüm hareket yasaları, bir bitkinin veya bir hayvanın şekillenmesine çok yetersiz bir açıklama getirebilir. Des Cartes'in bunları, bu konuya (üremeye) uygulamaya başladığında, ne kadar zavallı kaldığını görüyoruz. Bunlar, İnsanlığın henüz bilmediği yasalarla oluşmuş bulunuyor.'

Bu nedenle, organizmaların. tohumlarının içinde bütünüyle şekillendikten sonra, ölçülerinin mekanik olarak büyümesiyle geliştikleri ileri sürülmüştü. Bu problem, daha da tam şekilde, organik türlerin tüm gelecek nesillerinin, Yaratılış sırasında ilk oluşan yetişkin organizmalarında minyatür olarak önceden şekillenmiş olduğunu kabul etmekle çözülmüş oluyordu.

Böylece, önceden şekillenen tüm tohum kolleksiyonu, ana ve babalardan, sadece hemen onları izleyen yavrulara değil, tüm gelecek kuşakların yavrularına aktarılmış oluyordu. Londralı tabip George Cheyne'nin 1715'de belirttiği gibi;

'Eğer Hayvan ve Bitkiler, bunlardan (yani Madde ve Hareket'ten) meydana gelemezlerse, ve gerçekten gösterdim ki, gelemezler; o zaman onlar mecburen ezelde ortaya çıkmış olmalıdırlar. Bu durumda, var olan ve olacak olan tüm hayvan ve bitkiler, her türün ilk bireylerinde bulunmalıdır.'

Mekanikçi filozoflar, organizmaların, tohumlarının içinde mekanik olarak önceden şekillenmiş olduğunu kabule eğilim gösteriyorlardı. Önceleri tıbbi kimyacılar ve sonraları da Alman doğa filozofları tarafından temsil edilen diriinciler ise, idealistçe bir önceden şekillenme teorisine yakındılar. Buna göre, bir organizmanın tohumunun içindeki dirimsel kuvvet, embriyolojik büyümeyi, önceden belirlenmiş bir gelişme şemasına göre gerçekleştiriyordu. Van Helmont'un dediği gibi, 'üreme işinde,....tohumlu etkin neden, meydana getireceği nesnelerin tip ve desenlerini kendi içinde barındırır' Leibniz ve ondan bazı farklarla, filojiston kuramının yazarı Ernest Stahl da, benzer bir kuramı benimsemişlerdi. Fakat, bir organizmanın, kendi özgül dirimsel kuvveti ile ideal olarak önceden şekillenmiş olduğu düşüncesi, gerçek bir fiziksel gelişmeyi, maddesel bir farklılaşmayı ifade ediyordu. Bu ise, organizmanın embriyolojik büyümesinde ampirik olarak gözlemlenebilmeliydi. Embriyolojik oluşma teorisinin yolunu açan bu ihtimal, Halle Üniversitesinde Stahl'in yerine geçen ve sonra St. Petersburg Bilimler Akademisi üyesi olan, Alman, Caspar Friedrich Wolff, 1738-94, tarafından 1759'da ileri sürüldü.

Önceden şekillenme teorisi, Wolff'dan birkaç yıl önce, John Turberville Needham, 1713-81, adlı İngiliz katolik rahip tarafından da sorgulanmıştı. Needham, 1748'de sterilize edilmiş ve havadan yalıtılmış olan et suyunda, aniden tek hücreli yaratıkların ortaya çıktığını göstermeğe çalışmıştı. Needham, yaratıklar aniden türeyebiliyorsa, onların, önceden şekillenmiş tohumlardan değil, epigenetik[22] olarak, amorf maddeden meydana gelmeleri gerektiğini iddia

[22] Yeni şekillenme yoluyla gelişme. (Ç.N.)

ediyordu. Fakat, 1767'de İtalyan Spallanzani, 1729-99, onun kullandığı et suyu örneklerinin yetersiz olarak sterilize edildiğini kanıtladı. Tamamen teorik bir eser olan *Üreme Teorisi*'nin (1759) yazarı Wolff, önceden şekillenme teorisini felsefi açıdan eleştirdi. Önceden şekillenme taraftarları, Wolff'a göre, 'organik cismlerin gelişmesini açıklamıyor, ama onun varlığını reddediyor'du. Wolff'a göre, 'Eğer, organizmalar yumurta veya tohum içinde şekillenmiş durumda olsalardı, bizim, embriyo içinde onların ergin durumlarına ait kol bacak gibi organlarını görebilmemiz gerekirdi.' Halbuki, durum böyle değildi. Embriyo'nun kol, bacak ve diğer organları, erginlikteki yapı ve şekillerini alana kadar, bir sürü durum değişikliğinden geçiyordu. Bu gözlemi, civciv embriyo'sunda kan damarlarının yavaş yavaş gelişmesinin ayrıntıları da destekliyordu. Wolff, embriyolojik gelişmeyi, homojen organik madde üzerine, dirimsel bir kuvvetin işlemi olarak tanımladı. Bu madde, başlangıçta hiç bir organizasyon içermeyen, berrak, viskoz ve besleyici bir sıvı idi. Gelişme ilerledikçe, sıvı içinde boş bölgeler oluşuyor; bunların kenarlarının katılaşması ile, yuvarlak veya çok kenarlılardan hücreler, uzunca olanlardan ise damarlar meydana geliyordu. Böylece dokular şekilleniyor, bu şekillenme, dirimsel kuvvet etkisiyle daha da farklılaşarak, organlar şekline dönüşüyordu. Tüm bu gelişme, dış etkilerden oldukça bağımsız cereyan ediyordu.

Wolff'un görüşleri, yeni kurulan Göttingen üniversitesinde tıp profesörü olan, İsviçreli Albrecht von Haller, 1708-77, tarafından eleştirildi. Haller, civciv ve onun kan damarlarının, başından itibaren, yumurta sarısı içindeki, görünmez incelikte bir doku ağı şeklinde var olduğuna inanıyordu. Döllenme olayı büyüme sürecini başlatıyor ve bu sadece, görünmeyen, önceden şekillenmiş olan yapıyı ortaya çıkarıyordu. Kalp vurmaya başlıyor, kan, ince doku ağına pompalanıyor; bunlar genişleyerek, kan tarafından taşınan besin taneciklerinin özümsenmesi ile görünür hale geliyordu. Haller'in epigenesiscilere karşı en çok kullandığı argüman, önceden şekillenmiş organizmaların, yumurta veya tohum içinde başlangıçta görünmez olduğu ve bunların farklı kısımlarının değişik zamanlarda görünür hale geldiği idi. Fakat, Haller de, önceden şekillenme teorisinin bu haliyle tamamlanmamış olduğunu kabul ediyordu. Kendi ifadesiyle:

'Herşeyi mekanik yönden açıklamak kolay değilse de, (epigenesisciler tarafından) ileri sürülen güçlükler, doğru şekilde gösterilmiş olan böyle şeyleri yıkamaz. Yine de, bilgilerimiz böylesine emekleme dönemindeyken, geride belki henüz tam olarak cevaplayamadığımız bazı şeyler kalabilir.'

Haller, önceden şekillenme teorisinin en aşırı şekli olan, enboîtement[23] türünü benimsemişti.

Haller, şöyle ekliyordu: 'Geçmişteki bir büyük annenin yumurtalığı, sadece kendi kızını değil; kız torununu, onun kızını, ve onun da kızını içinde barındırıyordu. Eğer, bir yumurtalığın bir çok nesli içinde barındırdığı gösterilebilirse, o zaman, onun tüm nesilleri de barındırdığını söylemekte bir hata olmaz.'

Emboîtement görüşü, diğer bir İsviçreli olan, Cenevreli Charles Bonnet tarafından da destekleniyordu. Bonnet, 1840'de, dişi ağaç bitinin erkek tarafından döllenmeden, canlı yavru üretebildiğini bulmuştu. Buna dayanarak, organik türlerin dişilerinin, içlerinde tüm gelecek nesillerin tohumlarını barındırdığı sonucunu çıkarmıştı.

1768'de Wolff, civcivlerde barsak oluşumu üzerine yaptığı ampirik araştırmaları açıklayan bir eserinde, önceden şekillenme teorisi hakkındaki eleştirilerini yeniledi. Civciv barsağının, embriyonik gelişme sırasında basit bir doku tabakasından geliştiğini göstererek, onun, yumurta içinde önceden şekillenmiş bir yapı olamayacağını kanıtladı. Bu tabaka önce uzunluğuna katlanarak bir kanal oluşturuyor; sonra da bunun kenarları bir tüp meydana getirecek şekilde birleşiyordu. Wolff, yüksek hayvanlarda, embriyolojik gelişme sırasında, önce gelişen sonra da yok olan ilkel bir böbrek keşfetmişti. Böyle keşifler, bir yaratığın organlarının, yumurta veya tohumda maddi olarak önceden şekillenmiş olamayacağını ortaya koyuyordu. Bunlar ancak, basit, düz dokuların daha karmaşık ve heterojen yapılar şeklinde farklılaşmaları yoluyla gelişebilirdi. Lakin, önceden şekillenme teorisi, eleştirilere karşı oldukça direnç gösterdi ve epigenesis teorisi bilim dünyasında ancak tedricen kök salabildi.

[23] İç içe yerleştirmek, (Ç.N.).

Alman doğa felsefesinin bazı karakteristik doktrinlerinin ilk defa Wolff ile ortaya çıktığı görülmektedir. Wolff'un dediğine göre, doğaya, basit ve homojen malzemeyi daha karmaşık ve farklı yapılar halinde şekillendiren bir yaşam kuvveti nüfuz etmişti. Bitkiler de hayvanlar gibi gelişiyordu. Yaşam kuvvetinin etkisiyle, bitkiler, topraktan çektikleri nemi, büyüyen noktalara iletiyordu. Buralarda, nem yoğunlaşarak yeni dokuları oluşturacak şekilde katılaşıyordu. Bitkiler de hayvanlar gibi, gelişme sırasında farklılaşıyordu. Bitkinin ilk yapraklarının yapısı basit, fakat daha sonra gelenlerinki karmaşık oluyordu; bunlar, ortada bir damar ve kenarlarda tırtıllar geliştiriyordu. Son yapraklar ise, çiçeklerin taç yapraklarını oluşturuyordu. Bitki ve hayvanlar için ortak şekiller arayan Wolff, bitkilerin özsuyu taşıyan damarlarının, hayvanların kan damarlarına benzediğini; bitkilerin yapraklarının ise, hayvanların kol ve bacak gibi organlarına karşı geldiğini ileri sürdü. Kendisi ayrıca bitkilerin yapraklarını, hayvan embriyolarındaki ilk, basit doku tabakaları ile karşılaştırdı. Bu tabakalara, yaprakçık veya kat adını verdi. Hayvanlar aleminde, Wolff, farklı türlerin embriyolarının, gelişmiş şekillerinden daha fazla birbirine benzediğine ve gelişmeleri arasında da çok paralellik olduğuna dikkat etti.

Wolff'un teorileri bir zaman için daha fazla geliştirilmedi. Bunlar, Göttingen'de Johann Blumenbach, 1752-1840, Stuttgart'ta Friedrich Kielmeyer, 1765-1844, ve Halle'de Johann Meckel, 1781-1833, tarafından desteklendi. Wolff'un, farklı türlerin embriyolarının, gelişmiş şekillerden daha fazla birbirine benzediğine ait gözlemini araştıran, Kielmeyer, yüksek organizmaların embriyolojik gelişmeleriyle, organik varlıkların ergin şekillerinin yerleşeceği mükemmellik merdiveni arasında fizyolojik bir benzeme olduğunu ileri sürdü. Her organizma, merdivende kendi türünün derecesine kadar yükseliyordu; örneğin insan embriyosu, önce sadece bitkisel fonksiyonlara, sonra, hareket eden fakat hissetmeyen aşağı hayvanlara ve nihayet, hem hareket eden, hem de hisseden yüksek hayvanlara ait fonksiyonlara sahip oluyordu. 1797'de, Autenrieth, arada anatomik bir paralellik de bulunduğuna işaret etti: Bir embriyonun yapısı, erginleşene kadar, aşağı yaratıklarınkine benzeyen anatomik şekillerden geçmekteydi. Meckel, 1811'de her türün bir diğerinden evrimleştiğini; yüksek hayvanların embriyolarının, gelişmeleri sırasında anatomik ve fizyolojik olarak türlerinin evrimsel gelişmesini tekrarladığını ortaya attı.

Artık gelişmesinin zirvesine varan Alman romantik doğa felsefesi, epigenesis teorisi lehine kullanılan argümanlar üzerine garip bir tesadüfi etki yaptı. Mekanikçi filozoflar, Dünya ve orada yaşayanların, baştan başa mekanik karakterli olduğunu kabul etmekle, doğa hakkında standart ve basitleştirilmiş bir görüşe eğilim gösteriyorlardı. Örneğin, önceden şekillenmeciler, her organik türün birbirini izleyen nesillerinin sabit bir üniformluk gösterdiğini iddia ediyorlardı. Buna karşılık, romantik filozoflar, yeni ve hatta acayip olanı öne çıkararak, bireyin tekilliğini vurguluyorlardı. Böyle bir düşünce çizgisini sürdürerek, hilkat garibelerinin doğuşunu, önceden şekillenme teorisine karşı etkili bir argüman olarak geliştirdiler. Wolff tarafından kullanılan bu argüman, şimdi daha da ısrarla kullanılacaktı. 1789'da Blumenbach, kurbağalara benzeyen, anormal şekilli insan embriyolarından bahsetmişti. 1812'de Meckel, organları, balık gibi aşağı hayvanlarınkine benzeyen diğer örnekler gösterdi. Hilkat garibelerinin, embriyolojik gelişmenin durdurulmasından ortaya çıktığını ileri süren Wolff'den esinlenen Meckel, bir insan embriyosunun gelişmesinin, organik canlılar merdiveninde yükselirken engellenebileceğini ve bununla, organları aşağı hayvanlarınki gibi olan anormal bir çocuğun doğacağını ortaya attı. Epigenesis teorisini desteklemek için, Fransız, Geoffroy St. Hilaire, 1772-1844, kuluçka yumurtalarını kısmen balmumu ile kaplayarak, onları ters yönde döndürerek veya sallayarak, embriyoları parçalama yoluyla, 1826'da yapay olarak anormal civciv üretmek istedi.

Almanya'da, Blumenbach, Kielmeyer ve Meckel'in oldukça spekülatif çalışmalarını, Dorpat ve daha sonra Konigsberg'de Martin Rathke, 1793-1860, Riga'da Heinrich Pander, 1794-1865, ve önce Konigsberg'de fizyoloji profesörü ve daha sonra Wolff gibi, St. Petersburg'da bir akademisyen olan Ernst von Baer, 1792-1876, tarafından yürütülen önemli ampirik araştırmalar izledi. 1817'de Pander, civciv embriyosunun gelişiminin üç temel doku tabakasının, veya Wolff'un deyimiyle, yaprakçığın oluşumu ile ilerlediğini gösterdi. Bu tabakaların birinden veya ötekinden, civcivin bir kaç organı gelişmekteydi. En içteki bir tabakadan, Wolff'un gösterdiği gibi, sindirim kanalı, ondan sonrakinden adeleler, iskelet ve boşaltım sistemi çıkıyordu. En dış tabakadan ise, deri ve sinir sistemi oluşuyordu. 1829'da Rathke, kuş ve balık embriyo-larının, belirli bir dönemde ergin balıklarda olduğu gibi solungaç yarıklarına sahip olduğunu, fakat bunların, ciğerler geliştikten sonra

kaybolduğunu gösterdi. Kendisi, bu buluşun, Meckel'in biyogenesis yasasının iyi bir kanıtı olduğunu düşündü. Bu yasaya göre, bir organizmanın embriyosu gelişirken, o türün evrimini tekrarlamaktaydı.

Von Baer, dostları olan Pander ve Rathke'nin çalışmalarına devam ederek, bunları daha ileri götürdü. 1827'de bir köpeğin yumurtalık folikülünden izole ettiği gerçek bir memeli yumurtasını tanımladı. On yedinci yüzyılda, De Graaf, bir tavşanda bulduğu yumurtalık folikülünü yumurtanın kendisi sanmıştı. Lakin, von Baer, memeli yumurtasının folikül içinde oluştuğunu gösterdi. Omurgalı hayvanların embriyolojik gelişmesinde, von Baer, notokord adını verdiği, ilkel bir omurga yerine tutan, geçici bir hücresel çubuk meydana geldiğini keşfetti. Bu, geçici organ, gerçek omurga geliştikten sonra ortadan kayboluyordu. Notokord, daha sonra bazı aşağı yaratıkların erişkin şekillerinde de bulundu: örneğin, Amfiyoksüs[24]'de ve Wolff tarafından keşfedilen, ilkel böbrek, Wolff cisminde.

Pander'in araştırmalarını ileriye götüren von Baer, çok çeşitli hayvanların embriyolojik gelişmesinde, ilk önemli adımın, dört doku tabakasının gelişmesi olduğunu ve farklı hayvanlarda aynı organın, embriyonun aynı özel doku tabakasından meydana çıktığını gösterdi. En üst tabaka, deriyi ve merkezsel sinir sistemini; ikinci tabaka adele ve iskelet sistemini; üçüncüsü ana kan damarlarını ve en alttakli tabaka da, sindirim kanalı ile buna bağlı organları oluşturuyordu. Von Baer, embriyonun gelişmesinde üç ana adımı birbirinden ayırdetti. Bunların birincisi ilk farklılaşma, veya dört tabakanın ortaya çıkması; ikincisi histolojik farklılaşma, veya bu tabakalar arasında farklı dokuların oluşması; ve üçüncüsü de, morfolojik farklılaşma, veya farklı tabakaların organ ve organ sistemleri halinde organize olmasıydı. Genel olarak bakıldığında, farklı hayvanlardaki aynı doku ve aynı organlar aynı tabakadan gelişmekteydi; öyle ki, farklı hayvanlarda birbirine karşı gelen yapılar, bu hayvanların embriyolojik gelişmeleri karşılaştırılarak tanımlanabilirdi. Farklı hayvanlarda aynı fonksiyonu gören benzer yapılar, örneğin böceklerde hava tüpleri ile kuş ve memelilerdeki akciğerler, aynı kaynaktan çıkmakla birlikte, farklı fonksiyona sahip olabilen homolog yapılardan, örneğin kuşların kanatları ile memelilerin ön bacaklarından ayırdedilebilmeliydi. Homolog yapılar,

[24] Tulumlular, (Ç.N.)

embriyonun aynı kısmından çıkarken, analog yapılar, eğer bunlar aynı zamanda homolog değillerse, farklı kısımlardan oluşmaktaydı. Bu yönden, embriyologlar, sadece organik varlıkların erişkin şekillerini inceleyen karşılaştırmalı anatomicilerin avantajına sahiptiler. Zira, bu sonuncular, von Baer'e göre, hükümlerini 'tanımlanmamış bir seziye' dayandırmakta ve analoji ile homolojiyi birbirine karıştırmaktaydılar. Karşılaştırmalı anatomiciler, örneğin, memelilerde kafatasının dört omur parçasından meydana geldiğini, yani kafatasının omurga ile seri olarak homolog olduğunu kabul ederler. Halbuki, embriyologlar, omurganın, embriyoda notokord çevresindeki parçalı yapılardan oluştuğunu, buna karşılık, kafatasının önemli bir kısmının, notokord ötesindeki bütün bir plaktan oluştuğunu gösterdiler.

Benzer şekilde, von Baer, hayvanların sınıflandırılmasının ve ait oldukları genel tiplerin tanınmasının, karşılaştırmalı anatomiye değil, karşılaştırmalı embriyoloji tarafından sağlanan kanıtlara dayanmasının daha doğru olduğunu ileri sürdü. Kendisi, her hayvan embriyosunun basit bir döllenmiş yumurtadan başlamakla beraber, daha sonra birbirinden farklı bir yol izleyerek, dört temel tip gelişmeden birine uyduğunu gösterdi. Bunlardan birincisi, dört tohum tabakasından ikisi notokordun üzerinde ve ikisi de altında olmak üzere, çifte simetri gösteren omurgalı embriyosuydu; ikincisi, halkalı hayvanların embriyosu olup, bunlar, yumurta sarısındaki ilkel bir çizgiye göre simetrikdirler; üçüncüsü, salyangoz kabuğunda ve diğer yumuşakçalarda örnekleri görüldüğü gibi, sipiral şekilliydi; dördüncü olarak da, deniz yıldızında olduğu gibi, radyal olarak gelişen embriyolar gelmekteydi. Bu dört tür gelişme, dört ana hayvan gurubunu karakterize ediyordu. Bunlar, omurgalılar, halkalılar, yumuşakçalar ve ışınsılardı. Verilen bir gruptaki tüm hayvanların yapıları, ortak bir genel plana dayanmaktaydı. Bu plan, embriyolojik gelişme sırasında gittikçe daha belirginleşiyordu. Dört ana gurup veya tipin farklı gruplarına ait hayvanların embriyoları, çok erken dönemde, bir yumurtadan başlayarak, küresel bir hücre kümesi şeklini alana kadar birbirlerine benzese de, bunlar birbirinden bağımsızdı. Verilen bir tip içindeki farklı hayvanların embriyoları, gelişmenin biribirini izleyen dönemlerinde benzeşmelerini sürdürürken, sonraları yavaş yavaş değişseler de, diğer hayvan tiplerinin farklılaşmış embriyolarına hiç bir zaman benzemiyorlardı.

Von Baer, bu nedenle Meckel'in biyogenesis yasasını reddetti. Bu yasaya göre, yukarı hayvanların embriyoları, organik varlıkların evrimsel merdiveninde, aşağı hayvanların erişkin şekillerini andıran dönemlerden geçmekteydi. Kendisi, organik türlerin doğrusal bir, yaratıklar merdiveni, oluşturduğunu ve her birinin bir diğerinden evrimleştiğini kabul etmiyordu. Doğa filozoflarının etkisi altında, von Baer, türlerin, ortak bir kökten gelen ve birbirinden uzaklaşan ürünler olduğuna inanıyordu. Uzaklaşma, her biri ortak bir genel plana uyan dört temel tipte olmaktaydı. Farklı hayvanların embriyoları arasında gözlenen benzerlikleri hesaba katabilmek için, von Baer şu dört yasayı postüle etti:

'I. bir embriyonun ait olduğu büyük grubun genel karakterleri, özel karakterlerinden daha önce ortaya çıkar. Bu, keseli (tek hücreli) şeklinin, en genel şekil olması olgusu ile de uyum içindedir. Bir iç ile, bir dış yüzeyin birbirine karşıt olmalarından fazla, tüm hayvanlarda ortak ne olabilir?'

'II. Daha genel olandan sonra, en özel olan belirene kadar, daha az genellikte olan, v.b. yapısal bağıntılar ortaya çıkar.'

'III. Verilen bir şeklin embriyosu, diğer belirli şekillerin durumlarından geçmek yerine, tam tersine, kendini onlardan ayırır.'

'IV. Temel olarak, daha yüksek bir hayvan şeklinin embriyosu, asla başka bir hayvanın erişkinine benzemez, sadece onun embriyosuna benzer.'

Von Baer'in çalışmaları Schelling ve Oken'inkinden daha az spekülatif olmakla beraber, kendisi aslında bir doğa filozofuydu. Ona kalırsa, doğadaki büyüme ve gelişmenin temel amacı, kendi kendine yeten ve hareket edebilen bireylerin üretimi idi. Yazdığına göre, bir bütün olarak gelişmenin esas sonucu, gelişen hayvanın ilerleyen bir şekilde, bağımsız hale gelmesidir.' Böyle bir amaç veya yaratıcı düşünce, tüm evrene yayılmıştır.

Von Baer'in dediğine göre, 'kozmik uzayda dağılmış olan kütleleri, küreler haline toplayarak, onları güneş sistemine bağlayan, metalsi gezegenlerin yüzeyinde uçuşan tozdan, yaşam şekillerini meydana getiren de, bu, aynı düşüncedir. Ve bu düşünce, yaşamın kendinden başka bir şey değildir; yaşamın, kendini kelimeler ve heceler içinde ifade ettiği, canlının değişik şekilleridir.'

Von Baer, Alman doğa felsefesinin kendisine ilham ettiği bazı düşünceleri, ampirik yoldan, oldukça başarı ile izledi. Gerçekten, o, embriyolojide bu felsefenin verimliliğini sonuna kadar tüketti. Çünkü, embriyolojik gelişme teorisi, kendisine yeni araştırma yolları açan Darwinizm gelene kadar, artık pek az ilerleyebilecekti. Ancak o zaman, Ernst Haeckel, bir organizmanın gelişmesinin, onun kendi ırkının tarihini tekrarladığı şeklinde, eski bir görüşü, yeni Darwinci bir tarzda canlandırarak, embriyolojiye yeni bir ivme kazandırdı.

31. Bölüm

Canlı Organizmaların Yapı ve Fonksiyonları

ON YEDİ VE ON SEKİZİNCİ yüzyıllarda, biyologlar en çok hayvan ve bitkilerin sınıflandırılması ile meşgul olmuşlardı. İncelenen organizmaların sadece birkaç, hatta, bitkiler konusunda seks organları gibi, tek bir karakteristiğe dayanan yapay sınıflandırma yöntemi, tüm karakteristiklerin gözden geçirilmesini gerektiren doğal yönteme göre, uygulanılması daha kolay olup, daha büyük başarı kazanmıştı. Lakin, hayvan ve bitkileri kendi doğal familyaları içine yerleştiren doğal yöntemin, organizmalar arasındaki ilişkilere, yapay yöntemin biraz zorlama ve keyfi kategorilerine göre daha fazla ışık tuttuğu da farkedilmekteydi. Onsekizinci yüzyılın ünlü botanik sınıflayıcısı Linnaeus, 1764'te şöyle yazıyordu:

'Doğal sıralamalar bize bitkilerin doğasını öğretir; yapay sıralamalar ise, bitkileri tanımamızı sağlar. Bir anahtar olmadan, doğal sıralamalar bir yöntem oluşturmaz: Yöntem, bir ana anahtar olmadan da kullanılabilmelidir.'

Linnaeus için, doğal yönteme gereken belirli bir anahtar yoktu. Onun, bitkilerin karakter ve kökeni hakkındaki anlayışı, sezgiye dayanıyordu.

Linneaus'un, 1751'de, yazdığına göre, 'Pratik bir botanikçi, dünyanın değişik yörelerine ait bitkileri bir bakışta ayırt ederse de, bunu hangi işaretlere göre belirlediğini söylemekte güçlük çeker.'

Doğal sıralamanın bir anahtarını, verilen doğal bir familyaya ait tüm hayvan veya bitkilerin, ortak bir genel yapı tipinin değişimleri olduğu şeklindeki bir düşünce veriyordu. Bu düşünce kısmen, omurgalı hayvanlar gibi, büyük guruplar oluşturan yaratıklar arasında yapısal benzerlik bulunduğunu gösteren, erişkin organizmalarının yapılarının karşılaştırmalı olarak incelenmesine dayanıyordu. 1784'te, Fransız Kraliyet Hekimi Vic D'Azour, 1748-94, şu notu yazmıştı:

'Doğa daima, ancak istemeden saptığı, özgün bir genel plana göre işliyormuş gibi görünüyor. Bunun izlerine biz her yerde rastlıyoruz.

Önceleri, özgün genel planın, insan bedeninin yapısı olduğu düşünülmüştü. Bu, o zamanlar, diğer organizmaların anatomileri hakkında bilinen kıt bilgilerle karşılaştırıldığında, tıp ile ilişkili olarak iyice incelenmişti. İnsan bedeninin genel bir plan oluşturduğu ve organik doğayı kapsayan genel bir yapısal tip olduğu düşüncesi, insanın, evrenin bir mikrokozmos'u olduğu ve dolayısıyla organik dünyanın karakteristiklerini kendinde topladığı şeklindeki, Almanya'da kuvvetli olan felsefi bir kavramdan da kaynaklanıyordu. Alman filozofu Herder, 1744-1803, 1784'te şunları yazıyordu:

'Taşlardan kristallere, kristallerden metallere, bunlardan bitkilere, bitkilerden hayvanlara ve hayvanlardan insanlara doğru. *organizasyon şeklinin* yükseldiğini ve bununla da, yaratıklarm güç ve istemlerinin çeşitlendiğini, sonunda da hepsinin insan çerçevesinde birleştiğini görüyoruz.....Bu varlıklar serisinde, biz....temel bir şeklin. başat benzerlerinin, sayısız tarzda değişerek gittikçe insana yaklaştığını gözlüyoruz.'

Gördüğümüz gibi, Herder'den sonraki Alman doğa filozofları, insanın, tüm organik varlıkların karakteristiklerini özetlediğini düşünüyorlardı. Bu varlıkların yapısal şekilleri, insanda tamamen dışa yansıyan, Dünya Ruhu'nun, kendi gelişiminden üretilmişti. Bununla birlikte, organik dünyanın ana planı olmak üzere, insan bedeninin yapısından daha genel olan şekiller de aranmıştı. 1795'de Goethe, bitki dünyası için bir ana planın ve hayvan dünyası için de bir başka ana plan olduğunu ve bunların mevcut hayvan ve bitkilerin yapısının incelenmesiyle keşfedilebileceğini ileri sürdü. Kendi modeli olarak, en yüksek türü oluşturan insan yerine, en yüksek hayvan sınıfı olan omurgalılarm yapısını alan. Oken, 1807'de hayvan dünyasının ana planının soyut bir omurga olduğunu ileri sürdü. Temel tip omurga, bir dizi tipik elemandan, yani değişik hayvan cins ve türlerinde farklı tarzda şekillenen kaburga ve kol bacak uzantıları olan omurlardan meydana geliyordu. Örneğin, memeli kafatası, dört omurdan oluşmuştu

Oken, bu temel tip kavramını, kafatasının omurga teorisinden başka bir konuya genellemedi. Zira, o, doğa filozofları gibi çalışmış; bir çok değişik konuyla ilgilenmesine rağmen, bunların herbirini oldukça dağınık ve spekülatif

bir tarzda ele almıştı. Bununla birlikte, bilimin daha ampirik bir şekilde incelendiği Fransa'da da, genel omurga şablonunun, tüm hayvan türleri için ortak bir plan oluşturduğu düşüncesi, Paris Doğa Tarihi Müzesinde Omurgalı Zoolojisi Profesörü olan Geoffroy St. Hilaire, 1772-1844, tarafından ayrıntılı bir şekilde işlenmişti. Hilaire, 1796'daki ilk eserinde, doğanın, tüm yaratıkları tek bir plana göre şekillendirdiğini iddia etmişti. Farklı hayvanlar, aynı organlara sahipti. Bu organlar bazılarında, bir filin hortumu veya uzamış burnunda olduğu gibi abartılı bir şekil almış iken; bazılarında da sadece bir izden ibaret kalmıştı; örneğin, toynaklı hayvanlarda varolan gelişmemiş parmak veya malımuzlarda olduğu gibi. Hayvanlar âleminde göze çarpan çeşitliliğin arkasmdaki genel planı keşfedebilmek için, Hilaire, farklı hayvanlarda aynı veya homolog olan organları aramıştı. Kendisi, çalışmalarına 1807'de balıklar ve yüksek omurgalı hayvanların karşılaştırınalı bir incelemesiyle başladı ve 1818'de, araştırmaları hakkında içinde genel bir bilgi verdiği *Anatomik Felsefe*'yi yaymladı.

Hilaire, farklı hayvanların homolog kısımları üzerindeki araştırmalarını, kendisinin 'bağlantılar ilkesi' dediği şeye dayandırıyordu. O, yüksek omurgalı hayvanlarda ön bacağın, koşma, tırmanma, yüzme veya uçına gibi çeşitli fonksiyonlar için uyum sağlamakla birlikte, ön bacak kemık düzeninin aynı kaldığına dikkat etmişti. İnsan eli ve onun dört bacaklılardaki homologu olan ön ayak, hep, omurgadan dışa doğru uzayan ön bacağın dördüncü bölümünü oluşturuyordu. Bundan dolayı, farklı hayvanların homolog kısımları, o hayvanların diğer kısımlarına göre bulundukları konumdan belirlenebilirlerdi. Verilen bir organ, Hilaire'e göre, büyüyebilir, atrofiye uğrayabilir ve hatta yok olabilirdi ama, konumunu değiştiremezdi. Her organ, farklı hayvanlarda da olsa, diğer organlara göre aynı yerde bulunmalıydı.

Hilaire'in işaret ettiği gibi, bu bakış açısına göre, tüm hayvanların, ilke olarak, eşit sayıda parçalardan, veya onun deyimiyle, yapı birimlerinden meydana gelmesi gerekiyordu. Böylece, hayvan türlerinin çeşitli yapılarının arkasında hem bir birleşim birliği ve hem de bir plan birliği bulunuyordu. Hilaire bu konuda şunları yazmıştı:

'Doğa, aynı organları, aynı sayı ve aynı bağıntılarla tekrarlama eğilimi gösteriyor; ancak şekillerin çeşitliliğini sonsuza vardırıyor. Bu bakımdan, farklı olan tek hayvan yok. Sadece bir olgu ağır basıyor: sanki, tek bir varlığın ortaya çıkıyor gibi olması. O, Hayvanlığın içinde bulunan, duyularımızca çeşitli şekiller altında hissedilen soyut bir varlıktır.'

Hilaire için hayvanların maddesel bileşen birimleri, kemiklerdi. Ve bu birimler, tüm hayvanlarda genelleştirilmiş bir omurga planına göre düzenlenmişlerdi. Hilaire, kendi soyut ana planını, bir çok omurgalı hayvanı inceleyerek ve her kısmın ana plan modelini, bu kısmın en gelişmiş olduğu bir hayvana dayandırarak elde etmişti. Bu nedenle, genel ana planda, her organın potansiyeli tam olarak beliriyor ve ana plan, gerçek hayvanlarda, hangi organ dönüşümlerinin mümkün olduğunu gösteriyordu. Tüm yapı birimleri yani, ana planın kemik bireyleri, bir yaratık ile diğeri arasındaki homolojileri karıştıracak kadar birleşmiş, kaynamış veya ortadan kalkmış olabileceğinden, her hayvanda göze çarpmıyordu. Bu nedenle, Hilaire, kemiklerin henüz birleşmemiş veya kaynaşmamış olduğu, dolayısıyla yapı birimlerinin ve hayvanlar arasındaki homolojilerin daha kolay görüldüğü, hayvanların embriyon şekillerini inceledi. Bu yolla, ıstakoz ve yengeç gibi omurgasız hayvanları, genel omurgalılar ana planından türetmeye çalıştı. Onun ana planının bir omuru, temelde bir halka teşkil eden dört kemik ile, bu halkaya uzantı teşkil eden sekiz kemikten oluşuyordu. Hilaire, genç yengeç ve ıstakoz kabuklarının, her biri sonradan kaynaşan ve omurga uzantılarına karşı gelen bağlantılara sahip, dört ilkel parçadan meydana geldiğini buldu. Buna ek olarak, ıstakoz sırtüstü çevrildiğinde, iç organlarının omurgalı hayvanlarınkilere karşı geldiğini gördü. Bunun üzerine, yengeç ve ıstakozların, içleri dışına çevrilen omurgalarının içinde yaşayan birer omurgalı olduğu hükmüne vardı. Oken'in dergisi *Isis*'de, Hilaire 1820'de şunları yazmıştı: 'Her hayvan kendi omurgasının ya içinde, ya da dışında yaşar.'

Değişik hayvanların yapısal düzeninin aynı ve planlarının ortak olması karşısında, Hilaire, onların bu çeşitliliğinin kaynağının ne olduğu, problemini ele aldı. O, hayvan şekillerinin çeşitliliğini, bir dengeleme yasasının gereği olarak gördü. Bu yasa uyarınca, hayvanı bir bütün olarak meydana getirecek materyal sınırlı olduğu için, hayvanın bir kısmının gelişmesi, diğer bir kısmının

atrofisi ile dengelenmeliydi. Bu yüzden, kuşlarda, geniş bir göğüs kemiğinin gelişmesine, diğer omurgalı hayvanlarda iyi gelişen göğüs kemiklerinin atrofisi eşlik ediyordu. Lamarck'ı izleyerek, Hilaire, fiziksel çevredeki değişmelerin, hayvan şekillerinde değişikliklere yol açtığını düşündü. Ana tip planının potansiyeli, uygun çevre şartları ortaya çıktıkça, zaman içinde daha tam olarak belirginleşmiş ve böylece, çeşitli hayvan türleri kabaca, doğrusal bir evrim merdiveni oluşturmuştu. Hilaire, bununla ilgili olarak şunları söylüyordu:

'Hayvanların yapısal organizasyonu, ilk basit şekillerden, ilave kısımların eklenmesiyle merdivenin üstündeki karmaşık yaratıklara kadar gelişmek için, sadece uygun şartların belirmesini bekler.'

Bununla beraber, Hilaire'e göre, hayvanların içinde Lamarck'ın inandığı gibi, etkin bir evrimsel kuvvet olmadığı gibi, çevre değişimlerinin hayvanlarda uyandırdığı yeni âdetler de, yapısal değişikliklere neden oluşturmuyordu. Hilaire, hayvanların âdet ve fonksiyonlarının, yapıları tarafından belirlendiğine, fakat bu yapıların, âdetlerinden geniş ölçüde bağımsız olduğuna inanıyordu. Hayvanların olası yapısal değişiklikleri, organik maddenin doğasında bulunan özellikler tarafından belirleniyordu. Çevre, yapısal değişimleri destekleyebilir, fakat inorganik dünyada kimyasal bir değişimin gidişi, ilgili kimyasal atomların belirli özellikleri tarafından nasıl belirleniyorsa, bu değişikliklerin aldığı şekiller de, maddesel yapı birimleri ve ana tip planı tarafından belirlenmekteydi. Çevre değiştiğinde, hayvansal türler, ya yapısal şekillerini ve böylelikle adet ve fonksiyonlarını değiştiriyorlar, veya ortadan yok oluyorlardı. Üstelik bu değişiklikler, Lamarck'ın kabul ettiği gibi, azar azar gelişmiyor, aksine ani ve mutasyon yapıcı oluyordu. Hilaire, sürüngenlerin, yavaş yavaş kuş haline evrimleşmiş olamayacağını, belki bir nesil içinde kapsamlı bir değişmenin gerçekleşmiş olduğunu iddia etti. Ortaya ani çıkan mutasyon türü değişmelerin kanıtı olarak, Hilaire, ucubelerin doğumunu örnek gösterdi. 1826'da da, kuluçka döneminde yumurtalara yaptığı etkilerle anormal kuşlar yetiştirmeğe girişti. Embriyolojik gelişimin normal seyri, Hilaire için, türlerin evrimine iyi bir kanıttı. Zira, bireysel organizmaların gelişiminin, kendi türlerinin evrimsel tarihini tekrarladığına inanıyordu.

'Bir amfibik hayvan, önce iribaş denilen bir balık iken, sonra kurbağa adını alan bir sürüngen olur', diyen Hilaire ekliyordu, 'gözlenen bu olgu, organik bir safhanın, kendisinin hemen bir üstündeki safhaya dönüştüğü şeklinde, yukarda ifade ettiğiniz hipotezimizi doğrulamaktadır.'

Hilaire ve Lamarck'ın görüşlerine, Paris Doğa Tarihi Müzesi'nde, karşılaştırmalı anatomi profesörü olan meslektaşları, Georges Cuvier, 1769-1832, tarafından şiddetle karşı çıkıldı. Cuvier, her ne kadar, türlerin gelişmesine idealistçe bir teori ile yaklaşınanın moda olduğu Almanya'da, doğa filozofu Kielmeyer'in yanında eğitim görmüş ve organik varlıkların maddesel evrimine ait bir teorinin önem taşıdığı Fransa'da çalışıyor olsa da, kendisi, organik türlerin şimdiki şekillerine baştan beri sahip olduğunu söyleyen geleneksel doktrine bağlıydı. Ama, yaratıkların şekillerine, onların sabit karakteristiklerinin ifadesi olarak bakan dönemin biyologlarının, organizmaların yapısal şekillerine duydukları ilgiyi, o da paylaşıyordu. Cuvier, 1817'de yazdığı *Hayvanlar Krallığı* adlı eserinde,

'Bitki ve hayvanlarda türün kimliğinin belli olduğu yer maddede değil, şekildedir. Herhalde, bedenlerini oluşturan elemanlar arasında aynı oran bulunan iki insan, iki meşe, iki gül ağacı yoktur. Ve hatta, bu elemanlar sonsuz şekilde değişebilirler ve şekil dediğimiz soyut uzayda durmak yerine dolaşırlar: bir kaç yılda, bugün bedenimizi meydana getiren atomlardan belki teki bile yerinde kalmayacaktır. Sadece şekil kalıcıdır. Üreme dediğimiz gizemli bir işlemle, sonsuz bir bireyler serisine iletilen şekil, sadece, kendisini çoğaltarak sürer.'

Bir hayvanın yapısının onun fonksiyon ve âdetlerini belirlediğini kabul eden Hilaire'e ters düşen Cuvier, bir hayvanın sahip olduğu âdet ve fonksiyonların, tersine, onun yapısal şeklini belirlediğine inanıyordu. Kendilerini hareket ettirebilecek güce sahip olan hayvanlar, yiyecek taşıyabilecek bir mideye, gıdayı toplayabilecek yahut yakalayabilecek ve onları bölebilecek ve sindirebilecek organlara sahip olmalıydılar. Buna karşılık, yerlerinde sabit duran bitkiler ise, mideye değil, köklere sahipti. Cuvier, genellikle, 'az yetileri olan bitkiler, çok basit bir organizasyona sahiptirler', diyordu. Gerçi bazı çok basit hayvanlarda dolaşım sistemi olmasa da, hayvanlardaki sindirimin birincil fonksiyonu, gıdayı dağıtmak için bir dolaşım

sistemi gerektirir. Farklı türlerde dolaşım sistemleri bulunuyor ve bunlar da en basit olanlar dışmdaki tüm hayvanlarda, akciğer veya solungaç gibi bir solunum aletine gereksinim gösteriyordu. Bu nedenlerle, hayvanlarda fonksiyonlarm ve bunları icra eden organlarm ussal bir düzeni bulunmaktaydı. Kendiliğinden hareket edebilmek için, hayvanlar, sinirsel ve adelesel bir mekanizmaya ve bir sindirim organma ihtiyaç duyuyorlardı; genelde bu sonuncusu da, çoğunlukla bir solunum sistemi gerektiren bir dolaşım sistemini zorunlu kılıyordu.

Cuvier, hayvan organlarının birbirine fonksiyonel bağımlılığınm, zoolojik sınıflandırma için önemli olduğunu ileri sürdü. Doğal smıflandırma yöntemi, farklı hayvanlarm tüm organlarınm incelenmesini gerektiriyordu. Lakin, bu amaç için, ne her organ aynı derecede anlamlı, ne de her organın tüm varyasyonları aynı derecede önemliydi. Bu nedenle, Cuvier, hayvanların doğal sınıflandırmasının, en başta hayvan bedeninin temel fonksiyonlarını yerine getiren organların incelenmesi üzerine dayandırılması gerektiğini söyledi. Zira, ikincil fonksiyonları yerine getiren organlar bunlara bağımlı kalıyor ve bunların yapısal şekilleri hayvan türleri içinde en değişmez olanlardı. Cuvier, biri 'hayvansal' dediği, duyumlarla ilgili ve diğeri de 'bitkisel' dediği, sindirim ve besinin dağıtımı ile ilgili, iki temel fonksiyon ayırdetmiş; 'beyin ve omurga hayvansal fonksiyonlar için nasıl bir tür merkez ise, kalp ve dolaşım organları da bitkisel fonksiyonlar için bir merkezdir', diye yazmıştı.

Öncelikle, sinir ve dolaşım sistemlerini dikkate alan Cuvier, 1817 yılında, dört temel grup veya tip ayırdederek, hayvan türleri için doğal bir sınıflandırma yaptı. İlkin, omurgalı tipler geliyordu. Bunlar da, memeliler, kuşlar, sürüngenler ve balıklar olmak üzere dört sınıftan oluşuyor ve bunların herbiri bir beyin ile omuriliğe sahip bulunuyordu. İkinci olarak, yumuşakçalar geliyordu. Bunlar, ayrı sinirsel kütlelerden oluşan bir sinir sistemine sahip ahtapot, sümüklü böcek ve midye gibi hayvanlardan meydana gelen altı sınıfa ayrılıyordu. Üçüncü olarak, mafsallı hayvanlar geliyordu. Bunların hepsi, iki karın sinirinden oluşan bir sinir sistemi ve kan damarı ile dolaşım yapan önceki iki sınıftan, trakeli bir sisteme doğu geçişi gösteren ıstakozları, örümcekleri, böcekleri ve bazı solucanları kapsayan dört sınıfa ayrılıyordu. Sonuncu olarak da, ışınsal hayvanlar denilen gurupta, daha önceki hayvanların iki taraflı

simetrisi yerine, deniz yıldızında olduğu gibi, radyal simetriye sahip olan çeşitli hayvanlar toplanmış bulunuyordu Dördüncü tipten hayvanlarda, gerek hayvansal ve gerekse bitkisel fonksiyonlar ilkel bir düzeyde bulunmakla birlikte, bunlarda ne bir dolaşım, ne de bir sinir sistemi vardı. Eşzamanlı ve bağımsız olarak, von Baer de, hayvanlar dünyasında aynı dört ana sınıfı birbirinden ayırdetmişti. Gördüğümüz gibi, von Baer, kendi sınıflandırmasını, farklı hayvanların embriyolojik gelişmelerinin karşılaştırmalı bir incelemesine oturtmuştu. Buna karşılık, Cuvier, erişkin organizmaların anatomik yapılarını karşılaştırmıştı. Gerek Cuvier ve gerekse von Baer, farklı tip hayvanlar aralarında pek bir ilişki olmadığını, buna karşılık, aynı tipten hayvanların aynı yapısal planın küçük değişimleri olduğunu iddia ediyorlardı.

Cuvier'in sınıflandırma amacıyla, organizmaların daha önemli ve evrensel karakteristiklerini seçmeye dayanan yöntemine, 'karakterlerin öneme göre sıralanması[25]' adı verildi. Böyle bir ilke, bitkilerin doğal sınıflandırılmalarıyla ilgili olarak, 1789'da Antoine Jussieu, 1748-1836, tarafından bildirilmişti. Onun çalışmaları da, August de Candolle, 1778-1841, tarafından sürdürülecekti. Cuvier ve Candolle, verilen bir doğal familyaya ait organizmaların hepsinin tek bir ana tip veya ilkel plana ait olduklarını varsayıyorlardı. Bu da, karakterlerin önemlerine göre sıralanması ilkesi uyarınca soyutlanabilecekti. Organizmaların dirimsel ve temel kısımlarının sadece bir kaç olası kombinasyonu vardı. Cuvier'e göre hayvanlar dünyasında bunlardan sadece dört kombinasyon bulunuyordu. Fakat, daha önemsiz kısımlarda çok daha fazla değişiklik vardı. Bunlar, azalan önem sırasıyla, verilen bir yapı tipinde, sınıf, cins ve türleri ayırdetmek için kullanılabilirdi. Candole'un yazdığına göre,

'Organize varlıkların doğal sınıflandırılması, değişikliğe neden olan durumları anlamak ve her gurubun gerçek simetrik tipini bulmak için onları soyutlaştırmaktan ibarettir.....Simetri, bir ilkel plan veya ana tip olduğunu varsayar ve simetrinin ispatı, genel bir düzenin ispatıdır.'

[25] Subordination of characters, (Ç.N.)

Doğal sınıflama yöntemini kullanarak. Candolle ve Cuvier. organizmaların yapay sınıflanmasıyla ilgili bir düşünce olan, organik cinslerin doğrusal bir varlıklar zinciri oluşturduğu şeklindeki anlayışa karşı çıktılar. Candole bu düşünce sistemini, 'komik bir hayal' olarak nitelendirdi. Cuvier de, tüm hayvanlar âlemi bir yana, ne verilen bir hayvan tipinin ne de, o tip içindeki tek bir sınıfın, doğrusal bir varlıklar merdiveni oluşturmadığını, ileri sürdü. Cuvier ve Candolle için değişik organik türler, mensup oldukları grubun ana tip planından çıkmış ve birbirinden uzaklaşmış olan birer değişimdi. Bir organizma grubunun ana tip planı, mümkün olabilecek tür değişimlerinin sınırlarını belirleyen, düzenleyici ve koruyucu bir ilke idi. Buna göre, organik dünyanın değişikliklerine neden olan bir şey daha bulunuyordu. Fakat, Cuvier ve Candolle, bunun ne olduğu hakkında hiç bir teoriye sahip değillerdi. Zira onlar, türlerin sabit olduğuna inanıyor ve çeşitliliği temel bir yaradılış olayı olarak görüyorlardı. Candolle bu konuda, 'farklı türleri değişmez nesneler olarak incelemeliyiz', diyordu. Zira bu, 'türlerin devamlı olmadığına destek veren, belirsiz örnekleri toplamak' yerine, bir bilim adamına daha yakışan bir uğraşıydı.

Verilen bir ana tipin çeşitli değişimlerinin kaynağı hakkında bir teorisi bulunmayan Cuvier, belirli yapısal hayvan şekillerinin, söz konusu hayvanların fonksiyon ve kendilerine has adetleriyle ilişkisi olduğunu gösterdi. Cuvier, yırtıcı hayvanların doğaları gereği, et sindirebilecek bir sisteme, ot yiyenlerin ise, bundan farklı ve bitki sindirebilecek bir sisteme sahip olmaları gerektiğine işaret etti. Et yiyen hayvanların, gerekli olarak, avı yakalayabilecek pençeleri ve onu parçalamak için de kesici dişleri olmalıydı. Bu hayvanların çenesi, böyle dişleri içine alabilecek yapıda ve iskelet ve adele sistemi de bu çeneye uygun olmalıydı. Böyle et yiyici hayvanların, ot yiyenler gibi toynakları veya düz azı dişleri olamazdı. Cuvier bununla, bir hayvanın tüm yapı, fonksiyon ve âdetlerinin, onun tek bir kısmının, örneğin, tek bir kemik, veya organından mantıksal bir şekilde çıkarılabileceğini iddia ediyordu. Gerçekten, kendisi bu tür çıkarımların, matematiksel ispatlar kadar kesinlik taşıdığını düşünüyordu. Kendi sözleriyle:

'Bir hayvanın tüm organları tek bir sistem meydana getirir: bunun kısımları birbirine bağlıdır ve birbiri üzerine etki ve tepki yapar: bir kısımda oluşan bir değişim, mutlaka geri kalan tüm sistem üzerinde de gereken değişimleri meydana getirir.....Fonksiyonların bu karşılıklı bağımlılığı ve birbirine sağladıkları yardımlar üzerine kurulan ve organların birbiri ile ilişkilerini belirleyen bu yasaların gerekliliği, metafizik veya matematik yasalarınınkme eşittir.....nasıl bir eğrinin denklemi onun tüm özelliklerini belirliyorsa, dişin şekli, çenenin şeklini ve kürek kemiğinin şekli de, pençeleri belirler.'

Lakin, Cuvier'in düşündüğü tüm illiyetler akılcı değildi. Bir toynak verilince, o, buna sahip olan hayvanın ot yiyen karakterde olduğunu söyleyebiliyordu ama, geviş getiren ot yiyicilerin toynaklarının ayrık ve boynuzlarının öne doğru kıvrık olmasının nedenini açıklayamıyordu. Genellikle toynaklarla otyiyicilik arasında nedensel ilişki bulunabilirse de, ayrık toynaklarla öne doğru çıkan boynuzun, geviş getirmeyle ilgisi sadece ampirikti.

Hayvanların kısımları arasında bulduğu ussal ve ampirik korelasyonlarla, Cuvier, onların fosilleşmiş kemiklerine bakarak, yok olmuş türlerin yapısal şekillerini yeniden kurmağa çalıştı. Bir kemik yardımıyla, o, bunun ait olduğu hayvanın diğer kemiklerini bulmaya uğraştı. Yaşayan hayvanlarla ilgili çalışmalarında, bu kemiklerin şekil ve büyüklüklerinin ne olması gerektiği hakkında elde etmiş olduğu bilgileri kullanıyordu. Bu yolla, nesli tükenmiş bir hayvanın iskeletini yeniden kurdu ve buradan hareketle, hayvanın sahip olmuş bulunduğu yumuşak kısımları, onlardan da, hayvanın fonksiyon ve adetlerini çıkarınağa çalıştı. İlkin, fosil filler üzerinde çalışarak, Cuvier 1800'de, eski mamutlarla Hindistan filleri arasındaki yakınlığın, Afrika filleri ile Hindistan filleri arasındakinden daha büyük olduğunu gösterdi. 1812'de yayınladığı, *Fosil Kemikler Üzerine Araştırmalar*, adlı eserinde, Cuvier, yokolmuş bulunan yüzelli kadar memeli türün yeniden inşa edilmiş şekillerini sundu.

Cuvier, yok olan hayvanların, yaşayanlarla aynı genel yapısal plana göre inşa edilmiş olduğunu görmüştü. Bu hayvanlar, onun hayvanlar âleminde belirlediği dört temel yapısal tipten birine girmekteydiler. Lakin, yok olan hayvanlar ne kadar eski iseler, bugünkü canlı şekillerinden o kadar daha farklı ve yapıca daha basit idiler. Yaşayan türler ve zamanda geriye doğru uzanan

yok olmuş şekiller. dört ana dalın tarihsel hayvanlar dizisini oluşmaktaydılar. Her dal, aynı genel yapısal plana uyan, yaşayan ve yok olan tüm hayvanları kapsamaktaydı. Cuvier, kendi ayırdığı hayvanlar âleminin dört dalını, bir evrimsel soy ağacı olarak görmedi. O, Bonnet'den, yeryüzeyinin ara sıra büyük felaketlerle karşılaşmış olduğu ve bunların, o zamanki hayvan türlerinin çoğunu yokettiği şeklinde bir teori devralmıştı. Her felaketten sonra, dünya üzerinde ortaya çıkan yeni hayvanlar, yok olanlarla aynı yapısal plana uyan yeni bir organik topluluk oluşturmuştu. Cuvier, böyle en az dört felaket olmuş olduğunu ileri sürüyordu. Bunların sonuncusu, beş veya altıbin sene evvel olmuş bulunan Musa Tufanı idi. Paleontoloji, yani, yokolmuş hayvan türlerinin yapılarının araştırılması ile ilgili bilimin gelişmesiyle, felaketlerin ve tekrar yaratılışların sayısı katlanmaya başladı. Cuvier'in öğrencisi, Paris Doğa Tarihi Müzesi'ndeki Paleontoloji kürsüsünün ilk sahibi, Alcide d'Orbigny, 1802-57, 1849'daki bir çalışmasında, Fransa'da yokolmuş bulunan on sekiz bin tür hayvanın katalogunu yaparak, buna, yirmi yedi felaket ve yeniden yaratılmanın neden olduğuna dair bir postülat ileri sürdü.

Lamarck, Hilaire ve Cuvier gibi Paris Doğa Tarihi Müzesi'nde çalışan üç meslektaş arasında oldukça fikir ayrılığı bulunuyordu. Lamarck ve Hilaire, hayvan türlerinin kabaca doğrusal bir evrimsel soy merdiveni oluşturduğunu düşünürlerken. Cuvier, bunların dört yapısal ana tipin birbirinden uzaklaşan değişimleri olduğunu, ve bunların ilk yaratıldıkları zamanki şekillerinin sabit kaldığını savunuyordu. Lamarck, evrimin, organizmanın değişen çevre koşullarına kendini uydurması ile yavaş ve sürekli olduğuna inanıyor, fakat, Hilaire, evrimin mutasyonla meydana geldiğine ve organik değişimlerin ilk nedeninin çevre etkilerine verilen tepkiler olmadığını düşünüyordu. Hilaire için bir hayvanın alışkanlıkları ve fonksiyonları, onun anatomik yapısı tarafından belirleniyordu. Halbuki, Lamarck ve Cuvier için bunun tersi doğru idi. Lamarck, organların, dış şartların neden olduğu alışkanlık değişimlerinden kaynaklanan, yapısal uyumlulaşmasını; Cuvier ise, organların hayvan içindeki, onun bir bütün olarak varlığına bağlı olan, fonksiyonları aracılığıyla karşılıklı iç uyumlulaşmasını önemsiyordu.

Lamarck'ın, az öğrencisi olması, yaşlılığı ve ona bağlı körlüğü nedeniyle çalışamamasına rağmen, böyle görüş ayrılıkları, bu üç biyolog ve onların taraftarları arasında çekişmelere yol açtı. Hilaire ve Cuvier'in giriştikleri geniş bir tartışma ise, 1830'da doruğa çıktı. O yıl, Hilaire, Paris Bilimler Akademisine, iki öğrencisi tarafından hazırlanan bir bildiri sundu. Bunda, mürekkep balığının, omurgalı ve omurgasız hayvanlar arasında kayıp bulunan morfolojik ve evrimsel halkayı oluşturduğu ileri sürülüyordu. Bunun gerekçesi, mürekkep balığının, baş ve kuyruğu bitişecek şekilde ortasından kıvrılmış olarak düşünülürse, bir omurgalı planı göstermesiydi. Cuvier, bu makalenin Bilimler Akademisinde tartışılmasını, Hilaire'nin görüşlerine karşı genel bir saldırı vesilesi yaptı. Kendisi, hayvanların birbirinden evrimleştiğini ve tek bir yapısal plana göre gerçekleştiklerini belirtecek şekilde, doğrusal bir merdivene sıralanabileceklerini reddediyordu. Cuvier, hayvan türlerinin değişmediğini ve onların dört genel planın, araları açılan varyantları olduğunu belirtti. Değişimler, hayvanların belirli alışkanlıklarına ve fonksiyonlarına bağlıydı ama, Hilaire'in iddia ettiği gibi, bunun tersi doğru değildi. Bu tartışmadan Cuvier galip olarak çıkarken, gelecek onlarca yıl için Fransa'da organik evrim düşüncesine de son vermiş oldu..

On dokuzuncu yüzyılın ilk yıllarında Cuvier, oldukça etkili bir şahsiyetti. Kendisine bilimde, 'biyoloji diktatörü' ünvanı verilmiş; Napolyon idaresinde, Fransa Üniversitesi Genel Enspektörü, Collége de France Profesörü ve Bilimler Akademisi'nin daimi sekreteri olarak atanmıştı. Huguenot kökenli olmakla birlikte, Cuvier, konumunu, 1814'de Bourbon'ların yeniden iktidar kazanmaları ile birlikte gelen Katoliklerin tepki döneminde de koruduğu gibi, baron ünvanı alarak Protestan İşleri Bakanı oldu. Tuhaftır ki, Bilimler Akademisindeki 1830 Temmuzu tartışması, Bourbonların ikinci defa kovulmasına rastlayacaktı. Gerçekten, Goethe, ve Eckermann *Konuşmalar*'ında, her iki olayı birbirine karıştırmışlardı. Bir Fransız antropoloğu olan Topinard da, sonradan, Cuvier'in, organik evrim doktrinini sosyal reform nedeni ile ilişkilendirmesi nedeniyle, her iki olayın birbirinden tamamen ayrı olmadığını ileri sürmüştür.

32. Bölüm

Hücre Teorisi

ANTİK ÇAĞDAN on dokuzuncu yüzyıla kadar, organik varlıkları meydana getiren malzemenin, Aristoteles'in dediği gibi, üç temel organizasyon düzeyi içinde bulunduğu kabul ediliyordu. Bunların ilki, dört elementten oluşan, organize olmamış malzeme; ikincisi, dokuların homojen kısımları ve üçüncü olarak da, onların heterojen kısımları veya organlardı. On sekizinci yüzyıl sonuna doğru gelişen yeni kimya da, bu sınıflandırmayı ciddi şekilde değiştirmedi; zira artık organize olmamış biyolojik malzemenin, toprak, su, hava ve ateş yerine, Lavoisier'in yeni kimyasal elementlerinin bileşikleri olduğu kabul ediliyordu. Ama, on sekizinci yüzyıl sonu Alman doğa felsefesiyle bir doruğa erişen dirimselci düşünce akımı, bu sınıflandırmanın gelişmesini etkilediği gibi, organik hücrelerin organize olmamış biyolojik madde ile, homojen doku arasında yer alan bir organizasyon düzeyi olduğu anlaşıldıktan sonra, bu sınıflandırmanın değişimine de yol açtı.

Biyolojik malzemenin Aristotelesci bir görüşle sınıflandırılması, özellikle Montpellier tıp okulunda gelişmişti. Bu okul onsekizinci yüzyılda, Stuhl'un dirimselci görüşlerinden ve Tıp kimyacılarının düşüncelerinden ileri derecede etkilenmiş bulunuyordu. 1797'de, Fransız hekim Xavier Bichat, 1771-1802, Montpellier ekolünün çalışmalarına dayanarak insan vücudunun homojen kısımlarında, kemik, kıkırdak, adele v.b. yirmibir farklı doku çeşidi belirledi. Bichat, heterojen bir kısım veya organın bir kaç farklı dokudan meydana geldiğini, böyle bir kaç organın biraraya gelmesiyle de, solunum veya sindirim sistemi gibi bir cihaz veya organ sisteminin oluştuğuna işaret etti. Organ sistemleri ise, iki temel kompleks meydana getirecek şekilde birbiriyle bağlantı içinde bulunuyordu. Bunlardan biri, sindirim, dolaşım ve solunum sistemlerinden oluşuyor ve bedenin gelişme ve beslenmesini veya bitkisel yaşamını sağlıyordu. Diğeri ise, beyin, sinir ve adelelerden meydana geliyor ve kendi başına hareket ile duyumu içine alan hayvansal yaşamdan sorumluydu.

Bichat, yaşam sona erdiğinde, doku, organ ve organ sistemleri yerinde kalmakla birlikte, bunların kendi başlarına canlı bir organizma meydana getirmeye yetmediklerine bakarak, bedenin bir iç dirimsel kuvvet tarafından harekete geçirildiğini düşündü. Bichat, tıp kimyacılarının, ayrı organların da kendilerine ait birer dirimsel iç kuvveti tarafından sürdürülen, yaşamları olduğunu kabul eden görüşlerini geliştirerek, daha alt bir organizasyon düzeyinde olan dokuların da, birer 'vie propre'a[26], yani kendi başlarına yaşama sahip olduğunu kabul etti. Tıp kimyacıları ayrıca, bir hastalığın, belirli bir organa saldıran çok özgül bir varlık olduğuna inanıyorlardı. Bichat, bu doktrini de geliştirerek, bir hastalığın, saldırıya uğrayan organın özgül bir dokusunda odaklandığı varsayımını yaptı.

Bu sırada Almanya'da Oken ve başkaları, kendi doğa felsefesi sistemlerini geliştirmekte olup, bunda, başka şeylerle birlikte, organik dünyanın çeşitliliğini meydana getiren tipik birimlerin neler olduğunu betimlemişlerdi. Goethe, çeşitli bitki şekillerinin tipik birim yapısının yaprak olduğunu ileri sürüyor, Oken de, genel hayvan ana tip yapısının temel biriminin omurlar olduğunu iddia ediyordu. Oken, ayrıca organik varlıkların sümüksü keseciklerden veya birimlerden oluştuğuna ve bunların, geçici olarak ait oldukları organizmanın ölümünden sonra da, başka bir yaratığın bir kısmını oluşturmak üzere yaşadıklarına inanıyordu. Almanya'da, on dokuzuncu yüzyıl başlarında biraz tutulan böyle bir görüş, bitki ve hayvan dokularının mikroskopla araştırılmasının da buna katılmasıyla, hücre teorisinin gelişmesine yol açtı.

Bitki hücreleri, daha on yedinci yüzyılda, başta Hooke, Malpighi ve Leeuwenhoek tarafından mikroskopla görülmekle birlikte, henüz bitki dünyasının bağımsız canlı yapı birimleri olarak tanınmamışlardı. Onyedi ve onsekizinci yüzyıllarda botanikçiler bitki yapısının ayrıntılarından çok, bitkilerin sınıflandırılmasına ve bitkilerin bir bütün olarak fizyolojik işleyişine ilgi duyuyorlardı. Fakat, ondokuzuncu yüzyıl başında bitki anatomisi canlandı ve hücre, Treviranus ve von Mohl başta olmak üzere, bir çok Alman botanikçisi tarafından, bitkilerin yapısal birimi olarak tanındı. Yaklaşık olarak aynı sırada, 1820'de İtalya'da Amici ve diğerleri, ileri akromatik mikroskobu geliştirdiler.

[26] Öz yaşam (Ç.N.).

Bununla, organik hücrenin ayrıntılarının incelenmesi mümkün oldu. 1831'de, Londralı bir doktor olan Robert Brown, 1773-1858, bitki hücreleri içinde genellikle, çekirdeksi bir cisim olduğunu gördüyse de, bu buluşa fazla bir önem vermedi. 1835'de Çek, Purkinje, 1787-1869, bir tavuk yumurtasında mikroskopla tohum çekirdeği gözledi ve hayvan dokularının ve özellikle embriyolarının, bitkilerde olduğu gibi, yakın düzende bulunan hücre yığınlarından oluştuğuna işaret etti.

Bu tür gözlemler, Jena'da botanik profesörü olan Mathias Schleiden'i, 1804-81, 1838 yılında hücrenin tüm bitki yapılarının temel canlı birimi ve tüm bitkilerin geliştiği temel varlık olduğunu ilan etmeye sevketti. Doğa felsefesi düşünce akımını izleyen Schleiden, bireysel bitkilerin gelişiminin incelenmesinin, bitkilerin doğasının anlaşılmasına, geleneksel bitki sınıflandırılması ve onların gelişkin yapılarının incelenmesi gibi botanik çalışmaların vereceğinden daha fazla yarar sağlayacağını iddia etti. Schleiden, bitki embriyolojisi için, 'hemen, yeni keşifler için eşsiz ve en zengin kaynak olacak ve uzun yıllar böyle kalacaktır', diye yazmıştı. Schleiden, bitkilerin gelişmesinde temel sürecin, bağımsız canlı hücrenin şekillenmesi olduğunu, bunun bir kere oluştuğunda da, bitkinin bir bütün olarak birliğini ifade eden yapısal bir şekil içinde düzenlendiğini ileri sürdü. Hücre, kendine yeterli bir birim olup, bu şekliyle, biri kendine ait birincil ve öteki de, organize olmuş bitki yapısının bir kısmı olarak, ikincil olan iki yaşamı vardı. Her iki yaşam süreci, bir 'şekil oluşturma kuvveti'nin belirtisiydi. Doğamn tümü içinde yayılmış olan bu kuvvet, inorganik kristaller oluşturuyor; organik hücreler şekillendiriyor; ve bu hücreleri birleşik canlı varlıklara dönüştürüyordu. Bitki hücrelerinin oluşması ile ilgili olarak, Schleiden, Robert Brown'ın hücre çekirdeğini bulmasına dikkat çekerek, yeni bir hücrenin başlangıcını, eski bir hücrenin çekirdeğinden aldığını, onun önce eski hücre küresinin bir parçasını oluşturduğu, daha sonra da tamamlanmış bir hücre olarak ondan ayrıldığım açıkladı.

1839'da hücre teorisi, Louvain'de anatomi profesörü olan Theodore Schwann, 1810-82, tarafından hayvanlar alemine genişletildi. Schleiden gibi Schwann da, organik varlıklara gelişim veya embriyoloji açısından yaklaşımla birleştirdiği hücre teorisini, 'ne kadar farklı olurlarsa olsunlar, organizmaların

elemanter parçaları için tek bir evrensel gelişme ilkesi bulunuyor, bu da, hücrelerin oluşumu ilkesidir' hükmü ile bilim dünyasına duyurdu. Schwann, ister tavuk yumurtası gibi büyük, isterse memeli yumurtası gibi küçük olsun, tüm hayvanların döllenmiş yumurtalarının tek bir hücre olduğu ve tohum keseciğinin yumurtanın çekirdeğini teşkil ettiği şeklinde bir görüşe yatkındı. Böylece, her organizma, yaşama bir tek hücreli olarak başlıyor ve diğer hücrelerin oluşumu ile gelişiyordu. Schleiden'in izinde giden Schwann, bitkilerde ve döllenmiş hayvan yumurtalarında yeni hücrelerin eski hücrelerin içinde geliştiğini düşünüyor, fakat, hayvanın gelişiminin sonraki safhalarında, yeni hücrelerin, hücreler arası malzemeden oluştuğunu sanıyordu. Schwann'a göre, hücre oluşumunda iki kuvvet etkiliydi. Biri, hücrelerarası malzemeyi hücre oluşumuna uygun hale dönüştüren, organik hücrelere özgü, metaholik bir kuvvetti. Diğeri ise, hazırlanmış olan hücrelerarası malzemeyi yoğuşturan ve çökelten ve bununla hücreleri oluşturan çekici bir kuvvetti. Bu kuvvet inorganık dünyada da etkin olup, kristallerin oluşumuna yol açıyordu. İlkin, hücrelerarası malzemenin kristalleşmesiyle hücrenin çekirdekçiği oluşuyor, bunun etrafına çökelen bir madde tabakası da çekirdeği meydana getiriyordu. Eşmerkezli diğer bir malzeme tabakası hücrenin sümüksü kısmını verirken, bunun katılaşan dış yüzeyinin hücre duvarını oluşturmasıyla süreç tamamlanıyordu. Çekici ve metabolik kuvvetler, hücrenin kendisine bir otonomi ve yaşam veriyordu.

Schwann şöyle yazmıştı: 'Büyüme, bir bütün olarak organizmada yer alan bir kuvvetin sonucu değildir, aksine, elemanter kısımların her biri, kendine mahsus bir kuvvete, veya bir yaşama sahiptir. Bu demektir ki, her elemanter kısımdaki moleküller öyle düzenlenmiştir ki, serbest kalan bir kuvvet, hücreye yeni moleküller çekerek büyümeyi gerçekleştirir. Bütün organizma ancak, tek tek elemanter kısımların karsılıklı etkileşmesi sayesinde varolur....Bu durumda, beslenmenin etkin öğesini oluşturan, elemanter kısımlardır. Organizmanın tümü, gerçekten bir koşul olabilir ama, bu bakışa göre, bir neden oluşturamaz.

Schleiden ile Schwann'ın, yeni hücrelerin, eski hücrelerin içindeki veya dışındaki organik maddenin kristalleşmesiyle oluştuğu görüşü, 1840'larda çok sayıda araştırıcının ve özellikle von Mohl, Nageli ve Hofmeister gibi botanikçi ve Kolliker, Leydig ve Remak gibi zoolog'un çalışmalarıyla düzeltildi. Bu araştırıcılar, yeni hücrelerin, önce ana hücre içinde çekirdeğin bölünmesi ve sonra hücrenin iki kardeş hücreye bölünmesiyle gerçekleştiğini buldular.

Schwann, kendi hücre teorisini, Bichat'ın organizmaların homojen kısımlarının sınıflandırılmasına uygulayarak, hücresel temelde beş ayrı doku sınıfı ayırdetti. İlkin, kan hücrelerinde olduğu gibi, hücrelerin bağımsız ve ayrı olduğu dokular geliyordu; ikinci olarak, hücrelerin bağımsız, fakat biraraya sıkıştırılmış olduğu, deri gibi dokular vardı; üçüncü olarak, hücrelerin katı duvarlar oluşturduğu ve birbirleriyle kaynaştığı kemik ve diş dokuları geliyordu; dördüncü gruptaki dokuların hücreleri lifler halinde uzamıştı. Bunun örnekleri bağ dokusu ve tandonlardı. Beşinci olarak da, sinir ve adele dokuları geliyordu. Schwann'ın düşüncesine göre, bunlarda hücre duvarı ve boşluklar birleşmişti. Schwann'dan sonra, Bichat'ın doku teorisinin tıbbi yönleri, Berlin'de patolojik anatomi profesörü olan Rudolph Virchow, 1821-1902, tarafından geliştirildi. Bir hastalığın yeri, tıbbi kimyacılar tarafından bütün bedenden belirli bir organa, ve Bichat tarafından belirli bir dokuya indirgenmişken, şimdi 1858'de de Virchow, hastalığın tek bir hücre içinde çıktığını ve habis hücre oluşumlarıyla verilen bir doku içinde yayıldığını iddia ediyordu. Virchow, Schwann'ın, hücrelerin otonom canlı varlıklar olduğu şeklindeki görüşünü benimseyerek, insan bedenini, 'içinde her hücrenin bir vatandaş olduğu bir devlete ve hastalığı da, bir cins isyan veya iç harbe benzetmekteydi.

Virchow şöyle yazmıştı: 'Her hayvan dirimsel kuvvetlerin bir bileşkesidir. Bunların her biri, yaşamın tüm karakteristiklerine sahiptir. Yaşamın birliği ve karakteri yüksek bir organizasyonun belirli bir noktasında, örneğin, beyinde aranmamalıdır; o, ancak her hücre elemanı tarafından sergilenen, kararlı, kesintisiz tekrarlanan tavırda bulunabilir. Buna göre, büyük bir organizmanın, yani birey dediğimiz şeyin yapısı, içinde birbirine bağımlı bir çok ayrı varlık olan, lakin her elemanın kendi özgün etkinliğini koruduğu ve kendi görevini kendi gücüyle yerine getirdiği, bir cins sosyal düzen veya topluma benzetilmelidir.'

Bununla Virchow, organik bir varlığın dirimsel birimlerinin, Helmont'un 'Archeus Influus'u[27] veya Leibniz'in 'Merkezi Monad'ı gibi, merkezsel bir güce bağımlı oldukları şeklindeki tıp kimyası filozoflarına ait düşünceyi olduğu kadar, bir yaratığın ideal planının ona organik bir birlik verdiği hakkında doğa

[27] Temel akım, (Ç.N.).

filozofları ve morfologlarının görüşünü de reddetmiş oluyordu. O ayrıca, Pasteur ve Koch'un bakteriyi keşfetmeleri ile destek kazanan, hastalıkların kendi başlarına dirimsel varlıklar olup, insan bedenini dışarıdan işgal ettiği şeklindeki, tıp kimyacılarının görüşünden de uzaklaşmaktaydı. Virchow, hastalıklara ait mikrop teorisini kabul etmedi. Hastalık nedeni olarak bakterilerin rolü konusunda daha fazla şey bilindiği 1880'lerde de artık o, ilgisini arkeoloji ve antropoloji gibi alanlara kaydırmış bulunuyordu.

Bir organizmanın hücrelerinin geniş ölçüde otonom, dirimsel varlıklar olduğuna dair görüşü, Schleiden, Schwann ve Virchow, aşırı bir uca götürdüler. Alman doğa felsefesinin de dahil olduğu romantik hareket, bireysel olana ve kendi başına hareket edene, saygın bir yer ayırıyordu. Belki de, bu genel bakış açısı. biyolojideki özel bir ifadesini organik doğanın temel birimlerinin büyük ölçüde kendine yettiği ve kendini geçindirdiğine ilişkin doktrin içinde buldu. Böyle bir doktrin, bir organizmanın kendini yapısal planda dışa yansıtan bir bütün oluşturduğuna inanan, Reichert gibi, eski ekole mensup morfologlar tarafından olduğu kadar, hücrelerin protoplazma köprüleri ile bağlı oldukları için birbirinden tamamen bağımsız olamayacaklarını ileri süren Strasburger gibi sitologlar[28] tarafından da eleştirildi. Bu eleştiriler, ondokuzuncu yüzyılın sonundan itibaren, yüksek hayvanlardaki sinir sisteminin tümleyici etkilerini kanıtlamağa başlayan Sherrington ve Pavlov gibi fizyolog ve psikologlar tarafından, daha da temelden sürdürüldü.

[28] Hücre bilimcileri, (Ç.N.).

BEŞİNCİ KISIM

ON DOKUZUNCU YÜZYILDA BİLİM: ENDÜSTRİYEL VE ENTELEKTÜEL DEĞİŞİMİN ETMENİ

33. Bölüm

Jeolojinin Gelişmesi

JEOLOJİ, ayrı bir bilim olarak şekillenmeye, on sekizinci yüzyılda başlamış ve ondokuzuncu yüzyılın ilk on yıllarında olgunluğa ulaşmıştı. Daha önce, jeoloji kopuk ve dağınık konular halindeydi. Bu bilime ait bazı olgular, madenciler gibi, yerden metal, kil, kömür ve tuz çıkaranlar tarafından bilindiği halde, doğa filozofları bu olgulardan geniş ölçüde bağımsız olarak, bazı spekülatif jeolojik teoriler formüle etmekteydiler. O zamanlarda yerden çıkarılan inorganik maddelerin genellikle canlı olduğu sanılıyordu. Bunların oluşumunun, içsel bir şekillendirici kuvvetin yardımıyla, veya dışardan yıldızların etkisiyle gerçekleştiğine inanılıyordu. Çıkarılan minerallerin yerine yenilerinin gelişmesi için, örneğin, madenlerin zaman zaman kapatılması, pek ender görülen bir olay değildi. Fosillere ise, çoğunlukla, doğanın hayvan ve bitki üretmek için yaptığı başarısız denemelerin kanıtları, veya organik şekillere tesadüfen benzeyen, bir 'doğa tuhaflığı' olarak bakılıyordu. Ama tarihte yeni bir çığıra işaret eden bazı dönemlerde, örneğin, Sokrates öncesi Grekler zamanında, Colophon'lu Xenophanes; Rönesans döneminde, Leonardo da Vinci, Girolamo Fracastoro ve Giordano Bruno gibi kişilerce, fosillerin, bir zamanlar yaşamış yaratıkların kalıntısı olduğu ileri sürülmüştü. Böyle bir görüş, on yedinci yüzyıl süresinde, pek yaygın değildi; zira özellikle Cambridgeli din adamı doğacı John Ray'in, 1627-1705, işaret ettiği gibi, fosiller şimdi yokolmuş bulunan türlerin kalıntıları iseler, bugün dünyadaki uzun yaratıklar zinciri tam ve sürekli olmayacaktı. Türler ölüp yok olduğunda, zincirde aralıklar oluşacak ve bundan dolayı, bir bütün olarak dünya, kusursuzluğunu yitirecekti. Ray, fosillerin yaşamış yaratıkların kalıntıları olduğunu kabul etmekle birlikte, bazı itirazlarından vazgeçmedi. O, bir deniz yaratığı olduğu belli olan istiridye fosillerinin, nasıl olup da dağ tepelerine çıkmış olduğunu anlamanın güçlüğü karşısındaydı. Böyle istiridye fosilleri, dağlardaki derin kaya tabakaları içine de girmiş bulunuyordu. Dolayısıyla, onların bu konumu, geçici bir felaket ile, örneğin Musa Tufanı ile açıklanamazdı. Ray, ayrıca, Tufan sonrasında çekilmekte olan suların, fosil yaratıkları dağlardan aşağıya süpüreceğini de belirtiyordu.

Ray'e verilen bir cevap, Londra'daki, Gresham College'de tıp profesörü olan John Woodward'ın, 1665-1728, *Dünyanın Doğal Tarihi Üzerine Bir Deneme* adlı eserinde yayınlandı. Burada Woodward, Musa Tufanı'nın, Ray'in kabul ettiğinden çok daha büyük bir felaket olduğunu iddia etti. Yazdığına göre,

'Tufan sırasında tüm Dünya küresi parçalanmış ve şimdi görülen tabakalar, o karmakarışık kütleden, bir akışkandan ayrılan topraksı bir tortu gibi, çökmüştü.'

Woodward'ın iddiasına göre, Tufan, sadece dünyadaki organik nüfusun çoğunu yok etmemiş, aynı zamanda, dünyanın inorganik yüzeyini ufalamış, kayaların bileşimini de kendi içinde bir süspansiyon haline getirmişti. Sonra, bir cins tortullaşma süreci ile bundan yeni kaya tabakaları oluşmuş; hayvan ve bitki kalıntıları da birlikte sürüklendiğinden, bunlar bugün en derin tabakalarda fosiller halinde bulunmaktaydılar. İlk olarak en ağır maddeler, örneğin metaller, mineraller ve ağır fosil kemikleri, en alt tabakayı oluşturacak şekilde çökelmişti. Bunun üzerindeki tebeşir tabakasında, daha hafif olan deniz yaratıklarının kabukları görülüyordu. En üst tabakadaki kum ve kireç içine ise, insan, yüksek hayvan ve bitki kalıntıları sürüklenmişti. Böylece, Woodward, fosillerin bir zamanlar yaşayan yaratıkların kalıntıları olduğuna inanıyor ve bunları, Musa Tufanı'nın tarihsel gerçekliğinin en kesin kanıtı olarak görüyordu. Woodward'ın görüşlerini paylaşan çağdaşlarından bazıları, örneğin, Edmund Halley ve William Whiston gibi, dinsel yönden pek aşırıya kaçmayan kişiler de, Musa Tufanı'nın, belki Dünya'nın çok yakınından geçen Halley kuyruklu yıldızının neden olduğu bir gelgit dalgasından başka bir şey olmadığını belirtiyorlardı. Lakin, onsekizinci yüzyılda daha çok Woodward'ın özgün görüşleri kabul görmekteydi. Bu düşünceler, o dönemde fosil toplanmasını da özendirmişti. Hatta, böyle kemikler, kiliselerde, 'Kutsal Kitaplarda zikredilen devlerin kemikleri', gibi etiketlerle halka sunuluyordu.

Woodward ve taraftarları, suyun, özellikle Musa Tufanı'nın, kaya yapılarının ve içindeki fosillerin oluşumundaki etkisine büyük önem veriyordu. Fakat, bunun karşısında olan diğer bir düşünce ekolü daha vardı. Bu ekol, ısının ve volkanların etkisini ön plana çıkarıyordu. Woodward'a cevap veren John Ray, Tanrı'nın emriyle, dağların ve kuru toprak parçalarının, Dünya'nın içindeki ateşin etkisi altında okyanus sularının üstüne yükseldiğini ileri

sürmüştü. Volkanların etkin olduğu ülkelerde böyle bir görüş, Tufan teorisinden daha olası görülüyordu. Venedikli bir Rahip olan Anton Moro, 1740'da jeogoni[1] için tamamen ısı etkisine dayanan bir teori ortaya attı. Moro, Musa Tufanı'nın aslında küçük ve jeolojik bakımdan önemsiz bir olay olduğunu ileri sürmüştü. O, ardışık kaya tabakalarının, sıvı haldeki kayalarm ardı ardına volkanik patlamalarıyla oluştuğunu düşünüyordu. Oluşan her yeni tabaka, o zaman yaşamakta olan çeşitli hayvan ve bitkileri de içine almış ve böylece fosiller derindeki kayalara gömülmüştü.

Woodward ile Moro'ya ait bu iki görüş arasındaki zıtlık, jeolojik tabakaların oluşumunda suyun rolünü vurgulayan Neptüncüler ile, ısının rolünü öne çıkaran Volkancılar arasında onsekizinci yüzyıl sonunda alevlenen bir çekişmeye neden oldu. Bu çekişme öncesinde ve sonrasında, her iki görüşün birbirinin tümleyicisi olduğu anlaşılmıştı. Lakin, 1790 ile 1830 arasında, Volkancı görüşün, kayaların yavaş yavaş evrimleştiği teorisi ile; buna karşılık Neptüncü görüşün, tabakaların aniden ve bir felaket sonucu oluştuğu şeklindeki teoriyle ilişkilendirilmesi üzerine, şiddetli bir kavga başladı. Halbuki, ikinci teoriyi destekleyen Volkancılar da bulunuyordu. Bu çekişme sırasında ve daha önceleri, bir jeolojik teoriyi sadece bazı yerel kanıtlar göstermek suretiyle destekleme eğilimi vardı. Dolayısıyla, etkin veya sönmüş volkanların incelenmesi, jeologları Volkancıların görüşlerine doğru iterken, tortul kayalarla ilgilenmek de kişiyi Neptüncü bakış açılarına götürüyordu.

Jeolojide evrimci görüşler, çekişme öncesindeki dönemde ortaya atılmakla birlikte, bunlar temelde spekülatif oldukları için, fazla dikkat çekmemişti. Paris'te Kral Bahçeleri Bakıcısı olan Georges Buffon, 1749'da böyle bir, dünya evrimi teorisini yayınladı ve 1778'de bunu genişletti. Buffon, Dünya'nın yaşının, Tevrat'ta adı geçen kişilerin soyağacına göre ötedenberi tahmin edilen altıbin yıl yerine, çok daha büyük olduğunu ilk düşünenlerden biriydi. Kendisi, Dünya'nın seksenbin yıldan beri varolduğunu ve bu sürenin yedi gelişme dönemini kapsadığını ileri sürmüştü. İlk dönemde, Güneş ve bir kuyruklu yıldızın çarpışması üzerine, Güneş'ten fırlayan maddelerden güneş sistemi oluşmuştu. Dünya, diğer gezegenler gibi başlangıçta erimiş veya yarı akışkan durumdaydı. Bu nedenle, ekvatorda genişleyerek kutuplarda basılmış

[1] Dünya'nın yaratılışı (Ç.N.).

olan şimdiki basık küresel şeklini, bir eksen etrafında dönmesinden almıştı. Dünya yüzeyinde katı bir kabuk meydana gelmiş ve bu, Dünya soğurken kırışarak dağ sıralarını ve okyanus tabanını oluşturmuştu. Bundan sonra, atmosferdeki su buharı yoğuşmuş ve Dünya yüzeyinin tamamını bir okyanusla örtmüştü. Dünya kabuğunun en üst tabakası, bu evrensel okyanus tarafından erozyana uğratılmış; oluşan molozun çöküntüsüyle bir balçık tabaka meydana gelmişti. Böyle çökelti birikimlerine fosiller de gömülmüştü. Bu fosiller, denizlerde çok bulunan canlı yaratıkların kalıntılarıydı. Daha sonra Dünya'nın kabuğunda çatlaklar oluşmuş, suyun çoğu bu çatlaklardan içine girerek geride, üzerinde bitki yetişen kuru topraklar bırakmış ve buralarda daha sonraları kara hayvanları ve en sonunda da insan ortaya çıkmıştı.

Buffon saydığı dönemlerin sürelerini belirlemek amacıyla demir kürelerle deneyler yaparak, jeolojiye ampirik deney verileri sokmaya çalıştıysa da, teorileri çok spekülatifti. O günlerde laboratuvar deneylerinin jeolojiye uygulanması çok sınırlıydı. Jeoloji daha çok, çeşitli yörelerden gözlem toplanmasına dayanan, bir açık hava bilimi idi. Böyle gözlemler, Fransa'da Buffon'un çağdaşı Orlean Dükü'nün eski doktoru olan Jean Guettard, 1715-86, ve bir genel enspektör ve imalat müdürü olan Nicolas Desmarest, 1725-1815, tarafından gerçekleştirilmekteydi. Onların incelemeleri Fransa'nın büyük bir kısmını kapsarken, sönmüş yanardağ olduğunu gördükleri Auvergne dağlarına özel bir ilgi duydular. Guettard, çeşitli kayaların başlangıcının su olduğuna ilişkin Neptüncü görüşe eğilim gösteriyordu. Kendisi, 1770'de İrlanda'daki Dev Geçiti'nde sütun şekilleri oluşturan bazalt kayaçların, kristallenmeyle sudan oluştuğunu ileri sürdü. Buna karşılık, 1777'de Desmarest, eski volkanlar civarında keşfettiği bazalt sütunların, erimiş kayalardan katılaşmış olduğunu iddia etti. Genellikle, Guettard ve Desmarest, Volkancı ve Neptüncü görüşleri birleştirerek, kayaç oluşumunda ilkin ısı ve volkan etkisinin önem taşıdığını, sonra da suyun etkisinin daha belirgin olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Guettard, aynı zamanda, jeolojik gözlemin de öncüsüydü. Kendisi, mineral şeritlerinin ve kayaçların Dünya üzerinde yan yana bulunduğunu gözleyerek, Manş denizinin Fransa tarafında kaybolan bu şeritlerin, güney İngiltere'de tekrar ortaya çıkacağı sonucuna varmıştı. Daha sonraki araştırmalar da bunun gerçek olduğunu gösterdi. Paris Bilimler Akademisinin koruması

altında, Guettard, kimyacı Lavoisier ile birlikte bu kayaç şeritlerinin tüm Fransa üzerindeki gidişini inceleyerek, 1780'de Fransa'nın geniş ölçekli bir jeolojik haritasını yayınladı. Guettard, Dünya üzerinde yan yana sıralanan kayaç şeritlerinin, yer altında düşeyde bitişik olduklarını görmemişti; belki bu Fransa'nın o zamanlar madenler bakımından ilgi çekmemesinden ve burada Dünya kabuğunun düşey bir kesitinin incelenmemiş olmasındandı. Halbuki, daha 1719'da, İngiliz John Strachey, 1671-1743, Mendips kömür madenlerinde, kömürden tebeşire kadar, alt alta olan kayaç tabakalarını izlemişti. Buna benzer araştırmalar, sonradan Almanlar tarafından da yapıldı; örneğin, Harz dağlarının madencilik bölgeleri, Berlin'de profesör olan ve 1767'de ölen, Johann Lehmann ve tabip Georg Fuchsel, 1722-73, tarafından incelenmiştir.

Lehmann ve Fuchsel, düşey doğrultudaki kayaç tabakalarını, her biri alttaki tabakanın üzerinde yavaş yavaş oluşmuş tarihsel bir dizi olarak incelediler. Onlar, yaşlarına göre üç temel kayaç tipi belirlediler. Önce, içinde fosil bulunmayan birincil kayaçlar geliyor ve bunlar dağların çekirdeğini oluşturuyordu. Bunları, içinde basit deniz yaratıklarının fosilleri bulunan ikincil çökeltiler izliyordu. Son olarak da, kara hayvanları ve bitki fosilleri taşıyan üçüncül kayaçlar geliyordu. Lehmann ve Fuchsel bu tabakaların, denizdeki maddelerin çökelmesiyle oluştuğunu kabul ettiler. Dünya kabuğu soğurken buruştuğu için, kayaç tabakaları, eğik konuma gelmişlerdi. Bu düşünceler, Rusya Kraliçesi II. Katerina'nın hizmetindeki bir Alman olan Peter Pallas'ın, 1741-1811, 1768 ile 1784 arasında Ural dağlarında yaptığı geniş gözlemlerle de destekleniyordu. Pallas, Urallar'da dağ tabakalarının fazlasıyla eğik durumda olduklarını, daha yeni tortul kayaçların yüksek noktalarda yıprandığı yerlerde, alttaki daha eski birincil kayaçların göründüğünü belirlemişti.

Böyle evrimci görüşler, bundan sonra gelen ve tam bir Neptüncü düşünce ekolü kuran, önemli Alman jeologu Abraham Werner'e, 1749-1817, gelindiğinde ortadan kaybolmuştu. Werner, üç yüz yıldan beri madencilikle ilişkili olan bir aileden geliyordu. Werner, bu ilişkiyi, 1775'ten 1817'deki ölümüne kadar, Freiberg Madencilik Okulu Müdürü olarak da sürdürdü. Werner fazla yayın yapmadı ama, çok popüler olan bir hocaydı ve Avrupa'nın her yerinden kendisine öğrenci çekiyordu. Gerçekte, onun görüşleri esas olarak dersleri sayesinde yayılmıştı; çok sayıdaki öğrencileri aracılığıyla Neptüncülük,

on dokuzuncu yüzyılın ilk on yıllarındaki jeoloji teorileri arasında daha önemli bir konuma yükseldi. Werner'in jeolojik görüşleri, Woodward'ın Tufan teorisinin dünyevileştirilmiş ve geliştirilmiş bir şekliydi. Onun fikrine göre, dünya eskiden ilksel bir okyanus ile kaplı idi ve tüm kaya tabakaları bundan bir kristalizasyon, kimyasal yağma veya mekanik tortullaşma süreci sonunda oluşmuştu.

Hepsinden önce, ilksel okyanustan kristalleşen, granit gibi fosilden tamamen yoksun, ilkel kayaçlar geliyordu Bundan sonra, okyanustan yağmış olan, mika ve arduvaz gibi, az fosil içeren geçiş kayaçları sıralanıyordu. Bunun üstünde, fosilce zengin, kömür ve kireçtaşı gibi, sudan katıların çökelmesi ile oluşan tortul kayaçlar yer alıyordu. Son olarak da, kum ve kil gibi, diğer kayaçlardan bir aşınma süreciyle türemiş olan kayaçlar geliyordu. Werner, volkanların, yeraltındaki kömürün ateş alması sonucu çıkan ısının, çevredeki kayaçları eritmesi ve zaman zaman volkanik lav patlamasını zorlaması şeklinde oluştuğunu düşünüyordu. Bundan dolayı, Werner için ısı, önemli bir jeolojik kuvvetti. Yanan kömür dolayısıyla oluşan volkanik etkinlik, sonradan, yeni bir kayaç oluşturma öğesi idi. Bu süreç, ancak ana tabaka yerini aldıktan sonra ortaya çıkıyordu

Werner, Alman doğa filozofları döneminde yaşamış ve anlaşıldığına göre, bu düşünce ekolünden etkilenmişti. Kayaçların olası orijinleri konusuyla ilgilenmiş, kendi ilksel okyanusunun, tüm kayaçların türediği ortak bir kaynak olduğu postülatını ortaya atmıştı. Werner'in çağdaşı olan diğer jeologlar, kayaçların en son kaynağının ne olduğu sorunu ile ilgilenmemiş; günümüzde etkin olan jeolojik kuvvetlerin, tarihin her döneminde etkin olduğundan hareketle, bunların kayaç oluşumundaki işlevleri üzerinde durmuşlardı. Werner de kendi dört kayaç sınıfına, temel sınıflar olarak bakıyordu. Buna göre, her kayaç bunlardan birine ait olup, o tipe ilişkin karakteristik kristalizasyon, yağış ve çökelme gibi süreçlerden biriyle oluşmuştu. Aynı dönemin Alman biyologları da hayvan türlerinin ortak bir kaynaktan türediğini düşünüyor; tüm hayvan ve bitkilerin bir kaç özgün tipin değişimleri olduğunu kabul ediyorlardı. Pratik açıdan, Werner, madenciliğe olan büyük ilgisinden çok etkilenmişti. Hatta, kendi jeolojisi, bazı bakımlardan mineralojiye bağımlıydı. Gerçekten, o, kayaçları daha sonra standart yöntem olacak şekilde, içlerindeki fosillere göre

değil, minerallere göre sınıflandırmıştı. Kendi sahra gözlemleri, sadece, mineral bakımdan özellikle zengin olan Saksonya ve Bohemya ile sınırlı kalmıştı. Bu nedenle, Werner'in, kayaçları içerdikleri minerallere göre sınıflandırması çok yararlıydı; ama, bu yöntem, fosil sınıflandırması gibi çeşitli kayaç tabakalarının tarihsel sırasını belirlemiyordu. Üstelik bu yöntem, başka kayaç cinslerinin ve farklı tabaka sıraları bulunan, Saksonya ve Bohemya dışındaki bölgelerde kolaylıkla uygulanamıyordu. Bununla birlikte, Werner'in jeoloji teorisinin en önemli yetersizliği, kayaç tabakaları oluştuktan sonra, ilksel okyanusun nasıl olup da ortadan kaybolduğu ile ilgili bir açıklama yapamamasıdır. Onun öğrencilerinden biri olan, Edinburgh'da doğa tarihi profesörü olan Robert Jameson, 1774-1854, 1808'de yazdığı, *Jeognosi'nin*[2] *Elemanları* adlı eserde, Werner'in teorilerini açıklamıştır. Bu eserde, okyanusun ortadan yokolması ile ilgili olarak, Jameson, şöyle diyordu:

'Bu soruya çok tatmin edici bir cevap veremesek de belli ki, suyun azalması teorisi aynı ölçüde olası kalmaktadır. Biz bunun gerçek olduğuna inanabiliriz ve açıklayamasak bile böyle olduğuna inanıyoruz. Gözlemlere dayanarak, büyük bir olayın geçtiğini bilmek, onun nasıl olduğunu belirlemekten çok farklı bir şeydir.'

Werner'in teorisinin dayandığı kabul işte böyleydi. Kendisi, kayaçların kaynağını, ilke olarak gözlenemeyecek bir şeye, ilksel okyanusa bağlamış; o da rolünü oynadıktan sonra, belirlenmemiş bir vasıta ile ortadan kaybolmuştu. Bu görüşün tersine, Edinburghlu bir amatör bilimci olan James Hutton, 1726-97, kayaçların geçmişteki oluşumunu açıklamak için yanlız, bugün geçerli olduğu görülen jeolojik kuvvetlerin kullanılması ilkesini ileri sürdü. Hutton, hiç kullanmamakla birlikte, tıp eğitimi almıştı. Bunun yerine, Norfolk'da öğrendiği yeni zirai yöntemleri Berwickshire'daki çiftliğinde uygulayarak ve amonyak tuzu üretmek için kurduğu bir kimya fabrikasından kendi bilimsel ve teknik araştırmalarını serbestçe sürdürmeye yetecek bir gelir sağlayarak, o zamanın zirai ve endüstriyel girişimciliğine katılmıştır. 1785'de Edinburgh Kraliyet Derneği'nde kendi jeoloji teorisinin esaslarını veren bir konuşma yaptıktan on yıl sonra yayınladığı temel eseri. *Dünyanın Teorisi*'nde, görüşlerini tam olarak açıklamıştı. Werner'in tersine. Hutton, suyun da oluşturucu rolünü kabul

[2] Yerbilgisi (Ç.N.).

etmekle birlikte, Dünya'nın iç ısısının jeolojik etkinlikteki önemini vurguluyordu. Norfolk'ta kıyıyı çevreleyen ve tarlalar altında içeriye doğru yürüyen çakıl, kum ve çamur yatakları bulmuştu; bunlar nehirler tarafından aşağıya sürüklenen, tepelerin aşınmış malzeme kalıntılarıydı. Tortul kayaçların, böyle çamur ve kum yataklarından, Dünya'nın iç ısısı ve üstteki kara ve denizlerin basıncıyla oluştuğunu düşünmüştü. Böyle tortul kayaçlar amorf iken, bazı İskoç dağlarını meydana getiren kayaçların kristalin olduğunu bularak, bunların erimiş kayaçların doğrudan katılaşmasıyla oluştuğunu ve Werner'in sandığı gibi, sudan kristalleşmediğini ileri sürdü.

Dünya'nın içi, Hutton'a göre, erimiş lavdan ibaret olup, Dünya'nın katı kabuğu bunu içinde tutan bir kap rolü oynuyordu. Dünya üzerinde emniyet sübabı rolü gören volkanların haricinde, bu kap kapalı bulunuyordu. Düşündüğüne göre, zaman zaman, erimiş kayaçlar, tam Dünya kabuğunun altındaki çatlaklardan kaçarak, üstündeki tortul tabakaları kıvırıyordu. Erimiş kayaçlar bundan sonra katılaşıyor ve bazalt ve granit gibi kristalin kayaçları oluşturuyor, bundan da, çekirdeği kristalin ve yanları tortul olan dağlar meydana geliyordu. Bazı dağların tabanına yakın, eğik tortul kayaçların üzerinde yatay tortul tabakalar da bulunca, kıvrılmış kayaçların şekillenmesi ile taze yatay tabakaların toplanması arasında uzun bir zamanın geçtiğini düşündü. Hutton, gerçekten, Dünya'nın jeolojik şekillenmesinin herhangi bir başlangıcı olduğunu görmedi: Dünya'nın yaşı, belirsiz bir uzunlukta idi ve şimdi etkin olan jeolojik kuvvetlerin tıpkısı, Dünya yüzeyini oluşturan kayaçları hep şekillendirmiş, kırmış ve tekrar şekillendirmişti. Gelişmeye dair kendi düşüncelerini, insanın daima ve her yerde, oldukça aynı kaldığı kavramından yola çıkarak formüle eden on sekizinci yüzyılın Fransız mekanikçi filozofları gibi; Hutton da, kendi jeolojik gelişme fikrini, doğa kuvvetlerinin değişmediği şeklindeki görüşünden çıkarmıştı. Tıpkı Fransız filozoflarının, insanın, fiziksel ve akıl yetenekleri aynı kalarak, insanlığın deneyim birikimine artan bir şekilde katkıda bulunduğuna inandıkları gibi, Hutton da, doğa kuvvetlerinin, değişmeden ve hep aynı kalarak, tarihsel olarak sıralanan kayaç tabakaları meydana getirdiğine inanıyordu. Hutton, Dünya'daki kayaç oluşturucu etmenlerin değişmediği hakkındaki görüşünü, güneş sisteminin, mekanik bakımdan kararlı ve hareketini daimi olarak sürdürebileceğine ilişkin şimdi yerleşmiş teoriye dayamaktaydı. Hutton şöyle diyordu:

'Gezegenlerin döndüğünü görmekten, bu dönüşü sürdürmelerini sağlayacak bir sistem bulunduğu sonucu çıkarılıyor. Fakat, doğa sisteminde dünyaların birbirini izlediği ispatlanırsa, Dünya'nın kökeninde herhangi yüksek bir şey aramak boşuna olacaktır. O nedenle, bu fiziksel araştırmanın sonucunda, ne bir başlangıcın izini, ne de bir son olması ümidini buluyoruz.'

Hutton'un teorileri, dostları, Edinburgh'da doğa felsefesi profesörü olan John Playfair, 1748-1819 ve Edinburghlu bir amatör bilim adamı olan Sir James Hall, 1762-1831, tarafından desteklenerek, geliştirildi. Playfair, 1802'de yazdığı, *Hutton Teorisinin Tasvirleri* adlı eserde, teorisini, Hutton'un yaptığından daha açık bir şekilde ortaya koyduğu gibi, buzulların kaya kütlelerini bir yerden başka bir yere taşıyan önemli bir jeolojik etmen olduğu hakkındaki kendi görüşlerine de yer verdi. 1790'dan 1812'ye kadar, Hall, bazı önemli deneyler gerçekleştirdi; bunlar da Hutton teorisini destekliyordu. Werner'in öğrencileri ve taraftarları Hutton'a karşı, ilkin, erimiş kayacın katılaştığı zaman kristalin haline gelmeyerek, lava gibi camsı hale geleceğini, ikinci olarak da, kireçtaşı gibi bazı kayaçların ısıtıldığı zaman çözüleceğini ileri sürerek, tartışmaya giriştiler. Hall, Leith'deki bir cam fabrikasında, eğer erimiş cam çok yavaş soğutulursa, kristalin ve ışık geçirmez hale geleceğini, ama daha hızlı soğutulursa, camsı ve saydam olduğunu gözledi. Kendisi, erimiş kayanın da aynı şekilde davranacağını varsayıyordu. Bu nedenle, Vezüv ve Etna'dan lav getirerek, bir demir atölyesinin maden eritme ocağında eritti. Beklediği gibi, erimiş kayanın, yavaşça soğutulduğunda bazalt gibi kristalin hale gelirken, hızlı soğutulduğunda ise, lav gibi camsı hale geldiğini gözledi. Bundan başka, eğer kireçtaşı kapalı bir kapta ısıtılırsa, Neptüncülerin düşündüğü gibi çözülmeyip eridiğini, soğutulduğunda ise Hutton'un belirttiği gibi, mermer haline geldiğini gösterdi. Diğer deneylerde, Hall, serbest kumu, içinde deniz suyu bulunan bir demir tencerede ısıttığında, onun kireçtaşı gibi sert ve toplu bir hale geldiğini buldu ki, bu da Hutton'un görüşlerini destekliyordu.

Hall'in deneylerine rağmen, başta, Hutton'un görüşleri kurulu dinin çıkarlarına ve hatta tüm geleneksel düzene ters bulunarak, yaygın bir kabul görmedi. Kömür tabakaları üzerine bazı önemli çalışmalar yapan Edinburgh'lu John Williams da, 1789'de yayınlanan, *Mineraloji Krallığının Doğal Tarihi* adlı çalışmasında, Hutton'a, kendisinin Tanrı tanımazlık olarak algıladığı görüşlerin avukatlığını yaptığı iddiasıyla saldırdı. Bunda şunu ileri sürüyordu:

'Dünya'nın ebediliğini kötü ve doğal olmayan bir tarzda anlamak, önce kuşkuculuğa, sonunda da kafirliğe ve dinsizliğe götürür. Eğer dünyanın ebedi olduğu ve nesnelerin üremelerini ve gelişerek değişimini kendiliğinden devam ettirebileceği hakkında bir kez kuvvetli bir kanaate varırsak, o zaman araya yönetici bir güç sokmakta bir yarar olmadığını farzedebilir ve en yüce varlığı bedensel gözlerimizle görmediğimiz için .... her şeyin çözümünü kör şansa bırakırız.'

Williams'ın altını çizdiğine göre, her isyan, 'kısa sürede anarşiye, şaşkınlığa ve ıstıraba dönüşür; bu bizim entellektüel isyanımız için de geçerlidir'. Hutton'un teorisi için benzer bir eleştiri. Kraliçe Charlotte'un bilim danışmanı olan Deluc tarafından. 1809'da yayınlanan, *Jeoloji'nin Elemanter İncelenmesi*'de yapıldı. Burada; 'Jeoloji bilgisi, şimdi ilahiyatçılar için elzem olmuştur' diyor ve ekliyordu:

'Kuşkusuz, insanlar için doğa bilimlerinin hiç bir sonucu. genesis[3] ile ilgili olandan daha fazla önem taşımaz: Zira bu kitabı masallar sınıfına sokmak, insanları en fazla bilmeleri gereken şey, yani. kendi kökeni, görevleri ve amaçları konusunda en derin bir cehalete atmak olur.'

Böyle bir muhalefet, o günlerde Hutton'un teorisini çok gözden düşürmüştü ama, onun bu görüşleri 1830'larda yeniden canlanmaya başlayarak, sonunda herkes tarafından kabul edildi. Bu arada, jeolojide kaydedilen bir çok teknik ilerleme. Hutton'un görüşlerinin sonradan canlanması ve güçlenmesi için ampirik bir taban oluşturdu. 1807'de, jeolojik bilgilerin gelişmesini desteklemek amacıyla, Britanya Jeoloji Derneği kuruldu. Jeoloji derneğinin ilk üyelerinin çoğunluğu Neptüncü, yani Werner taraftarı idiyse de, bir İskoç üye olan MacCulloch, Hutton'un öğretilerinin Volkancı yönlerine katılıyordu. Derneğin toplantılarında teorik tartışmalar ender değildi, ama bunların Hutton teorisinin evrimci yönleri üzerinde odaklaşması 1830'larda başladı. Bu arada, Britanya Jeoloji Derneği'nin kurulması, onsekizinci yüzyıl sonu ve ondokuzuncu yüzyıl başlarında, Britanya biliminde, Non Conformist'lerin (Uyum Karşıtları'nın) öne çıkışlarını gösterir: On üç kurucudan dördü Quaker ve biri de Üniteryen rahibi idi.

[3] Tevrat'ın yaratılış ile ilgili giriş bölümü (Ç.N.).

'Jeolojinin Kahramanlık Çağı' adı verilen, 1790 ile 1830 arasındaki dönemde, kayaç tabakalarının sırası, mineral ve fosil içerikleri konusunda pek çok araştırma yapıldı. Yöntemde kaydedilen bir ilerleme, kayaçların sınıflandırılmasında ilk defa Buffon'un teklif ettiği, ama yaygın olarak uygulamaya ilk kez İngiltere'de sürveyan William Smith, 1769-1839, ve Fransa'da Biyolog Georges Cuvier, 1769-1832, tarafından sokulan, fosillerin kullanılması oldu. Smith, Somerset kömür kanalının ölçüm işleri için çalıştırılmaktaydı ve diğer kanalların nasıl yapıldığını görmek için İngiltere'yi dolaşıyordu. Bu görevi ve drenaj ile sulama çalışmaları sırasında, İngiltere'deki kömürden tebeşire, farklı kayaç tabakalarının, içlerindeki fosillere göre karakterize edilebileceğini gördü. Smith, farklı yerlerde aynı fosil içeriğine sahip kayaçların aynı yaşta olduğunu ileri sürdü. Bununla birlikte, o, kayaç tabakalarının nasıl oluştuğu hakkında bir teori geliştirmedi. Kendi kayaç sınıflandırma yöntemini 1799'da yayınladı; 1815'te de İngiltere'nin yüzeyini kaplayan yatay kayaç şeritlerini gösteren bir harita bastırdı. 1817 yılında, İngiltere yüzeyinin altındaki tabakaları derinliğine gösteren bir kroki yayınladı. Smith, en fazla kayaç tabakalarının sınıflandırılmasıyla ilgilendiği için, başta fosil istiridye olmak üzere, bunların içinde bulunan, basit deniz hayvanlarının kalıntılarına ilgi duyuyordu. Halbuki, Cuvier, yok olmuş hayvanların kalıntılarına bakarak onları yeniden ortaya çıkarmakla ilgilendiğinden, daha çok kara hayvanlarının fosil kalıntıları ile meşguldü. Bu problem, omurgalılar için diğer hayvanlara nisbetle daha az zorlukla başarılabiliyordu. Cuvier, fosillerin jeoloji için önemi üzerinde de durmuş ve 1812'de yayınladığı, daha çok yokolmuş hayvanların yeniden inşa edilmesine yer veren, *Fosil Kemikler Üzerine Araştırmalar* adlı yapıtının önsözünde, Dünya'nın jeolojik gelişmesine ait bir teorinin anahatlarını çizmişti.

Cuvier, Lamarckcılığa karşı tavrında da görüldüğü şekilde, biyolojideki evrim teorilerine çok karşı olduğu gibi, Huttoncu jeolojik gelişme teorisine de cephe almıştı. Onun düşüncesine göre, doğada şimdi etkili olan jeolojik etmenler, kayaçların yapılanmasında rol oynamış olamazlardı, çünkü, bir kayaç tabakası ile diğeri arasında bir süreklilik yoktu. Kendisi, birbirini izleyen tabakalar arasmda keskin ayırım sınırları olduğunu, ve her tabakanın başka bir yerde bulunmayan kendi farklı fosil kalıntılarını içerdiğini iddia ediyordu. Bu nedenle her tabaka, sürekli olarak etkiyen önemsiz kuvvetlerin değil, özel ve

güçlü bir etmenin ürünü olmalıydı. O, bu etmenlerin, sonuncusu beş veya altı bin yıl önceki Musa Tufanı olan, bir dizi sel felaketi olduğu görüşündeydi. Her tufan, o dönemde Dünya'da var olan organik nüfusu silip süpürürken, yüzeyi kazıyor, onun yerinde de, yaşayan hayvanların kalıntılarını taşıyan yeni bir kayaç tabakası oluşuyordu. Bu felaketler, daha önceki sellerden kalan tabakaları bozuyor ve eğiyordu. Bu nedenle, daha eski tabakalar yenilere göre karşımıza daha bozuk ve daha eğik olarak çıkıyordu. Çok etkili olan Cuvier, daha önce nasıl biyolojik evrim kavramını gelecekteki onlarca yıl için önlemiş ise, Fransa'da jeolojik evrim düşüncesini de kesin olarak yok etti. Kendisi bir Neptüncü idi, ama, taraftarlarının hepsi, jeolojik felaketlerin deniz tufanları ile olduğu kanaatinde değildi. Paris Maden Okulu'nda profesör olan Elie de Beaumont, 1798-1874, 1829'de, jeolojik felaketlere dünyanın sıvı haldeki çekirdeğinin soğuyarak büzülmesi dolayısıyla, katı kabuğun aniden çatlamasının neden olduğu şeklinde, Volkancı bir görüş ileri sürdü. Almanya'da Werner'in öğrencisi olan Leopold von Buch da, 1774-1852, benzer bir teori benimsedi. Halbuki, ne o, ne de Beaumont, Britanya'da Volkancı görüşlerle ilişkili görülen, Dünya'nın yavaş ve küçük adımlarla jeolojik bir evrim geçirdiğini kabul edemiyordu.

İngiltere'de Werner ve Cuvier'in teorileri, o dönemin ilahiyatıyla, Hutton'un teorisinden daha az çeliştiği için iyi kabul görmekteydi. Rahip olan ber iki jeoloji profesörü, Cambridge'de Adam Sedgwick, 1785-1873, ve Oxford'da William Buckland, 1784-1856, koyu birer Neptüncü idiler. Buckland'ın *Tufanın Kalıntıları* adlı yapıtı, jeoloji ve teolojiyi birleştirme yolundaki önemli son bir teşebbüsü oluşturuyordu. Burada, belki bir kaç milyon yıl süren, göklerin ve Dünya'nın yaratılması ile Genesis'in birinci günü arasındaki süreyi kapsayan, Adem öncesi bir dönem olduğu postülatı yapılıyordu. Buckland'ın düşüncesine göre, Werner ve Cuvier'in ileri sürdüğü temel jeolojik değişimler, Adem öncesi bu dönemde, yaşanmış olabilirdi. Sedgwick de önce bir Neptüncü idi. 1819'da, Woodward'ın Cambridge'de kurmuş olduğu jeoloji kürsüsü başkanlığına atandıktan sonra, kendisini 'Wernerci kavramların yiyip bitirdiğini, bu inanç sistemi uğruna aklını feda etmeğe hazır olduğunu, kendisinin Wernerci bir esir' olduğunu yazmıştı. Bununla birlikte, bir taşra centilmeni olan dostu Roderick Murchison, 1792-1871, ile birlikte devam ettiği araştırmalar, Werner'in jeoloji şemasının sonunu

hazırladı. William Smith, fosil içeren son tabakaları araştırıyordu. Bu araştırmaların alt sınırını kömür serisi oluşturuyordu. Sedgwick ve Murchison. Wales'de bulunan daha eski kayaları, yani içlerinde ya çok az, veya hiç fosil olmayan birincil kayaçları araştırdılar. Bunların, kimyasal veya mekanik vasıtalarla sudan oluşmalarının olasılığı en azdı. Sedgwick, Kambriyen seriyi, Murchison da Silüryen sistemi bulurken, birlikte, Silüryenle kömür serileri arasındaki Devonyen kayaçları ortaya çıkardılar. Bundan sonra, Kıta Avrupa'sını dolaşarak, başka yerlerdeki benzer kayaçlar üzerinde yaptıkları incelemelerden, 1829 yılında, birincil kayaçların Werner'in düşündüğü gibi sudan kristalleşmediğine, onların erimiş kayaçların katılaşmasıyla oluştuğuna karar verdiler. Sedgwick, Werner'in kavramlarına bağlı kalınakla iki yıl kaybetmiş olmaktan korkuyordu. Halbuki şimdi de, Hutton'un çalışmalarının evrimci değil, sadece Volkancı yönlerini almış bulunyordu.

Ama, Buckland'ın öğrencilerinden Charles Lyell, 1797-1875, bağımsız olarak Hutton'un jeoloji teorisinin bazı öğelerini elde etti ve daha sonra da bu teoriyi inceledi. Lyell'in kendisi jeolojide önemli bir pratik buluş yapmadı. Onun büyük katkısı, bu konudaki dağınık olguları bir araya toplaması oldu. O, Avrupa'nın çeşitli yörelerinin kayaç tabakalarını gözden geçirerek ve yaygın şekilde okuyarak uzun geziler yaptı. Böylelikle, jeolojik evrim teorisini destekleyen ve Hutton'un bulabildiğinden çok daha fazla olguyu bir araya getirebildi. Onun temel eseri, 1830-33 arasında yayınladığı, *Jeolojinin İlkeleri: Şimdi Geçerli Olan Etmenlere Dayanarak, Dünya Yüzeyinin Geçmişteki Değişimlerini Açıklama Girişimi*, idi. Bunda, Lyell, Hutton'un önemli postülat'larını; örneğin, Dünya'nın geçmişteki tarihini açıklamak için sadece, şimdi etkin olan kuvvetleri kullanmak ve bu amaçla sonsuz uzunlukta zaman periyodları almak, gibi kabulleri yeniden kullandı. Kendisi şunları yazmıştır:

'Geçmiş zamanın uzunluğu hakkındaki sınırlı kavramlar, jeolojinin gelişmesini diğer bazı saplantılardan daha fazla geciktirmiştir.....ve kendimizi sonsuz uzun çağlar geçmiş olabileceği olasılığını düşünmeğe alıştırana kadar, jeolojide en bilyük yanlışlıkları yapmak tehlikesi ile karşı karşıya olacağız.'

Werner, hipotetik olmakla birlikte, kayaçlar için belirli bir başlangıçtan, yani ilksel okyanustan yola çıkarak, argümanlarını ileriye götürmüştü. Hutton ve Lyell ise; doğanın şimdiki jeolojik kuvvetlerinden başlamış ve geriye doğru

akıl yürütmüşlerdi. Böyle bir bakış açısına, Üniformiteryenlik[4] denmişti; zira bunda doğa kuvvetlerinin geçmişte de hep şimdi olduğu gibi bulunduğu kabul edilmekteydi. Daha önceki mekanikçi filozoflar, güneş sistemi ve organik türler gibi doğanın maddesel sistemlerini, dünya tarihi boyunca değişmez olarak kabul etmişlerdi. Şimdi ise, vurgulamada bir değişiklik sözkonusuydu; artık doğanın maddi sistemlerinin değil, kuvvetlerinin değişmediğinden sözediliyordu. Böylece, aynı değişmez kuvvetlerin etkisiyle, Dünya'daki madde dönüşüm içinde olduğu gibi, doğa hakkında tarih kavramı olmayan eski mekanikçi bakış açısının genişletilmesiyle, jeolojik evrim kavramı da elde edilmiş oluyordu.

Lyell, başta öyle bir Üniformiteryen idi ki, Dünya'nın koşullarında, birbirini izleyen kayaç tabakalarının oluşmasından başka, önemli herhangi bir değişme olduğunu kabul etmekte tereddüt ediyordu. Bazı iklim değişmeleri olduğunu teslim ediyor ve bunları, kara ve su dağılımındaki değişmelere bağlıyordu. Bununla birlikte, Dünya'nın organik nüfusunda bir değişme olduğunu kabul etmeyi reddettiğinden, Lamarck'ın 1820'lerdeki biyolojik evrim teorisini de kabul etmiyordu. Fakat, eğer jeolojik bir evrim olmuşsa, kaya tabakalarındaki fosillerin sırası, organik türlerde de bir evrimin gerçekleşmiş olduğunu gösteriyordu. Böylece, bunu izleyen on yılda, Lyell'in bu konudaki düşünceleri değişti. 1836 yılında John Herschel'e şöyle yazıyordu:

'Yeni türlerin ortaya çıkması konusunda; bunun ara yerde bulunan nedenlerin müdahalesiyle gerçekleşebileceğini mümkün görmenize çok memnun oldum. Ben bu konuyu, bir sınıf insanı kızdırmak bahasına, bir spekülasyondan öteye gitmeyecek şekilde, kelimelerle ifadeye değer görmediğimden, anlaşılmasını başkalarına bıraktım.'

Böyle bir içerme, Lyell'e muhalif olan daha yaşlı jeologlar için de apaçıktı. Eski okulun en bilgesi olan Adam Sedgwick, 1831'de Jeoloji Derneğinin başkanlık hitabesinde, Lyell'in teorisinin büyük güçlüklerinden biri olarak, onun organik türlerin evrimini ima ettiğine işaret ediyordu.

---

[4] Uniformitarianism

'Size hatırlatmak isterim ki, ilerlememizin daha ilk adımmda, [jeolojik tarihi geriye doğru gözden geçirirsek], çevremiz, şimdi yaşayan bir örneği olmayan bitki ve hayvan şekilleri ile sarılır. Ve sorarım: Bu nesnelerde doğa yasalarından genel olarak anladığımızın dışmda olan bir gelişme ve uyum sağlama gücünün işaretini görmüyor muyuz? Geçen bir yüzyılın doğacılarına katılarak, bunun doğanın bir alayı olduğunu mu söyleyeceğiz? Yoksa, tüm devasa sonuçlarıyla birlikte, türlerin aniden üreme ve şekil değiştirme doktrinini mi benimseyeceğiz?'

Darwin, 1859'da *Türlerin Kökeni* adlı eserini yayınladığında, Lyell, onun görüşlerini ilk kabul edenlerden biriydi. 1865'de Sedgwick tekrar sözaldı:

'Lyell tüm teoriyi yuttu, buna şaşmıyorum; zira, bu olmadan kendi geliştirdiği jeoloji mantıksız bir hale gelir.... İstedikleri gibi süslesinler, fakat şekil değiştirme teorisi, onda dokuz, maddecilikle son bulur.'

Lyell'in teorisine, herhangi ciddi bir bilimsel itiraz yerine, benzer nedenlerle, Britanya Jeoloji Derneğinin, Sedgewick, Buckland ve Murchison gibi önemli üyeleri tarafından karşı çıkıldı. Lakin, Lyell'e muhalefet, Hutton teorisini destekleyenlerin yüzyılın başında karşılaştıkları kadar ciddi değildi. 1831 yılında, Lyell, yeni kurulmuş bulunan İngiltere Kilisesi'nin bir kurumu olan, Londra'daki Kral Koleji'ne[5] jeoloji profesörü olarak atandı. Atayan heyet, Anglikan din adamlarından oluşuyordu. Bunlardan biri olan Kardinal Llandaff'ın, Lyell'in görüşleri hakkında çekinceler ileri sürmesine rağmen, atama gerçekleşti. 1830'da jeolojide durum, yüzyılın başında olduğundan çok farklı idi. Artık, doğa ve Dünya'nın çeşitli bölgelerinde, özellikle Avrupa'daki kayaçların tarihsel sırası hakkında çok daha fazla şey biliniyordu. Üstelik tüm fikir iklimi değişmiş ve şimdi insanlığın tarihsel gelişimi fikriyle daha derinden içli dışlı olunmuştu; bunun ise bilimde evrimci teorilerin gelişmesini özendirdiği anlaşılmaktadır. Gerçekten, Lyell, jeolojik araştırmalarla tarih incelemeleri arasmdaki bir çok analojiye işaret etmişti. Fransızların felaket teorileri, nasıl Fransa'nın daha çalkantılı yakın tarihinden esinlenmişse, onun jeolojideki Üniformiteryenliğinin de, Britanya Anayasası'nın yavaş yavaş gelişmesinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Lyell, Dünya'nın jeolojik yapısını incelemenin, tıpkı insanlık tarihinin arkeolojik yönden incelenmesine benzediğini iddia ediyordu. Daha sonra da arkeolojiye atlayarak, 1863'de, *İnsanın Antik Çağı*, adlı çalışmasını yayınlamıştır.

---

[5] King's College

Lyell'in teorileri, bilim dünyasındaki çağdaşları arasında fazla tutulmadı. Bunun önemli istisnaları, fizikçi John Herschel ve jeolog politikacı Poullet Scrope idi. Scrope'un, *Jeolojinin İlkeleri* hakkındaki incelemesi, bu eseri tanıtmada çok işe yaradı. İncelemeden önceki üç ay içinde altı yüzelli nüsha satılmışken, bundan sonraki kısa süre içinde bin beş yüz adet satıldı. Arkadan gelen bilimciler arasında Lyell'in görüşleri artık genellikle kabul ediliyordu. Bu görüşlerin ima ettikleri ise, Sedgwick ve Lyell'in kendilerinin de öngördüğü gibi, o neslin en dikkate değer temsilcisi olan Charles Darwin tarafından geliştirilecekti. Darwin'in ilk çalışmaları jeoloji alanındaydı. Bu, onu, türlerin evrimi teorisine götürecek, fakat bu evrimin mekanizmasını açıklamak için gerekli fikri başka bir kaynaktan, Malthus'un nüfus üzerine yazdığı denemeden alacaktı. Lyell'in teorisi, yaşlı jeologlar tarafından reddedilirken, gelişmeye karşı duyulan inancın en büyük olduğu orta sınıf çevrelerinde çok tutulmuştu. Ünlü politika ve tarih yazarı, Harriet Martineau, 1840'lar üzerine yazarken, belki biraz da abartarak, şunları diyordu:

'Genel orta sınıf halk, jeoloji üzerine pahalı bir kitaptan beş kopya satın alırken, o zamanın en popüler romanı bir kopya satıyordu.'

1847'de yayınladığı *Tancred* adlı romanında, Disraeli, jeolojiye daha karışık duygularla baktığı anlaşılan yukarı sınıf çevrelerinde yeni teorinin etkisini tasvir etmiştir.

34. Bölüm

On Dokuzuncu Yüzyılda Türlerin Evrimine İlişkin Teoriler

ON SEKİZİNCİ yüzyıl biterken, Almanya, Fransa ve İngiltere'de, biyolojik evrim ile ilgili çeşitli şekillerde teoriler ortaya çıkmıştı. Almanya'da bulunan doğa filozofları ekolü, organik türlere, Dünya Ruhu'nun, insanın kaderindeki amaca doğru iç hareketi sırasında geçtiği evrelerin, çok çeşitli ve ayrı birer maddesel yansımaları olarak bakıyordu. Fransa'da, Lamarck, hayvan türlerinin maddi olarak birbirinden türediğine, hayvanların içsel bir yayılımcı kuvvet sayesinde ve çevreden edinilen ve kalıtımla aktarılan kazanımlarla ilerlediğine inanmaktaydı. İngiltere'de ise, Erasmus Darwin, organik evrim için Lamarck'ınkine benzeyen görüşler ileri sürdüğü halde, onun ayrıca, organizmaların, birbirleriyle yiyecek veya kendi türlerinin dişileri uğruna rekabet ederken geliştiğine dair, dikkat çekecek kadar Britanya'ya özgü olan bir düşüncesi, sonradan çok verimli olacaktı. Biyoloji teorisindeki bu ulusal farklar, arada bir miktar etkileşme olmasına ve bunun sonucunda bazı melez teoriler ortaya çıkmasına rağmen, ondokuzuncu yüzyılda önemli ölçüde devam etti. Almanya'da, tarih ve mistik simya geleneğiyle sıkı bağlılık, Fransa'da siyasi yönelimli psikolojik ve sosyolojik gelişme fikri ve İngiltere'de insanın kendi mutluluğunu ve kendi amaçlarını diğer fertlerle rekabet içinde aramakta serbest bırakılmasını savunan, ekonomi ve sosyal gelişme için *laissez faire* teorileri gibi farklı düşüncelerin her biri, ulusal düşünce akımlarının birer parçasını oluşturuyordu.

Erasmus Darwin, Birmingham Ay Derneği'nin diğer üyeleri gibi, onsekizinci yüzyılın Fransız filozoflarından etkilenmekle birlikte, fertler arasındaki rekabet gibi, karakteristik bir İngiliz fikrini kendi biyoloji teorisine uygulamıştı. Tıpkı, daha önceki *laissez faire* kuramcıları, ekonomide Adam Smith (1776) ve ahlak felsefesinde Jeremy Bentham (1789) gibi, Yaşlı Darwin de, gelişmeye inanıyordu. Halbuki, bunları izleyen Robert Malthus, Fransız filozoflarının ve onların William Godwin gibi İngiliz taraftarlarının gelişme

teorilerine karşıt olarak, insanlar arasındaki rekabet fikrini, insanın gelişmesinin imkânsız olduğunu göstermek için kullandı. Malthus düşüncelerini, 1798'de yayınladığı, *Toplumun İlerideki Gelişmesine Etkiyen Nüfus İlkesi Üzerine Bir Deneme; Mr Godwin, M. Condorcet ve diğer Yazarların Spekülasyonları Hakkında Düşünceler*, adlı eserinde şöyle açıklıyordu:

'Sanırım, haklı olarak iki postülat yapabilirim. Birincisi, insanın varlığı için besin gerektiğidir. İkincisi de, cinsler arasında ihtirasın lazım olduğu ve bunun yaklaşık olarak, şimdiki durumunda kalacağıdır.'

Böyle olduğuna göre; diyerek, fikir yürütüyor ve.

'Diyorum ki, nüfusun üreme imkânı, Dünya'nın insana besin üretebilme imkanından çok fazladır....Zira, nüfus kontrol edilmezse, geometrik oranlarda artarken, besin sadece aritmetik oranlarla artar. Sayılarla biraz tanışıklık, birinci imkanın ikincisiyle karşılaştırıldığında ne kadar büyük olduğunu gösterir.'

Böylece, tüm insanlığa yetecek kadar besin hiç bir zaman bulunamaz. Çünkü, her zirai gelişme, olgunluk yaşına kadar hayatta kalan çok sayıda çocuk tarafından derhal etkisiz hale getirilir. Bu nedenle yaşam standardı aynı kalır. Malthus'un dediğine göre,

'Sonuçta, eğer kabullerimiz doğruysa, insanlığın mükemmelleştirilebilmesine karşı çıkan argümanlar inandırıcıdır.'

Malthus, insanlık yaşamının, organik dünya ile tek bir bütün oluşturduğu görüşündeydi.

'Doğa, hayvan ve bitki alemine, yaşam tohumlarını cömertçe ve serbestçe dağıtmış bulunuyor. Ama onları beslemeğe gereken alan ve gıda bakımından cimri sayılır. Bitki ve hayvan ırkları, bu büyük sınırlayıcı yasa etkisiyle küçülür. Ve insan ırkı, aklını kullanarak bu yasanın dışına çıkamaz. Onun bitki ve hayvanlar arasındaki etkileri, tohum ziyanı, hastalık ve erken ölüm; insanlar arasında ise, sefalet ve kötülüktür.'

İşte bu düşünce, Charles Darwin'e, 1809-82, biyolojik evrimin mekanizması hakkında ipucu verdi: organizmalar sınırlı besin kaynakları için mücadele ederler; uygun değişmeyi sağlayanlar hayatta kalır ve kendi cinslerini çoğaltır. Lakin, Darwin, jeoloji çalışmalarına dayanarak, nasıl olduğunu açıklayan mekanizmayı daha bulmadan, türlerin evrimleşmiş olduğuna ikna

olmuştu. Shrewsbury'li bir hekimin oğlu olan Charles Darwin, Erasmus Darwin ile, çömlekçi Josiah Wedgewood'un torunu idi. Bunların her ikisi de Birmingham Ay Derneği'nin üyeleriydi. 1825'de Darwin tıp eğitimi görmek için Edinburgh'a gitti. Burada, Werner'in öğrencisi olan Robert Jameson, Hutton teorisine ve genellikle Volkancılara karşı saldırılarını hâlâ sürdürüyordu. Darwin, Jameson'un derslerini 'inanılmaz derecede sıkıcı' bularak, 'bir daha jeoloji konusunda kitap okumamaya veya herhangi bir şekilde bilimsel çalışmamaya' karar verdi. Buna rağmen, Darwin tıbbı bırakarak, Rahip olmak niyetiyle Cambridge'e gitti. Burada, jeoloji ve botanik profesörü olan Sedgwick ve Henslow onda tekrar jeoloji ve doğa tarihi okumak isteği uyandırdı ve Wales'e yaptığı bir jeolojik araştırma gezisinde Sedgwick'e refakat etti. Hocaları Darwin'i o kadar beğeniyorlardı ki, kendisini, hükümetin Güney Pasifik'e düzenlediği bir araştırma seferine gidecek kurulda, doğa bilgisi uzmanlığı kadrosu için önerdiler. O, da bu görevi kabul etti. Henslow, Darwin'e seyahat için yanına bir yığın kitap almasını, buna Lyell'in yeni yayınlanmış olan *Jeolojinin İlkeleri*'nin ilk cildini de katmasını, ama içindekileri asla kabul etmemesini sağlık verdi.

Beagle adlı gemiyle 1831 Aralığında yola çıkılarak, Güney Amerika ile Pasifik adalarının kıyıları geniş bir şekilde gözden geçirildikten sonra 1836'da geri dönüldü Gezi sırasında Darwin, Lyell'in görüşlerini sadece kabul etmekle kalmayarak, onları daha da ileriye götürdü. Eve yazdığına göre,

'Mr Lyell'in bu kitapta bildirilen görüşlerinin candan bir taraftarı oldum. Güney Amerika'da jeoloji yaparak, bazı konuları kendisinden daha ileri götürmek fikri beni çekiyor.'

Gezinin beş yılı boyunca, Darwin, jeoloji, botanik ve zooloji ile ilgili geniş koleksiyonlar meydana getirdi. Ama bunlardan jeolojik olanı en önemlisiydi. Çünkü, kendisinin itiraf ettiğine göre, o zamanlar biyoloji bilgisi azdı ve gördüğü organizmaları uygun şekilde resimleyememekteydi. Eve döndüğünde, Darwin'in ilk çalışmaları jeoloji konularındaydı; özellikle, 1842'de yayınlanan, *Mercan Kayalarının Yapı ve Dağılımı* adlı eserinde, bu kayaların ve atollerin, kara parçalarının ve adaların yavaş yavaş çökmesinden oluştuğunu, canlı mercanların bu kayaları oluşturarak, bunların tepesinin okyanusun üstüne çıktığı şeklinde bir teori ileri sürdü.

Bununla birlikte, Beagle ile yolculukta gözlediği biyolojik olaylar, onun zihnini organik türlerin evrimi olasılığına doğru çevirmiş bulunuyordu. Amerika kıtası boyunca güneye doğru inerken, yakın akraba olan türlerin ne kadar yakından birbirini izlediğini; Galapagos adalarındaki türlerin, Güney Amerika'dakilere çok benzemekle birlikte, adadan adaya bile farklar gösterdiğini görmüş bulunuyordu. *Otobiyografi*'sinde, şunları yazıyordu:

'Belliydi ki, böyle olgular, ancak, türlerin yavaş yavaş değişmiş olduğunu farzederek açıklanabilirdi ve bu konu aklımdan çıkmıyordu. Fakat, yine belliydi ki, ne çevre koşullarının etkisi, ne de organizmaların iradesi (özellikle bitkilerde) her cins organizmanın kendi yaşam koşullarına güzelce uyum sağladığını gösteren sayısız örneği açıklamağa yetebilirdi.....İngiltere'ye dönmemden sonra, Lyell'in jeolojideki örneğini izleyerek ve doğanın ehlileştirilmesinde, hayvan ve bitkilerin değişimine herhangi bir şekilde etkiyen tüm olguları toplayarak, konunun tamamı üzerine belki bir ışık tutulabileceğini düşündüm. İlk not defterimi, 1837 temmuzunda açtım. Gerçek Baconcu ilkelere uygun şekilde çalıştım; elimde herhangi bir teori olmadan, özellikle evcil ürünler hakkında, usta yetiştiricilerle ve bahçıvanlarla basılı sorularla, mülakat yaparak ve yaygın şekilde okuyarak, büyük ölçekli olgular topladım....Kısa sürede, hayvanlar ve bitkiler arasında yararlı ırklar yetiştirmekte, insanın başarısının temel anahtarının, seleksiyon olduğunu anladım. Fakat, doğal şekilde yaşayan organizmalara seleksiyon'un[6] nasıl uygulanabileceği, benim için bir süre sır olarak kaldı.'

Böylece, Lyell'in yöntemini ve bakış açısını jeolojiden biyolojiye genişleterek, Darwin, organik türlerin zamanla değiştikleri sonucuna vardı. Fakat, bu evrimi gerçekleştiren mekanizmayı başka bir kaynaktan elde etti.

'1838'de, yani sistematik sorgulamalarıma başladığımdan onbeş ay sonra, hoş vakit geçirmek için Malthus'un Nüfus üzerine adlı eserini okuyordum ki, hayvan ve bitkilerin davranışları üzerine uzun süreli gözlemlerim dolayısıyla, her yerde süren yaşam mücadelesini anlamak için iyi hazırlıklı olduğumdan, birden aklıma, bu koşullarda uygun değişimlerin korunacak ve uygun olmayanların da yok edileceği geldi. Bunun sonucu, yeni bir türün şekillenmesi olacaktı. İşte nihayet çalışılabilecek bir teori bulmuştum.'

---

[6] Selection = seçme, (Ç.N.).

Darwin bundan sonraki yirmi yılını, türlerin doğal seleksiyonla evrimleştiği teorisini destekleyecek bilgiler toplamağa, bunun sonuçlarını ve altında yatanları ortaya koymaya harcadı.

Bu esnada diğer bir İngiliz doğacısı, Alfred Russel Wallace da, 1823-1913, bağımsız olarak, doğal seleksiyon teorisini bulmuştu. Wallace, Malaya adalarına gitmişti. Burada, kendisinden önce Galapago'da Darwin'in yaptığı gibi, komşu adalarda yakından akraba olmakla birlikte, farkları bulunan türler gördü. İşte burada Wallace da, Darwin gibi fikri Malthus'dan alarak, doğal seleksiyon teorisine ulaşmıştı. Kendi otobiyografisine şunları kaydetmiştir:

'1858 Şubatında, (evrim) problemi karşıma çıktı ve bir şey bana, Malthus'un Nüfus Üzerine İnceleme'sinde açıkladığı gerçek engelleri düşündürdü. Bu eseri seneler önce okumuştum ve eser aklımda derin ve kalıcı bir iz bırakmıştı. Düşündüm ki, bu engeller, yani, savaş, hastalık, kıtlık ve benzerleri, insana olduğu kadar hayvanlara da etki yapmalıydı. Sonra hayvanların inanılamayacak kadar hızlı çoğalmasının, bu engelleri onlar üzerinde, insanlarda olduğundan daha etkili kılacağını düşündüm; bu olgu üzerinde belli belirsiz düşünürken, birden zihnimde şimşek çaktı; aklıma, en uygun olanın yaşamını sürdüreceği fikri--yani, bu engeller tarafından ortadan kaldırılan fertlerin, yaşayanlara göre, genellikle daha zayıflar olacağı geldi. Makalemin hazırlığının ana hatlarını çizdim.....ve onu ilk posta ile Mr. Darwin'e gönderdim.'

Darwin, Wallace'ın makalesini, kendine ait bir makaleyle birlikte yayınlattı ve ertesi yıl 1859'da da, kendi büyük eseri, *Doğal Seleksiyon Yoluyla Türlerin Kökeni Üzerine Veya Yaşam Savaşında Avantajlı Irkların Korunması*'nı yayınladı.

Bu çalışmada Darwin, organik türlerin evrimleştiğine ilişkin teori için iki temel düşünce çizgisi geliştirdi: Birincisi, jeoloji ve paleontolojiden topladığı bilgilerle, yokolmuş bulunan türlerin zaman üzerindeki dağılımı ile ilgiliydi. İkincisi de, Beagle ile yolculuğunda karşılaştığı ve diğer gezgin ve coğrafyacılarm, özellikle Alexander von Humboldt'un. 1769-1859, çalışmalarına dayanarak kuvvetlendirdiği, canlı türlerin yer yüzündeki coğrafi dağılımını ilgilendiriyordu. Ayrıca, bir yere kadar. von Baer'in embriyoloji çalışmalarını da dikkate alan Darwin, bunu, bireysel bir organizmanın tek

hücreliden, erişkin bir hayvan olana kadar. kendi türünün evrim tarihinin içinden geçmesini gösterdiği, şeklinde yorumlamıştı. Ama Darwın, bir bütün olarak Fransız ve Alman kaynaklarından çok az kanıt almıştı. *Türlerin Kökeni* adlı kitabının dört yüz sayfasında, embriyolojik kanıtların tartışılmasına sadece on sayfa, yaratıkların morfolojik yapılarına ise beş sayfa ayrılırken. hücre teorisine çok az önem verilmişti. Fransız evrimcilerinin ve Alman doğa filozoflarının tersine, Darwin, kendi evrimsel sırasını çizmek için, ne bitki ve hayvan sınıflandırma sistemlerine, ne de erişkin organizmaların anatomik yapıları arasındaki karşılaştırmalara dayanmıştı. Ayrıca, o, ne Fransızlar gibi, farklı organizmaların doğrusal bir evrimsel yaratıklar zinciri oluşturduklarına, ne de onların Almanların kabul ettiği gibi, merkezi bir ideal temel tipin radikal değişimleri olduğuna inanıyordu.

Darwin, organizmalarm evrimsel serisinin bir soyağacı oluşturduğu düşüncesini tutarlı bir şekilde geliştiren ilk kişiydi; ortak ana babadan dallanan akraba şekillerinin bir kısmı yok olurken, diğerleri Dünya'nın çeşitli yerlerinde yaşayacak kuşaklara sahip olmak üzere yaşamlarını sürdürürler. O, kendi çizdiği soyağacı ilişkilerini, fosil hayvanların jeolojik sırasına dayandırmış; bir hayvanın embriyolojik gelişmesinin, kabaca. o hayvanın kendi ırkının fosil kalıntılarmdan anlaşılan, evrimsel gelişmesini takip ettiğini göstermişti. Böyle bir evrimsel akrabalık, hayvan ve bitkilerin cografi dağılımına ait olgular tarafından destekleniyordu. Adalarda ve coğrafi engellerle kapalı kalan bölgelerde, Avustralya'daki Kanguru ve diğer Keseliler gibi, çok uzun zamanlar öncesinde başat olan, organik türler bulunuyordu. Bu hayvanlar izolasyon dolayısıyla korunmuş olan yaşayan fosillerdi. Eğer organik evrimin gerçekleşmiş olduğunu kabul edersek, diyen Darwin,

'Organik varlıkların yeryüzündeki dağılmalarıyla, zaman içindeki jeolojik sıralanmaları arasında niçin bu kadar çarpıcı bir paralellik olduğunu görebiliriz: Zira, her iki halde de, varlıklar birbirleriyle olağan üreme bağları ile ilişkili olmuş ve onların değişim süreçleri de aynı kalmıştır.'

Organik evrim mekanizmasını ele aldığında, Darwin, belirli bir türden bireyler arasındaki değişikliklere, gözlemsel bir olgu olarak işaret etmiştir. Evcil bir hayvanın doğurduğu yavrular arasında farklılıklar vardır. Hayvan yetiştiriciler, bu yavrular arasından, yetiştirmek istedikleri özellikleri en fazla

taşıyanları seçerler ve tanıdığımız evcil hayvan türlerinin tümü bu yoldan üretilmişlerdir. Doğada, yetiştiricinin yerini, doğal seçme mekanizması almaktadır: Uygun değişikliklere sahip canlılar, kendi cinslerini üretebilecek şekilde hayatta kalırlarken, uygun olmayan değişikliklere sahip olanlar yok olurlar. Darwin, birbirleriyle üreyemeyen türlerin, genellikle, türlerin, kendi içinde üreyebilen değişimlerinin gelişmiş şekilleri olduğunu ileri sürmüştü. Böylece, yeni değişimleri üreten doğal veya yapay seçme mekanizmaları, uzun vadede, organizmaların yeni türlerinin ve sonunda, yeni cins ve takımlarının ortaya çıkmasını sağlar. Darwin, organik dünyadaki değişimlerin her yerde ve her zaman ortaya çıktığının diğer bir kanıtı olarak, doğurgan ve çok dağılmış olan türlerin daha fazla çeşitlilik yarattığına dikkat çekti. Böyle değişimler, oluşmakta olan yeni türler idi. Değişimler, aralarına uzak mesafeler girdiğinde ve ara şekiller kaybolduğunda, türler halinde gelişiyordu Dolayısıyla, yeni türlerin oluşumunda, özellikle, değişiklikleri ayıran coğrafi engellerin ortaya çıkması ve değişikliklerin uzun zaman sürelerinde yavaş yavaş birbirinden uzaklaşması, önem taşıyordu.

Darwin'in teorisi, hayvan ve bitkilerin değişimlerinin üretilmesi için herhangi bir mekanizmaya ihtiyaç göstermiyordu: bu ampirik bir olgu olarak kabul edilebilirdi. Bununla birlikte, o, bu konuda spekülasyona girerek, iklim, gıda ve diğer çevresel nedenlerdeki değişikliklerin, ve bunlardan, özellikle üreme organlarını etkileyenlerin, hayvan ve bitkilerde değişim meydana getirdiğini ileri sürdü. Kendisi, bu değişimlerin küçük ve sonsuz şekilde değişken olduğunu ve bu yüzden, evrimin de yavaş ve sürekli olduğunu düşünüyordu.

'Doğal seçim, sadece, küçük, ardışık ve uygun değişimlerin birbirine eklenmesiyle gerçekleştiğinden, büyük ve ani bir değişim meydana getiremez; o sadece, çok kısa ve yavaş adımlarla etki yapar', diye yazmıştı.

Darwin, düşünceleri geliştikçe, organların kullanılıp kullanılmamasının, hayvan ve bitkilerde, kalıtımla geçen değişikliklere neden olacağı, şeklindeki Lamarck'ın görüşlerini kabul etti. *Türlerin Kökeni*'nin altıncı baskısında, Darwin, kendi görüşünü, şöyle açıklıyordu:

'Evrim, esas itibariyle, sayısız, ardışık, küçük değişimlerin arasından, doğal seçim yoluyla meydana gelmiştir. Bu süreç, önemli ölçüde, organların kullanılıp kullanılmamasının kahtımsal etkileriyle desteklenmiş; eski veya yeni uyumlu yapılara göre önemsiz ölçüde de, dış koşulların doğrudan etkileriyle ve bilgisizliğimiz nedeniyle, bize aniden ortaya çıkmış gibi görülen değişimlerle desteklenmiştir.'

Lakin, Darwin, her organizmada zorlayıcı bir iç kuvvet olduğunu ve bunun, organizmayı daima daha yukarı ve daha mükemmel şekillere doğru götürdüğüne dair Lamarck ve kendi dedesine ait teoriyi hiçbir zaman kabul etmedi. Lamarck'ın görüşlerinin kendisini sadece hayrete düşürdüğünü; dedesinin fikirlerini ise, üzerinde 'herhangi bir etki yapmadan' okumuş olduğunu, iddia etmiştir. Buna karşıt olarak, Charles Darwin, organik evrimin edilgen karakterini vurgulamıştır: evrim, dış seleksiyon mekanizmaları ile gerçekleşiyor ve daha yukarı bir hayata geçiren bir iç kuvvete dayanmıyordu. Aynı şeyin, insanlığın gelişmesinde de doğru olduğunu düşünmüştü. 1871'de yayınlanan, *İnsanın İnişi*, adlı eserinin son paragrafında, Darwin, şunları yazmıştır:

'İnsan, kendi gayreti ile olmasa da, organik merdivenin en üstüne çıkmış olmaktan gurur duyabilir; oraya, başta konmuş olacak yerde, yükselerek varmış olduğu gerçeği, ona, uzak bir gelecekte, daha da yüce bir kadere sahip olacağı ümidini verebilir.'

Gelişme bir gerçekti, fakat o, insanın gayretine rağmen, olmuş bir şeydi. Bu, Herbert Spencer'in belirttiği gibi, 'en uygun olanın kurtulması' ile işleyen, otomatik bir süreçti. Bu inanç ile, Darwin, Wallace ve Spencer, tümüyle, erken Viktoryen dönem, *lassez faire*'ci düşünce akımı içindeydiler. Bu kişilerin olgunluğa eriştikleri dönem, İngiliz düşünce ikliminde, Britanya'nın politik ekonomistlerinin ve ütiliteryen filozoflarının teorileri kadar, gelişme ve evrim fikrinin de sağlamca kök saldığı, ondokuzuncu yüzyılın ikinci çeyreği idi. Malthus, 'yarışma' fikrini kaba ve en biyolojik şekliyle açıklamış ve belki de bu nedenle, Darwin ve Wallace üzerinde özel bir etki yapmıştı. Halbuki, çevrelerindeki gelişme ve evrim ile ilgili yeni duygular, onları, Malthus'un karamsar sonuçlarını tersine çevirmeye ve bireyler arasındaki geçim yarışmasına, insanlar arasında olduğu kadar, organik Dünya'da da, tutucudan

çok, ilerici bir etki olarak bakmaya yöneltti. Herbert Spencer, 1820-1903, önceleri Lamarckçı iken, Darwin ve Wallace gibi, o da Malthus'un teorilerinden etkilenmiş ve gelişme düşüncesini onlardan almıştı. 1852'de, Darwin'in eseri daha yayınlanmadan önce, Spencer, yazdığı, *Hayvan Üretkenliğinin Genel Yasasından Çıkarılan Nüfus Teorisi*'nde şunları ifade ediyordu:

'Başlangıçtan itibaren, nüfus baskısı, gelişmenin en önde gelen nedeni olmuştur. Tüm insanlık, az veya çok, açıklanmış olan bu disipline uyar; bu kural altında gelişebilir veya gelişemeyebilir; ama, eşyanın doğasına göre, sonunda ancak onun altında gelişenler hayatta kalır.'

1859'da Darwin'in, *Türlerin Kökeni* adlı eseri yayınlandığında, Spencer, 'en güçlü olanın hayatta kalmasına', yalnız bir organik evrim mekanizması olarak değil, aynı zamanda, insanlığın ilerleme tarzı olarak da bakarak, doğal seçim teorisini insan toplumuna genelleştirdi. Bu, özellikle, Spencer'in düşünce tarzını ve orta Viktoriyen dönemin, *laissez faire* politikalarını açıklıyor ve haklı gösteriyordu. Serbest ticaret ve ekonomik rekabet, doğal seleksiyonun sosyal şekilleri idi. Bunlara karışmak, kozmik evrim sürecini bozacak ve insanın ilerleme aracını yoldan çıkaracaktı.

Darwinizinin, o zaman geçerli olan liberallik ideali cinsinden böyle bir yorumu, teorinin, orta sınıf çevrelerinde popülerlik kazanmasına yaradı. Darwin teorisi, bilimsel, sosyal ve teolojik düzeylerde çok eleştirilmekle birlikte, Britanya'da çok çabuk kabul edildi. En önemli bilimsel eleştiri, Kensington Doğa Tarihi Müzesi direktörü ve İngiltere'nin en önde gelen karşılaştırmalı anatomi ve fosil kemikler bilgini olan Richard Owen'den, 1804-92, geldi. Kendisi, Alman doğa filozofu Lorenz Oken'in bir öğrencisi olup, çeşitli organik türleri, doğadaki ideal bir dirimsel kuvvet etkisinin ürünleri olarak görüyordu. Owen'e göre, bu kuvvet,

'Aynı maddelerden yapılmış olan canlı cisimlerdeki şekil çeşitliliğini meydana getirir. Bu çeşitlilik, maddenin bilinen özelliklerinden hiçbiri ile açıklanamaz.'

1860'da, *Edinburgh Review* için yazılan imzasız bir makalede, Oken, Darwin'in yazdığı, *Türlerin Kökeni*'ne ileri derecede eleştiriler yönelterek, organik türlerin üremesinden, kendi kendine farklılaşan dirimsel bir kuvvetin

sorumlu olduğu, şeklindeki görüşünü yinelemişti. Bunun bir kanıtı olarak, tek hücreli canlıların sürekli şekilde ani olarak üreditklerine işaret etmiş; buna göre, yüksek hayvanların onlardan tek bir sıra içinde evrimleşemeyeceklerini ileri sürmüştü. Darwin, kitabı hakkında, Oxford Piskoposu Samuel Wilberforce tarafından, Quarterly Review'da yayınlanan ve 1860'da, Britanya Bilimi Geliştirme Birliği'nin Oxford'da yaptığı toplantıda yapılan saldırılara, Owen'in de destek sağladığına inanıyordu. Bu toplantıda, Darwin, Londra Madencilik Okulu'nda, jeoloji profesörü olan, Thomas Henry Huxley, 1825-95, tarafından yetenekle savunulmuş ve bu, Huxley'e, "Darwin'in Buldog'u" ünvanını kazandırmıştı. Bu tartışmadan sonra, Darwinizm, Britanya'nın bilimsel eğitimli düşün ortamında genellikle kabul görmeğe başlarken, Owen ve katolik zoolog St. George Mivart, 1827-1900, kadar, ilahiyatçı Samuel Wilberforce ve politikacı George Campbell ve William Gladstone da kendi düşüncelerini ısrarla korudular.

Darwinizm, Britanya'da yalnız geniş şekilde kabul edilmekle kalmadı, biyoloji dışındaki alanlara da yayıldı. Evrim fikri, kimyaya, astronomiye, dilbilimine ve antropolojiye yayılırken, doğal seçime ait teorinin tümü, esas olarak, sosyal felsefeye ve etikteki uygulamalarıyla, Sosyal Darwinizm denilen ekolün ortaya çıkmasına yol açtı. Bu ekolün doktrinleri olaylarla değişti. İlk Sosyal Darwinist olan Herbert Spencer, orta Viktoryen değerleri, gördüğümüz gibi, doğal seçimden çıkarmıştı. Geç Viktoryen dönemde, Boer savaşı ile örneklenen milletler arası çatışmalar, onu rahatsız etmişti. Zira, Spencer, sosyal evrimi gerçekleştiren temel etmenin, bireylerin barışçıl ve gayretli rekabetleri olduğunu düşünüyordu. Lakin, yeni gelişmeler de, aynı şekilde, Darwin teorisiyle açıklanabilirdi. Gerçekten, olaylar, tarihçi ve ekonomist, Walter Bagehot, 1826-77, tarafından 1872'de yayınlanan, *Fizik ve Politika, veya Doğal Seçme İlkelerinin Uygulamaları Üzerine Düşünceler ve Siyasi Topluma kalan Miras* adlı incelemeler cildinde, bir dereceye kadar, önceden tahmin edilmişti. Bu çalışmasında, Bagehot, 'en güçlü olan bir milletin daha zayıf olanı daima ele geçirdiğini' ileri sürmüş; bu yoldan, 'basit bir uygarlığın gereksinim duyduğu en iyi vasıfların yayılarak korunduğunu, zira, en savaşçı niteliklerin, ilke olarak, iyi olmağa eğilim gösterdiğini' iddia etmişti. İnsan toplumunun evrimi de, Darwin'in türlerin evrimi için düşündüğü gibi, yavaş, sürekli ve gerçekten kendi kendine olmuştu. Bagehot'un yazdığına göre, 'Roma nasıl dış

güç altmda değişmişse, Judea da, içe dönük düşünce sonucu değışmıştı. 'Her değişme sürekli, yavaş ve iyi', idi. 1900'de, Londra'da University Collge'de. Karl Pearson, 1857-1936, yazdığı, Bilimsel Açıdan Ulusal Yaşam' adlı bir incelemede, benzer görüşler ileri sürdü. Pearson'a göre, daima, 'ırk, ırka: millet, millete bir savaşım' sürmüştü.

'Bize, Kaffir'i[7], kardeşi kadar sevdiğini söyleyen, belki kendi kendisini aldatıyordur. Eğer, aldatmıyorsa, bütün söyleyeceğimiz, böyle insanlardan oluşan bir milletin.....nesiller boyunca ayakta kalamıyacağıdır: Yani, o, uluslar arasındaki savaşımda hayatta kalamaz.'

Darwinizmin böyle yorumları, on dokuzuncu yüzyılın sonlarında oldukça popüler olduğu gibi, çekiciliğini hâlâ tamamen kaybetmemiş bulunuyor.

Biyologlar, genellikle, böyle yorumları kabul etmiyorlardı. Darwin, *İnsanın İnişi*'nde, insanlığın gelişim ve evriminde, işbirliğinin, egoistçe içgüdülere baskın olduğunu gördü. Daha uzun nefesli sosyal içgüdülerin, daha az dayanıklı içgüdülere galip geldiğini vurguladı. Darwin'in öğrencisi Huxley, Sosyal Darwinist'lerin vardığı sonuçlara şiddetle karşı çıkarak, yazdığı bir dizi incelemeyle bunlara savaş açtı. 1893'de verdiği, *Evrim ve Etik* adlı konuşmasında, Huxley, insanın gelişiminin, 'ne kozmik süreci taklit, ne de ondan kaçmakla oluştuğunu; aksine, onunla bir savaşımdan', ibaret olduğunu vurguladı. Darwin'den bağımsız olarak, doğal seçim teorisine gelmiş olan Alfred Russel Wallace, 1900 de yayınladığı, *Bilimsel ve Sosyal İncelemeler*'de vardığı teoriden, Hıristiyan Sosyalist'lerin doktrinlerini elde etmişti. Dediğine göre, varolmak için yapılan sosyal savaşımda, servet ve eğitim bakımından kimse haksız bir avantaj sahibi olmamalıydı; insanlığın tam olarak gelişmesi için, hepimiz eşit olarak başlamalıydık.

'Fiziksel, ussal ve ahlaki nitelikler üzerine aynı şekilde etkiyebilen tek doğal seçim şekli,' ona kalırsa, 'her bireye, kültür, eğitim, ve mutluluk için fırsat eşitliği veren sosyal bir sistem altında gerçekleşebilirdi. Hayvanlar dünyasında genellikle geçerli olan, doğal seçim ilkesinin bu yaygınlaştırılması, inancına göre, hem çok yeni ve hem de, Dünya'ya verdiğim yeni fikirlerin en önemli olanıdır.'

---

[7] Afrikada Bantu kabilesinden birine veya Müslüman olmayan birine verilen ad. (Ç.N.).

Böylece, sonunda, insanın ilerlemesini açıklayan her teori, Darwinizmden çıkarılabiliyordu. Bununla birlikte, başka yerlerdeki gibi, Britanya'da da daha etkili yorumlar, insan toplumunda rekabet öğesini öne çıkaranlar oldu.

Britanya dışında, Darwinizmin en çok ve gerçekten en şiddetle tartışıldığı yer Almanya idi. Fransa ve Amerika'da, doğal seçim teorisi, popüler veya bilimsel, fazla bir destek bulamadı. Darwinizme, önceleri, en fazla o ülkelerin bilim adamları tarafından karşı çıkıldı. Sonunda, 1880'lerde evrim teorileri ortaya çıkınca, bunlar şekil bakımından Lamarckçı eğilimler taşıyorlardı. Fransa'da Cuvier'in taraftarları, Elie de Beaumont, 1798-1874, Milne Edwards, 1800-85, ve ayrıca, fizyolog Claude Bernard, 1813-78, ve mikrobiyolog Louis Pasteur, 1822-95, Darwin teorisine karşı çıktılar. Amerika'da da, Harward'da jeoloji profesörü Louis Agassiz, 1807-73, Darwinizme çok karşıyken, Darwin'in dostu olan, botanik profesörü, Asa Gray, 1810-88, onun fikirlerini kabul etti. Agassiz, İsviçre'deki bir Fransız Huguenot ailesinden gelmekte olup, Almanya'da bir kaç doğa-filozofunun ve Paris'te Cuvier'in yanında eğitim görmüştü. Kendisi, canlı ve fosil balıklar üzerinde ve buzulların jeolojik etkileri hakkında bazı önemli çalışmalar yapmıştı.

Bunun sonucunda sahip olduğu belirli bir etkiyi, Darwin taraftarlarına karşı kullandı. Zira, biyolojide, özellikle Linnaeus ve Cuvier gibi, kendinden önceki Protestan sistemcilerine benzer şekilde, türlerin kutsal olarak yaratıldıklarına ve tüm zamanlar için sabit olduklarına inanıyordu.

Lakin, yeni bilim adamları kuşağında, özellikle, Fransa'da, Brown-Sequard, 1817-94, ve Alfred Giard, 1846-1908, ve Amerika'da, Edward Cope, 1840-97, gibi, hepsi Darwin'den ziyade, Lamarck'ın teorilerine eğilim gösteren evrim teorisyenleri vardı. Brown-Sequard yaptığı bazı deneylerde, bir kobay beynini zedeleyerek, ayak parmaklarında duyumun kaybına ve gözlerin bulutlanmasına neden olmuştu. Hayvan, duyum kaybeden parmaklarını ısırıyor ve Brown-Sequard, bulutlu gözlerin ve parmakların bu kaybının, kalıtımla yavrulara geçeceğini iddia ediyordu. Bu deneyler sonuç vermezken, zamanla, hasarların kalıtımı konusundaki inançlar terkedildi. Aslında, kazanılmış karakteristiklerin bu türünün kalıtımını, Lamarck'ın kendisi de reddetmişti. Brown-Sequard sadece, Lamarck'ın kazanılmış karakteristiklerin kalıtımıyle

ilgili teorisini benimsiyordu: Amerika'da Cope, Lamarckın, her organizmada, onu daha yukarı şekillere geliştiren zorlayıcı bir iç kuvvet olduğu görüşünü de kabul ediyordu. Cope, bu kuvvetin, Lamarck'ın düşündüğü gibi, ısı ve elektrik kökenli değil, insan zihninin faaliyetine benzeyen, ruhsal bir kuvvet olduğuna inanıyordu. Onun teorisi, bu ölçüde, Fransız Lamarckçılığı ile Alman doğa felsefesinin bir karışımı idi.

Almanya'da, Darwin teorisi oldukça büyük tartışma uyandırdı. Bu, kısmen, onun doğa filozoflarının görüşleriyle çelişmesinden; kısmen de, o dönemde politika ile girişimi yüzündendi. Ondokuzuncu yüzyılın orta ve sonlarındaki Alman Liberalleri, kendi aralarında bölünmüşlerdi: Bir grup, Junkerler denilen, toprak sahibi asillerle işbirliği içinde, ulusal birliği kurmayı önerirken; diğer grup, junkerleri devirmeyi öncelikli hedef olarak gösteriyordu. Darwinizm, karşıt ve taraftarlarının bazıları tarafından, ikinci ve daha radikal olan liberaller grubu ile karıştırılıyordu. Bu sırada, sonraki, daha maddeci ve daha ampirik şekilleriyle, doğa felsefesi, ilk grup ile ilişkilendirilmekteydi. Buna karşılık, her iki teoriyi birleştirmeğe çalışanlar yanında, bu tartışmanın dışında duran, doğa filozofları, Darwinciler ve bilimciler de vardı.

Darwin'in *Türlerin Kökeni*, 1860 yılında Almanya'ya geldiğinde, teorisi, genellikle daha önceki doğa felsefesinin etkisinde bulunan yaşlı bilimcilerin çoğunluğu tarafından reddedildi. Bu kişiler arasında, embriyolog von Baer ve Kolliker, zoolog Leydig ve botanikçi Braun bulunurken; hücre teoricisi, Schleiden, Darwin teorisini ilk kabul edenler arasındaydı. Daha genç biyologlar, Darwinizme daha fazla sempati duyuyorlar ve bu teoriyi, embriyoloji, karşılaştırmalı anatomi ve hücre teorisi bilimleriyle birleştirmeye çalışıyorlardı. Bu bilimler, Almanya'da doğa felsefesi etkisiyle çok incelendiği halde, Darwin tarafından geniş olarak ele alınmamıştı. Bu gelişmenin ilk önemli şahsiyeti, o yüzyılın başında Oken'in de bulunduğu Jena'da profesör olan Carl Gegenbauer'dir, 1826-1903. Oken, çeşitli organik türleri, belirli birkaç ideal şeklin veya orijinal modelin değişimleri olarak görüyordu. Gegenbauer bu orijinal modeli gerçek atasal tipler olarak ele alıyordu: Bunlar, doğanın Mimarının düşüncesindeki değil, türlerin birbirlerinden türemesindeki safhaları oluşturuyordu. Gegenbauer, özellikle, omurgalıların el ve ayak kemiklerinin evrimiyle ilgileniyor; bunların, ilkel balıkların solungaç

yarıklarından geliştiğini; yüksek balıklarda yüzgeçlere, kara hayvanlarında ise, bacaklara dönüştüğünü ileri sürüyordu. Benzer bir durumla, yüksek kara hayvanlarının embriyolojik gelişmesinde de karşılaşıldığını düşünüyordu; onlar da, balıklar gibi, solungaç yarıklarına sahip oldukları bir dönemden geçiyorlardı.

Gegenbauer'in en dikkate değer öğrencisi, sonra yine Jena'da kürsü sahibi olan, Ernst Haeckel'di, 1834-1919. Haeckel, liberallerin radikal grubuna dahildi. Darwinizmi Almanya'daki felsefi radikalizmin silahı yapan odur. Onun biyolojideki en önemli ampirik eseri, 150 türün betimlendiği, ışınlılar üzerine olan araştırmalarıydı. 1862'de yayınlanan bu eser, ona, Jena'daki kürsü başkanlığını sağladı. Bundan sonra, Haeckel, verdiği bir dizi eserle, kendisini Darwinizmin değişik bir şeklini yaymaga adadı. Bu eserler, çok popüler olanlardan, akademik olanlara kadar değişiyordu. Onun ilk önemli eseri, 1866'da yayınlanan *Genel Morfoloji* idi. Bunda, o, Darwinizm'i, Lamarck ve doğa filozoflarının teorilerinden bazı öğelerle birleştirdi. Fakat, çevre etkileri altında kazanılan karakteristiklerin kalıtımına dair doktrini, Darwin'den daha fazla vurguluyor ve doğa filozofları gibi, doğanın çeşitli ürünlerini, tek bir kozmik kuvvetin etkisine bağlıyordu. Haeckel, sınıflandırma konusunda büyük bir merak sahibiydi; o da, Schelling, Hegel ve Oken gibi, doğadaki üç katlı bir bölünmeyi her yerde arıyordu. Onun inancına göre, her nesne, madde, şekil ve enerji olmak üzere üç özelliğe sahipti. Bu nedenle, madde ile ilgilenen bir kimya bilimi yanında, morfoloji şekil ile; fizik ise enerji ile ilgileniyordu. Bu bilimlerin her biri de, yine, üç dala ayrılabilirdi: Örneğin, morfoloji, hayvanların, bitkilerin ve basit tek hücreli yaratıklar olan protozoa'ların incelenmesine bölünebilirdi. Dediğine göre, morfolojinin amacı; organizma yapılarının monistik, yani doğanın organik ve inorganik dünyayı kapsayan her düzeyinde, doğru olan nedensel açıklamalarını bulmaktı. Böylece, o, büyüme, bileşim ve şekil simetrisine bakarak, tuz kristalleri ile organik hücrelerin sıkı bir benzerlik gösterdiğine inanıyordu; zira, bunların her ikisi de aynı maddenin ve aynı kozmik kuvvetin ürünü idi. Bu görüş, doğanın, psikolojik, biyolojik ve fiziksel düzeyleri arasında niteliksel herhangi bir fark olmadığı ve inorganik maddenin, yüksek organizmaların ve hatta insanın niteliklerini, hiç olmazsa gizli olarak, taşıdığı şeklinde bir mana içeriyordu. Gerçekten, Haeckel, 'Ruh olmadan hiç bir madde ve madde olmadan hiç bir ruh düşünülemez', diye

vurguluyordu. Kendisi, bunu, monistik kozmik bir kuvvet, veya doğrudan enerji olarak görse de, sonuçta, Haeckel, biyolojiye, eski doğa filozoflarının Dünya Ruhu kavramını geri getirdi. 'Her atom'un bir ruhu olmalıdır, zira o bir miktar enerjiye sahiptir', diye yazmıştı. Böyle bir düşünce, Haeckel'e, kazanılmış karakteristiklerin kalıtımını, doğrudan doğruya, yavrunun tohumunu oluşturan atomların hafızası ile açıklamak olanağını veriyordu. Bu görüşü, başta Herbert Spencer ve tabii, Erasmus Darwin gibi, Lamarckçılığa eğilimli olanlar benimsemişlerdi.

Haeckel, Gegenbauer'in giriştiği, organik türlerin evrimsel sıra içinde sınıflandırılmasına devam etti. Bu amaçla, çeşitli cins ve türlerin akrabalık bağlarını belirlemek için çeşitli soyağaçları çizdi. Bundan başka, o, özellikle, *İnsanın Tarihi* (1874) adlı kitabında, Alman embriyologlarının çalışmalarını, Darwinci bir şemaya soktu. Bu eserde, Haeckel, Meckel'in biyogenetik ilkesini canlandırarak geliştirdi. Bu ilkeye göre, embriyolojik gelişmesi sırasında, her organizma, türlerin evrimindeki temel dönemlerden geçmekteydi. Haeckel, bu ilkeyi destekleyecek çok sayıda materyali biraraya getirdi. Belirttiği gibi, insan yaşama tek hücreli bir yumurta olarak başladığından, ilk hayvan, tek hücreli protozoa gibi olmalıydı. Sonra, yumurta, volvox gibi, küresel bir hücre gurubu haline geldiğinden, evrim sırasında bu gerçekleşmeliydi. Hücrelerin oluşturduğu küre, bundan sonra bir noktada içe çökerek, bazı süngerlerin erişkin şekillerinde olduğu gibi, bir fincan gibi, çift cidarlı bir gastrula oluşturuyordu. Öyleyse, bu, volvox'dan sonra geliyordu. Gastrula uzarken, iç kısmından sindirim kanalını oluşturuyor ve hücrelerin dış tabakası, ektoderm ile, iç tabakası endoderm arasında, yeni bir hücre tabakası, mezoderm, gelişmişti. Bu üç tabakadan, erişkin vücuttaki çeşitli organlar ortaya çıkıyordu: endodermden sindirim kanalı, mezodermden adeleler, ektodermden bağdokular ve sinir sistemi oluşuyordu. Organizma bireylerinin kendi ırkının tarihini tekrarladığı şeklindeki biyogenetik ilke, artık Haeckel'in ifade ettiği şekliyle kabul edilmese de, embriyoloji araştırmalarına hız kattı. Böyle bir tekrar, örneğin, bitki dünyasında görülmemektedir. Lakin, Haeckel ve diğerleri, morfoloji, embriyoloji ve hücre teorisini, Darwinizme kaynaştırmakla, değerli bir hizmet yaptılar. Zira, Darwin, bu konulara sadece değinmiş, görüşlerini esas olarak, yok olmuş bulunan türlerin jeolojik dağılımına ve yaşayan türlerin de coğrafî dağılımına dayandırmıştı.

On dokuzuncu yüzyılın dikkate değer Alman evrimcilerinden Haeckel, belki de Darwin'in özgün düşüncelerine en yakın olan kişiydi. Doğa felsefesi, Almanya'da hala oldukça güçlü olup, biri oldukça etkili olan, başka evrim teorilerine de yol açmıştı. Bu teori, Freiburg, Zürich ve Münih'de, ardı ardına botanik profesörü olan Carl Nageli, 1817-91, tarafından ileri sürülmüştür. Kendisi, doğa felsefesini, Oken ve Hegel'den, botaniği ise, Cenevre'deki Candolle'den öğrenmişti. Darwinizmden etkilense de, Nageli, daha önceki hocalarının görüşlerini hiç unutmadı. O, bu görüşleri, sadece daha maddeci bir şekle dönüştürdü. 1884'de, daha önceden, 1844 ve 1865'de geliştirerek yayınladığı düşünceleri içinde topladığı, *Evrimin Mekanikçi-Fizyolojik Teorisi* adlı bir eser yayınladı. Nageli, bitki veya hayvan hücresinin, zaten farklılaşmış olduğu için, organik yaşamın temel ünitesi olmadığını; hücrelerin, *misel* adını verdiği, inorganik kristallere benzeyen, daha küçük birimlerden, yapıldığını iddia ediyordu. Bu nedenle, organik ve inorganik madde arasında gerçek bir fark bulunmuyordu. Fiziksel bir çekim dolayısıyla bir arada duran *misel*ler, su ile temasa geldiğinde, canlı hücreleri oluşturuyorlardı. Böylece, canlı yaratıklar, sürekli bir şekilde, ani olarak türüyorlar ve mekanik karakterli mükemmelleştirici bir iç kuvvet sayesinde daha yüksek şekillere evrimleşiyorlardı. Bununla birlikte, bir türden diğerine gerçek bir geçiş yoktu: Maymunlar, hiçbir şekilde, insanların akrabası değildi. İnsan, çok zaman önce, aniden üretilen basit bir tek hücreli yaratık olarak ortaya çıkmış, biraz sonra da, insana benzeyen maymunlar aynı şekilde gelişmişti. Diğer maymunlar ise daha da sonra gelişmişlerdi. Bugünkü protozoa'lar ise tam şimdi ani olarak üretilmişlerdi. Bugün maymun olan hayvanlar, gelecekte insana dönüşecekler; insanlar ise, o zaman daha da gelişmiş olacaklardır. Bu şekilde, Nageli, doğa-filozoflarının, organik türlerin ortak bir başlangıçları olduğunu, ama aralarında bundan başka maddesel bir ilişki olmadığına dair görüşlerini ifade ediyordu. Tüm yaratıklar, *misel*lerden çıkmıştı. Fakat, onların karakteri, diğer organizmalara olan dış benzerliklerinden değil, başlangıçlarından itibaren kendi tarihsel iç gelişme derecesine göre değerlendirilmeliydi.

Nageli'nin görüşüne göre, Darwin, daha geniş ve daha üstün karakteristiklere sahip olan yukarı hayvanların, daha aşağı hayvanlardan nasıl çıktığını yeteri gibi açıklayamamıştı. O, bunu, gerçekleştirmek için, bir dizi küçük, uygun değişmenin yeterli olmadığını düşünüyordu; böyle büyük

değişikliklerin meydana gelebilmesi için, organizma içinde zorlayıcı bir iç kuvvet gerekliydi. Nageli, bu kuvveti dirimsel bir ruh olarak değil, sadece, mekanikteki atalet kuvvetine benzeyen, fiziko kimyasal bir kuvvet olarak düşünüyordu. Bir topun, bir engele çarpana kadar yuvarlanmağa devam etmesi gibi, bir organizma da, hakim olan evrim çizgisinin dışında kalan şekilleri budayan bir doğal seçim engeline rastlayana kadar, evrimleşmesini sürdürecektir. Eğer yaşam kavgası olmasa, organizmalar içindeki, farklılaştırıcı iç kuvvet, çok büyük sayıda şekil üretecek ve Dünya zıyadesiyle kalabalıklaşacaktı. Fakat, doğal seçim mekanizmasıyla, geride sadece, tutarlı şekiller kalmaktaydı. Nageli, evrimin yavaş ve sürekli bir süreç olmadığını düşünüyordu: iç kuvvet, Hegel diyalektiğinin kategorilerine uygun şekilde hareket ediyor ve sıçramalar yapıyordu. Bu nedenle, evrim, süreksizdi ve o, bir dizi mutasyondan oluşuyordu. Gerçekten de, yüzyılın sonunda, Hollandalı botanikçi, Hugo de Vries, 1848-1935, biyolojik mutasyon fikrini, Nageli'den almıştı.

Genetik araştırmalarıyla ilişkili diğer bir konuda da, Nageli, başka bir önemli düşünce ortaya attı. Yavruya ana ve babanın eşit derecede katkı yaptığını, ama dişinin yumurtasının erkeğin sperminden daima daha büyük olduğunu ileri sürdü. Bu durumda, yumurtanın sadece bir kısmının, kalıtımı belirleyici madde olabileceğine işaret ederek, buna, *idioplasm* adını verdi. Nageli, idioplasm'ın, birbirine zincirlerle bağlı *misel*'lerden yapıldığını, ve onun erişkin organizmanın alacağı şeklin tek belirleyicisi olduğunu sanıyordu. Böylece, evrim, esas olarak, her organizmadaki iç kuvvetin etkisiyle, idioplasmda süreksiz değişmeler oluşması ve doğal seçimin, uygun olmayan şekilleri ayıklayarak yoketmesiyle meydana geliyordu. Avusturya'da, bitkilerle deney yapan, Gregor Mendel, 1822-84, bezelye ile yaptığı genetik araştırmaların, Nageli'nin kalıtımla ilgili tanecik teorisini desteklediğini bulunca, sonuçlarını kendisine yollamıştı. Fakat, Nageli, Mendel'in formüllerinin, 'ussal olmaktan çok ampirik' göründüğünü yazmış ve kendisinin çalışmalarını dikkate almamıştı. Nageli, önceki doğa filozoflarından daha maddeci de olsa, onlar kadar kuramsal idi. Kendisi, teorilerinin, ussal ve Alman olduğunu; Darwinizmin ise, sadece, İngiliz deneycilik akımının bir örneği olduğunu iddia etmiştir.

Nageli'nin, genel beden dokularından farklı olarak ele aldığı, kalıtımsal madde, veya, idioplasm teorisi, Freiberg'de zooloji profesörü olan August Weismann, 1834-1914, tarafından ele alınarak, geliştirildi. Kendisi, 1892'de yayınladığı, *Kalıtım ve İlgili Biyolojik Sorular Üzerine İnceleme*'de, kalıtımsal niteliklerin geçişinden sorumlu gördüğü ve tohum plazması[8] adını verdiği kısım, yani Nageli'nin idioplasmıyla, soma veya beden plazması arasına kesin bir çizgi çekmiştir. O, basit tek hücreli yaratıkların ikiye bölünerek, yani aseksüel olarak çoğaldıkları için, kaza dışında ölümsüz olduğuna işaret etmişti. Yüksek hayvanlarda ise, bedenin ölümlü olduğunu, sadece, kuşaktan kuşağa geçen tohum plazmasının ölümsüz olduğunu belirtmişti. Weismann'ın düşüncesine göre, tohum plazması, bir organizmanın önemli olan kısmıydı: O, beden plazmasının şekil ve özelliklerini belirliyor, beden plazması da, kendini üretebilmek için tohum plazmasını besliyordu. Fakat, beden, tohum plazması üzerinde herhangi bir etkiye sahip değildi. Bu nedenle, bedenin, çevre etkileriyle kazandığı özellikler, yavruya geçemiyordu. Weismann, bir çok fare neslinde kuyruklar kesilse de, yavruların yine de kuyruklu doğduklarını göstererek, bunu ispatlamağa girişti O, bu deneyi, Lamarck'çı görüşün çürütülmesi olarak ele aldı. Halbuki, Lamarck'ın kendisi de, sakatlamaların kalıtımla geçmediğini belirtmişti.

Weismann, organizmaların iç kuvvetlerinin tohum plazmasında, artan mükemmellikte değişiklikler meydana getirdiği şeklindeki, Nageli'nin teorisini reddediyordu. Kendisi, değişikliklerin, biri annenin diğeri de babanın olmak üzere, iki farklı tohum plazmasının birleşmesiyle meydana geldiğini düşünüyordu. Yavru, anne veya babasının iki katı kadar tohum plazmasına sahip olamayacağı için, daha 1887'de, Weismann, yumurta veya sperm oluşurken, ana ve babanın tohum plazmasının ikiye bölündüğünü ileri sürdü. Böylece, bir yumurta ile bir spermin birleşmesi, yavruya, ana veya babasınınkine eşit tohum plazması sağlıyordu. Bu şekilde, meyoz olayı, deneysel yoldan mikroskopla izlenmesinden bir kaç yıl önce öngörülmüştü. Weismann, bundan başka, tohum plazmasının, cinsiyet hücrelerinin çekirdeğindeki, ipliğe benzer kromozomlar içinde bulunduğunu: tohum plazmasının, determinantlar dediği birimlerden meydana geldiğini ve bu

[8] Germplasm, (Ç.N.).

birimlerin her birinin, organizmanın belirli özelliklerinden birini düzenlediğini, ileri sürdü. Bu tahminler de, yine, kromozomların kalıtımsal özelliklerin taşıyıcısı olduğu hakkında pek bir bilgi yokken, yapılmıştı.

Weismann'ın görüşlerine, Yeni Lamarckçılar ve özellikle İngiltere'de Herbert Spencer tarafından şiddetle karşı çıkıldı. Spencer, erkek ve dişi tohum hücrelerinin çeşitli kombinasyonlarının, yavruda, önemli ve özellikle, nitelikçe yeni bir değişiklik meydana getirmeyeceğine inanıyordu. Spencer'e göre, böyle değişiklikler, ancak, Lamarckçı mekanizmalarla çevresel değişikliklerin etkisiyle kazanılan yeni özelliklerin kalıtımıyla meydana getirilebilirdi. Spencer, gördüğümüz gibi, ilerleme konusundaki sağlam inancıyla, orta-Viktoryen dönemin bir ürünü idi. Weismann ise, daha sonraki bir dönemde ve böyle bariz bir inancın olmadığı, başka bir ülkede çıkmıştı. Onun, 'tohum plazmasının sürekliliği'ne dair teorisinin asıl üzerinde durduğu konu, Spencer'i ilgilendiren, yeni, uygun değişmelerin kökeni değil; organizmaların zaten sahip olduğu karakteristiklerin korunmasıydı. Weismann, şöyle yazmıştı:

'Hepsinin en üzücü olanı, hiç bir konuda, belirli bir sapmanın yararlı olup olmadığını söylememizin olanaksızlığıdır: Görünüşe göre, ilerde de bu olanaya sahip olma şansımız bulunmuyor.'

Weismann'ın teorileri, bunlar hakkında henüz deneysel fazla bir destek olmadan da, Almanya'da yaygın olarak kabul görüyordu. Bu durum, bazı yazarlar tarafından Weismann'ın görüşleriyle, Almanya'da popüler olan ırkçı teoriler arasındaki benzerliklerle açıklanmıştır. On dokuzuncu yüzyıldaki gelişmeleri özetleyen, biyolog Patrick Geddes, 1854-1932, diğer bir biyolog olan, Arthur Thomson, 1861-1933 ile yazdığı, *Evrim* konulu kitabında; biyolojik evrime dair her temel teorinin, 'dönemin genel sosyal dönüşümlerinin' bir kısmını oluşturduğuna dikkat çekmiştir. Bu konuda şunları yazmıştır:

'Böylece, Fransa'daki siyasi devrimin ve İngiltere'deki endüstri devriminin doruğundaki kuşak, kendilerini, Lamarck ve Darwin ile, bu düşünürlerin düşlemiş olduğundan, veya onların baş temsilcilerinin ve öğrencilerinin anlayabildiğinden çok daha net olarak ifade edebilmişlerdir... Lamarck'ın, kullanma veya kullanmamanın etkileriyle ilgili yorumları, organizmaların kapasitelerini sonuna kadar gerçekleştirecek iç özgürlüğü

konusundaki kesin ısrarı; toplumun yıpranmış düzenini bırakarak, toplumsal gelişmeye atılan yeni adımdan, yeni düzen önünde açılan özgürlükten başka nedir? 'La carrière ouverte aux talents'[9], yahut, Napoleon destanındaki. 'her Fransız askerinin torbasında bir mareşal asası taşıdığı' şeklindeki, şahane aşırı-inanç, koyu Lamarckçılıktır. Fakat, İngiliz düşüncesine hakim olan, daha soğuk ticari bakış, böyle siyasi ve askeri abartmaların önüne geçmiş, mekanik verimlilik idealleri, bireysel ve parasal başarı, çoğu kez olduğu gibi, liberal hayallerin ve emperyalist zaferlerin harabesi üzerinde yükselmiştir.....'Rekabet, Ticaretin canıdır': öyle ise, niye, Canın da ticareti olmasın? Ama, ekonomik uygulamalardaki tüm yenilik ve etkinliğe rağmen, bu doğa bilimcilerinin keşiflerinin toplumsal kökenleri, geçmişte olduğu gibi günümüzde de, çoğu kez safça unutulmaktadır. Hatta, yeni Darwinci zamanlarda bile! Birimizin ara sıra eserlerinin tercümanlık ve editörlüğünü yaptığı Weismann için ortak ve gerçek saygımızla, şimdi de diğerimiz, bu geniş ufuklu ve makul düşünürün hiç dikkate almadığı anlaşılan. az sayıdaki eleştirilerden birini vurgulayacaktır: yani, onun kendi tohum plazması teorisiyle, çağdaş Alman düşüncesi arasındaki çarpıcı benzerlik; Prusya'nın zaferleri ve hakimiyeti, aristokrasisinin yinelenen iddiaları; ve hepsinden çok, siyasi ve antropolojik görüşlerle birleşik ırk doktrinleri. Bu egemen Prusya etkinlik dünyası ile, Weismann'ın spekülatif biyolojideki yüce konumu arasındaki ara adımı, Kont Gobineau'nun, bilinçli ve açıkca biyo-sosyal, ayrıntılara boğulmuş doktrini oluşturuyor. Tüm bu benzer gelişmeler, şimdi bilimsellikle ilgisi olmasa da, Houston Steward Chamberlain ile, etkili bir ifadeye kavuşmuş bulunuyor. Böylelikle, onun Almanya'daki itibarı da hakedilmiş ve açıklanmış oluyor.'

Bir Fransız olan Kont Gobineau, 1853'de, *İnsan Irklarının Eşitsizliği Üzerine bir İnceleme'yi*, yazmıştı. Houston Steward Chamberlain ise, bir İngiliz olmakla birlikte, Almanya'da yetişmiş ve 1899'da yayınlanan *On dokuzuncu Yüzyılın İlkeleri'* adlı kitabını Almanca olarak yazmıştı. Bu kişiler, insan ırklarının, sabit tipler olup, birbirlerinden çok farklı oldukları düşüncesindeydiler. Onlar, Ari ırkların daha üstün olduğuna ve insanlığın geri kalan kısmı üzerindeki doğal hakimiyetleriyle, uygar toplumu sadece bu ırkların kurduğuna inanıyorlardı. Ariler ile aşağı ırkların birleşmesi, onlara göre, insan türünün yozlaşmasına yol açacaktı. Her ırkın ayırt edici özelliklerinin, o ırkın üyelerinin

[9] Meydan yeteneklere açık, (Ç.N.).

ölümsüz tohum plazmalarında bulunduğuna ve kendini sürdürdüğüne inanıldığından, böyle görüşleri Weismann'ın teorilerinin de desteklediği düşünülüyordu. Üstelik, Weismann, Darwin teorisindeki rekabet öğesini,—kendi deyimiyle, 'doğal seçim'in her şeye yeten gücünü'—öne çıkarıyordu. Bu, en güçlü olanın hayatta kalacağı ilkesinin, özel bir şekli olarak, güçlü ulusların, zayıf olanlara hakim olmasına, hak verir gibi görülüyordu. Weismann'ın öğretilerinde, evrim ve gelişme ile ilgili konulara fazla önem verilmemişti: Onun inancına göre, eğer doğal seçim, sürekli olarak ana baba plazmalarının zayıf kombinasyonlarını yok etmediği takdirde, bir türün yozlaşacağına inanılıyordu. On dokuzuncu yüzyılın son on yılında, gelişme inancı genellikle kaybolmaya başlamıştı ve General Pitt Rivers'in daha önceki, 'tarih evrimdir ve bilim, organize olmuş aklı selimdir' şeklindeki aforizmi, bugün hâlâ sürmekte olan kuşkuyla ele alınıyordu. Darwin, kendi çağının düşünce kalıpları içinde kalmamış, diğer şeyler arasında, yüksek hayvanlar kadar, parazit ve yozlaşmış yaratıkların da, evrimin bir ürünü olduğuna, onların da, çevrelerinin kısıtlı koşullarına uyum sağladığına işaret etmişti. Bu düşüncenin şimdi önemle üstünde duruluyordu. 1890'da İngiltere'de, Ray Lankester'in, *Yozlaşma, Darwinizmde bir Bölüm*, adlı bir incelemesi yayınlandı. Hollanda'da da, 1895'te, Vandervelde'nin, *Organik ve Sosyal Parazitlik;* 1894'de de, Demoor ve başkaları tarafından, *Biyoloji ve Sosyolojide Atrofi ile Evrim* adlı eserler yayınlandı.

Bilimsel teorilerin sosyal kökenleri, oldukça ilgi çekici ve önemlidir. Fakat, bilimsel bir teorinin değeri, onun, deneysel bilgilerle uyumuna bağlıdır. Bu, on sekizinci yüzyıl psikologları ile sosyologlarının düşüncelerini bir amaca yönelik olarak kullanan Lamarck'ın öneminin de bir ölçüsüdür. Kendisi, insan ve hayvan dünyası arasındaki formel benzerlikleri, gerçekten deneysel içerik ile doldurmayı başarmıştır. Nageli ve Weismann'ın spekülatif teorilerinin önemi ise, onların bazı görüşlerinin, genetik biliminin entellektüel çerçevesini oluşturmasında yatmaktadır. Darwin'in dehası, onun, Lamarck'ın bildiğinden çok daha geniş bir olgu kümesini, o günkü İngiliz düşüncesine, veya daha özgül olarak, Malthus'un fikrilerine uygun olarak yorumlayabilmesine ve kısmen de, kendi çağının kısıtlı kavramlarını aşmasına olanak vermiştir. Bunu yaparken, Darwin, değeri çok daha büyük olan, yani diğer ülkelerde yapılan çalışmaları ve daha sonraki zamanlarda yapılacak keşifleri de içine alabilecek, bir teori üretmiştir.

35. Bölüm

On Dokuzuncu Yüzyılda Fransa ve Britanya'daki Bilimsel Kurumlar

ON SEKİZİNCİ yüzyıl boyunca, Fransız ve Britanyalı doğa filozofları, bilim dünyasının en önünde yeralıyorlardı. Gördüğümüz gibi, bunların çalışmaları birbirini tamamlıyordu: Fransızlar, doğanın teorik olarak yorumlanmasına, İngilizler ise, deneysel araştırmaya eğilim gösteriyorlardı. Bilimde iki ülke arasında görülen bu tür yöntemsel bölünmeler, on dokuzuncu yüzyılda, geride bazı zayıf izleri kalsa da, geniş ölçüde giderilmişti. Fransızlar ondokuzuncu yüzyılın ilk on yıllarında, dünya biliminde öncü konumda iken, bu gayretlerini sürdürememiş ve 1850'lere ve 1860'lara gelindiğinde, Britanyalılar yeniden öne geçmişti. Fakat, Britanya'nın öncülüğü de devamlı olamamış ve ondokuzuncu yüzyılın sonuna doğru Almanya, bilimde hem Fransa'yı, hem de Britanya'yı geride bırakmıştı.

Fransız biliminin karakterindeki değişiklik ve onun onsekizinci yüzyıl biterken görülen hızlı büyümesi, Fransız Devrimi'ne ait olaylarla çok yakından ilgilidir. Fransız bilimcileri, artık kendi faaliyetlerinin pratik amaçlara yöneltildiğini görüyorlardı. Bu da kendilerine, deney yapmak için eskisine göre daha büyük bir istek veriyordu. Bu sırada, yani on dokuzuncu yüzyılın ilk yıllarında, Fransa'nın en önde gelen yetenekleri, yeni yaratılan bilim kurumlarında eğitiliyordu. Devrimcilerin Fransa'nın bilimcileri önüne koyduğu ilk pratik problem, ülkedeki ağırlık ve uzunluk ölçülerinin standardize edilmesiydi. On sekizinci yüzyıl boyunca, Fransa'da ağırlık ve uzunluk ölçüleri, bölgeden bölgeye büyük değişiklik göstermekteydi. Örneğin, bir metre, Paris'te 100 cm, Marsilya'da 98 cm, Lille'de 102 cm. ve Bordo'da 96 cm. geliyordu. Talleyrand'ın talebi üzerine, Paris Bilimler Akademisi, 1790'da, Laplace, Lagrange, Lavoisier, Monge ve diğerlerinden oluşan bir komite kurarak, sorunu ele aldı. Komite, ertesi yıl, Kurucu Meclis'e bir rapor göndererek, metre'nin, doğal bir standard olmasını, yani, Dünya çevresinin bir çeyreğinin, onmilyonda biri olarak alınmasını; gram'ın da, +4 C° deki 1 santimetre küp, saf suyun ağırlığı olarak belirlenmesini önerdi. 'Ölçülerimizin hayret ve utanç verici

karışıklığına bir son vermek için', Meclis, Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Komisyonu'nu kurdu. Dünya çevresinin dörtte birini ölçmek için, astronom, Delambre, 1749-1822 ve Mechain, 1744-1804, Dunkirk ve Barcelona arasındaki uzaklığa üçgenleme yöntemi uyguladılar. Yeni ölçümler, 1799'da tamamlandı. Tüm ülkeler, bu sistemi kabul etmeğe davet edildiler ve sonuçta, Avrupa kıtasındaki çoğu ülke bu davete uydu.

1793'te, Girondistlerin düşmesi ve Jacobenlerin iktidara gelmesiyle, Fransız Devrimi, daha radikal bir döneme girdi. Bunun üzerine, öncü bilimsel dernek olan, Paris Bilimler Akademisi de dahil olmak üzere, eski kurumların çoğu kapandı. Üstelik, başta, *ancien regime*'in vergi teşkilatı, *Ferme Generale*'i yöneten Lavoisier ve Jacobin'lere karşı çıkan, Paris Belediye Reisi astronom Bailly, olmak üzere, ancien régime[10] veya Girondist'lerle ilişkili görülen bilimcilerin çoğu idam edildiler. Kralın idamına ve diğer olaylara muhalefet eden, Bilimler Akademisinin sekreteri Condorcet'yi tutuklamak üzere de harekete geçildi. Ama, o, kendisini yakalayacak olanlardan daha hızlı davranarak, intihar etti. Lavoisier'yi yargılayan mahkemenin başkan yardımcısı, Collinhall, 'Cumhuriyet'in bilginlere ihtiyacı yoktur', diye ilan ederken; diğer bir hukukçu, Durand de Maillane, Fransa'nın 'zaten çok fazla bilim adamına sahip olduğunu' düşünüyordu. Bir buçuk yüzyıl önce, Bilime dair böyle bir düşünce tarzı, olağan değildi. Gerçekten, Bilimler Akademisi'nin tarihçisi, Maury, 1864'te şunları yazıyordu:

'Ülke savunması için her şey gerekliydi--barut, top, yiyecek. Silah depoları boştu, çelik artık dışarıdan ithal edilmiyor, Hindistan'dan güherçile gelmiyordu. Fransa'ya istediklerini verebilecek insanlar, çalışmaları yasak edilmiş olanlar, işte bu insanlardı.'

Artık, Meclis, bu teknik gereksinmeleri karşılamaları için, bilim adamlarına çağrı yaparken, daha çok bilim adamı yetiştirmek için de yeni kurumlar meydana getiriyordu. Cisimleri bir kağıt üzerinde temsil etmek üzere, tasarı geometriyi geliştiren, Gaspard Monge, 1746-1818, top dökmeyi ve namlu delmeyi araştırırken, donanma bakanı olarak atanmış, onun dostu ve yine matematikçi olan Carnot da, 1753-1823, savaş bakanı yapılmıştı. Bu görevdeki hizmetleri, ona, 'Zaferin Organizatörü', ünvanını kazandıracaktı. Kimyacı Fourcroy, 1755-1809, barut üretimi müdürlüğü görevinde, Lavoisier'nin

[10] eski rejim. (Ç.N.).

gübreden güherçile elde etmeye yönelik araştırmalarına devam etti. Devletin boya endüstrisini yöneten Berthollet, 1748-1822, güherçileye bir alternatif olarak, bulduğu sodyum klorat ile deneyler yapmış; ayrıca, diğer bir kimyacı olan Morveau, 1737-1816, ile, amonyak oksidasyonu yoluyla, sentetik güherçile yapmak için bir yöntem bulmuştu.

Bu tür katkılar, bilimin o dönemin teknik problemlerini çözebileceğini göstermişti. Bilimi ilerletmek için, eski kurumlar yenilenirken, yeni kurumlar da açılıyordu. 1794'de, Doğa Tarihi Müzesi olarak, Kralın Bahçeleri yeniden açıldı. Eski kurumun dereceli kadroları, eşit statülü dokuz profesörlük kadrosuna dönüştürüldü. 1795'de, Fransız Enstitüsünün üç bölümünden biri olarak Bilimler Akademisi, yeniden yapılandırıldı. Diğer bölümler ise, edebiyat ile, politika ve manevi bilimleri kapsıyordu. Eski Bilimler Akademisi, asillerden seçilen, on iki onursal üyeden oluşuyordu. Akademinin, başkanları, başkan yardımcıları sadece bu kişiler olabilirdi. Akademi'ye seçilecekleri belirlemek ve akademinin işlerini yönetmek üzere, onursal üyelere ek olarak, emeklilerden oluşan on sekiz üye daha vardı. Ayrıca, on iki asosye üye, on iki ek üye, bazı serbest asosyeler, üst tahsisatlı asosyeler, ve çok değişik sorumlulukları ve hakları olan, yabancı üyeler bulunuyordu. Fransız Enstitüsünün Bilimsel Bölümü, altmış üyeden oluşuyordu. Bu kişiler, Kraliyet Derneğinin üyeleri gibi, iş ve kendi organizasyonu içinde eşit söz hakkına sahipti. Lakin bu kişiler, eski Bilimler Akademisinde de olduğu gibi, aylıkları devlet tarafından ödenen memurlardı.

Ulusal Meclis, 1794'te, bir kaç askeri okul ve tıp okulu, ayrıca Sanat ve Meslek Konservatuvarı açtı. Bu sonuncusu, teknik bir kolej ile müzeden oluşuyordu. Aynı zamanda, Ecole Polytechnique ve Ecole Normale Supérieure gibi, Fransa'da on dokuzuncu yüzyıl boyunca bilimsel eğitim ve araştırma yapılan önemli kurumlar açıldı. Dört ay sonra Superiéure kapandı ve 1808 yılında Napoleon tarafından tekrar açılana kadar bir önemi olmadı. Fakat, Polytechnique, başından itibaren parlak bir konuma geldi. Bu kurum, 1794'te dörtyüz öğrenci ve o dönemin tanınmış bilim adamlarından oluşan bir öğretim kadrosu ile açılmıştı. Matematiksel fizik, Laplace ve Lagrange tarafından, geometri Monge tarafından ve kimya Berthollet tarafından öğretiliyordu. Onların sonradan yerlerine geçecek öğrencileri arasında, fizikçiler Malus, Arago, Poncelet, Poisson, Cauchy, Sadi Carnot ve kimyacılar Gay Lussac,

Thenard, Vauquelin, Dulong ve Petit bulunuyordu. Napoleon zamanında, halk eğitiminden sorumlu bakan olan, kimyacı Fourcroy tarafından daha başka birkaç askeri okul, tıbbi ve teknik kolej açıldı ise de, bunların önemi az oldu. Napoleon'un kendisi de, yararlı keşiflere verdiği ödüllerle, bilimin pratik yönünü özendirdi. Bunun yanında, psikolog Cabanis gibi, eski maddeci felsefecilerin geleneğini sürdüren spekülatif düşünürleri, toplanmış oldukları Fransa Enstitüsünün siyasi ve manevi bilimlere ait bölümünü 1803'de kapatmakla, caydırma yönüne gitti. Böylece, Fransız bilimi, Napoleon döneminde daha pratik ve deneysel bir hale dönüşürken, Fransız endüstrisinin teknikleri de geliştiriliyordu.

Bourbon'ların 1814'de yeniden iktidara dönmesiyle, Fransa'nın resmi ve ileri gelen çevrelerinde belirgin bir bilim karşıtı akım uyandı. Bu akım, özellikle, Fransız biliminin maddeci ve matematiksel geleneğine karşı gelişerek, matematiksel fizikçileriyle dikkatleri çeken ve devrimci bir ün kazanmayı başaran Ecole Polytechnique'in 1815'de kapanmasına yol açtı. Mme de Stael ve Chateaubriand, 'tüm matematikçi taifesi'ni sevmediklerini, dile getirmişlerdi. Lamartine için, 'matematik, insan düşüncesinin zincirleriydi'; 'nefes alıyorum ve onlar kırılıyor', diye yazmıştır. İdealist ve romantik Alman doğa felsefesi, Fransız bilimine, belki biyoloji dışında fazla bir etki yapmamakla birlikte, bir tür popülerlik kazandı. Politeknik ve oradaki matematiksel fizikçiler, restorasyon döneminde öne çıkarlarken, ondokuzuncu yüzyıl Fransa'sında sürecek olan da onların geleneğiydi.

Ulusal Meclis tarafından 1794'de kurulan kurumlar, Fransız bilimsel etkinliğinin, Paris okullarında yoğunlaşmasına neden oldu. On sekizinci yüzyılda, taşrada ileri giden bilimsel akademiler de vardı. Ama, on dokuzuncu yüzyılda, Polytechnique ve Supériore, taşralılar kadar, başkentli genç Fransız bilimcilerinin de Mekke'si konumuna geldiler. Bu durum, illeri, bilimsel yeteneklilerden yana yoksul bırakıyordu. Bu nedenle, Paris'te yoğunlaşan bilimi, merkezden dışarıya yaymak için sarfedilen gayretlerin başında, 1870'de, Fransız Bilimi Geliştirme Birliği'nin[11] kurulması gelir. Diğer taraftan, Britanya'da, bilimsel etkinliğin taşrada büyümesi, gittikçe daha belirgin hale geliyor ve bu kendini, on dokuzuncu yüzyılda, taşralı edebi ve felsefe

[11] French Association for the Advancement of Science, (Ç.N.).

derneklerin gelişmesiyle gösteriyordu. Gördüğümüz gibi, İngiltere'de sürekli olan bu derneklerin ilki, toplantıları 1781'den itibaren kaydedilen, Manchester Edebi ve Felsefe Derneği idi. Bundan sonra gelen, Fransız Devrimi ve Napoleon Savaşları dönemi, sıkıntılı bir dönemdi. Bu dönem, eski, Birmingham Ay Derneği'nin kapanmasına tanık oldu. Ama, 1812'de, Liverpool Edebi ve Felsefi Derneği kuruldu; 1818'de bunu Leeds'de bir başkası izledi. Dört yıl sonra, Sheffield'de de bir dernek kurulurken, aynı zamanda büyük ve daha önemli ve eyaletin tamamını kapsayacak olan, Yorkshire Felsefe Derneği de ortaya çıkıyordu. Bundan sonra, eyalet bilimsel ve edebi dernekleri sayısının, her on yılda, beş, on, on beş ve hatta yirmi kadar arttığı görüldü. Öyleki, yüzyılın sonuna gelindiğinde, böyle yüz kadar dernek kurulmuş ve her büyük şehir, kendi bilimsel kurumuna sahip olmuştu. Bu derneklerin çoğu, bilgi ve bilimin uygulamalarını, ve daha genel olarak, kendi bölgesel ekonomi ve kültürünü geliştirmeğe meraklı birer, amatör, endüstrici ve uzmanlar topluluğu idi.

Eyalet derneklerinin üye sayısı, yüz ile beş yüz kişi arasında değişebiliyordu. Bu sayı, Kraliyet Derneği'nin onyedi ve on sekizinci yüzyıllarda, bilime ilgi duyan İngilizlerin çoğunu ve başkalarını barındırdığı zamandaki üye sayısı civarındaydı. Böylece, diyebiliriz ki, on dokuzuncu yüzyılda, İngiltere'de bilime etkin olarak ilgi duyan şahısların sayısı, en az, yüz kat artmış bulunuyordu. Bunlardan başka, 1788'de kurulan Linnaean Society, Jeoloji Derneği (1807) ve Kimya Derneği (1840) gibi, ulusal uzman dernekler de vardı. Bu derneklerin üyeleri, belki, genel amaçlı bilimsel derneklerinkiyle üst üste düşüyordu. Kraliyet Derneği'nin idarecileri, bu yeni derneklerin kurulmasından pek hoşnut değillerdi. 1806'da, bir büyük şehrin Kimya Derneğinin kuruluşu tartışılırken, teklif, Kraliyet Derneği Başkanı, Sir Joseph Banks tarafından önlenmeğe çalışıldı. O, 'açık olarak görüyorum ki, bu yeni diş çıkaran dernekler, sonunda Kraliyet Derneğini alaşağı edecekler ve örtünmesi için yaşlı hanıma sadece bir paçavra bırakacaklar,' diyordu.

Amatör bilimci dernekleri Britanya'da eksik değildi ama, on dokuzuncu yüzyılın ilk yarısında, İngiltere'de, bilim adamı yetiştirecek kurumlarda bir eksiklik vardı. On sekizinci yüzyıl boyunca, Uyum Karşıtlarına ait akademiler bu bakımdan değerli bir hizmet görmekle birlikte, on dokuzuncu yüzyılda

bunların verdiği eğitim, genellikle, ilahiyat'tan ibaret kalmıştı. Ancak 1850'lerden sonradır ki, 1850-51 yılının Kraliyet Komisyonları'nın arkasından, Parlamento'nun kararı ile, Oxford ve Cambridge yeniden düzenlendiği gibi, çoğuna, yerel edebi ve felsefi derneklerin analık ettiği, önemli eyalet üniversiteleri kuruldu. On dokuzuncu yüzyılın ilk yarısında, Londra (1826 ve 1828) ve Durham'da kolejler kurulmakla birlikte, o dönemin İngilteresi'nde bilimsel eğitim veren önemli kurumların. Mekanik Enstitüleri olduğu anlaşılmaktadır. İskoçya'daki üniversiteler daha yeni kuruluşlar olup, daha çağdaş geleneklere sahipti. Glasgow ve Edinburgh'da, bilim, başta Joseph Black ve öğrencileri tarafından olmak üzere, 1760'lardan beri öğretiliyor ve geliştiriliyordu. Pratik dersler için, Glasgow'da ilk kimya laboratuvarı, orada kimya profesörü olan Thomas Thompson tarafından 1817'de kuruldu. Fizik öğretimi için ilk laboratuvarı da, William Thompson, veya, 1846'da Glasgow'da doğa felsefesi profesörü olunca aldığı adla, Lord Kelvin kurdu. Deneysel çalışmayı bilim adamının eğitim programına katarak, bilim eğitiminin çağdaş yapısını şekillendiren, gerçekte Kelvin'dir. Mekanik Enstitüleri, İskoçya'da da ortaya çıktı. Glasgow'da doğa felsefesi profesörü olan, John Anderson, 1760'lardan itibaren zanaatkarlara da bilimsel konularda ders verdiği gibi, 1796 yılında öldüğünde, arazisinde bilim öğretecek bir kurum kurulmasını vasiyet etmişti. Glasgow'daki Anderson Kurumu'nda, 1804'e kadar fizik profesörü olan Dr. George Birkbeck, bu tarihte Londra'ya geçerek, bilimsel konularda kurslar açtı; bunlar, 1823'de, Londra Mekanik Enstitüsünün kurulmasını sağladı. Aynı yıl, üniversiteden ayrılan bazı hocalarla, Glasgow Mekanik Enstitüsü kuruldu. Sonra, 1825'de, Birmingham'da da bir Mekanik Enstitüsü açıldı. Kısa sürede ülkedeki büyük şehirlerde diğerlerinin de yerden fışkırmasıyla, 1850'ye gelindiğinde, bu kurumlardan altı yüz tane bulunuyor ve bunların üye sayısı, yüzbini geçiyordu. Bu Enstitülerin çoğu, oldukça yüksek bir eğitim düzeyi tuttuırmuş bulunuyorlardı. Gerçekten de, o zamanlar bunların, 'fiziksel bilimlerde Oxford ve Cambridge üniversitelerinin çok önünde bulundukları' söyleniyordu. Londra Enstitüsü, zamanla Birkbeck Koleji adı altında, üniversite statüsüne geçerken, diğerlerinin çoğu, ya teknik kolej statüsüne geçiyor, veya, bu tür kolejler, onların yerini alıyordu.

Fransızlar. 1794'te, Sanatlar ve Zanaatlar Konservatuarı[12] adlı kurumda, büyük ölçekli bir Mekanik Enstitüsü kurdu. Bu kurum, 'Endüstriyel Sorbonne' adıyla ünlendi. Böyle bir kurum, Amerikan Bağımsızlık Savaşı'ndan sonra İngiltere'ye göçeden, Amerika'lı bir bilimci ve asker olan Kont Rumford tarafından, örnek alınmaya değer görüldü. O, kurduğu, 'Endüstriyi Özendirme ve Fakirleri Kalkındırma Derneği' ile, 1799'da bu derneğe bağlı komiteye, 'yararlı mekanik buluş ve gelişmeleriyle ilgili bilgi yaymak, bunların genel kullanımına yardımcı olmak ve bilimin, yaşamın ortak amaçları için uygulanmasını, felsefi ders ve deney programları ile öğretmek için, bir kamu kurumu' kurulması teklifini götürdü. Yardımlar toplanarak, 1800'de, Londra'da, Büyük Britanya Kraliyet Enstitütüsü kuruldu. 1801'de, kimya dersi hocası olarak atanan, Cornwall'li eczacı çırağı, Humphry Davy, burada, ünlü elektro-kimyasal araştırmalarını gerçekleştirdi. Paris Sanat ve Meslek Konservatuvarının aksine, Kraliyet Enstitüsü, etkinlikleri için özel bağışlara muhtaçtı ve bunlar başta hemen gelmiyordu. Lakin, Davy, derslerini zengin patronlara çekici gelecek şekilde oluşturduğu gibi, etkili kurumlar için de araştırmalar yaptı. Bu şekilde, Kraliyet Enstitüsü yol almayı başardı. 1793'de Fransız Devrimi sonrasında ortaya çıkan gıda maddeleri ithalindeki zorlukları karşılamak üzere kurulan Tarım Heyeti'nin Sekreteri Arthur Young'ın talebi üzerine, Davy, 1802-1812 arasında, tarımsal kimya üzerine ders verdi ve araştırmalar yaptı. 1816'da da Maden Patlamalarını İnceleme ve Önleme Derneğinin talebi üzerine, güvenli madenci lambasını icat etti. Böylece, Kraliyet Enstitüsü'nün karakteri değişti. Artık, o, Rumford'un planladığı Mekanik Enstitüsü olmasa da, eğitim amaçlı olanlara göre daha popüler dersler veren, profesyonel bir araştırma enstitüsü olmuştu. Rumford, baştaki özgün planını gerçekleştirmek istediyse de, görüşleri diğer kurucular tarafından paylaşılmayınca, bir kaç kavgadan sonra, Rumford İngiltere'yi terkederek, hayatının geri kalan kısmını Fransa'da geçirdi.

Kraliyet Enstitüsü, Britanya'nın bilimsel kaynaklarına önemli bir katkı yaparken, kendisi küçüktü. Varlığının ilk üç on yılında, burada çalışanlar, iki bilimci ile onların yardımcılarından oluşuyordu. Bu sırada, bilim, gittikçe daha karmaşıklaşıyor ve yol göstericisi olmayan bir akıl tarafından daha zor anlaşılır

[12] Conservatoire of Arts and Trades, (Ç.N.).

hale gelirken, deneysel araştırmalar da gittikçe daha pahalı aletler gerektiriyordu. Bilim de, gittikçe daha geniş ölçüde, endüstriyel ilerleme sürecinin içine giriyordu. Bu durum, bilimlerin daha fazla sayıda eğitim ve araştırma tesisine gereksinimi olduğunun duyulmasına yaradı. Bilimle ilgili diğer işlerde de yaptıkları gibi, İskoçlar, bu probleme ilk dikkat çekenlerdi. Edinburgh'da doğa felsefesi profesörü olan, John Playfair, Laplace'ın 1808 de yazdığı, *Gök Mekaniği*'ni gözden geçirirken belirttiğine göre, Laplace'm bu eserini okumak için bile, Britanya'da yeteri kadar uzmanlığı olan matematikçi sayısı, bir düzineye varmazdı. Onun işaret ettiğine göre, geçmiş altmış veya yetmiş yılda, Britanya'da ileri astronomi teorisini bilen tek bir kişi bile yoktu ve Fransızlar bu alanda tam bir tekele sahipti. Onun yazdığına göre,

'İngiliz matematikçilerini, yüksek geometri bilgisinde kıtada yaşayan akrabaları ile eş düzeyde olmadıklarının bilincinden başka, gemicilik çıkarlarını da yakından ilgilendiren Ay teorisi ile ilgilenmekten alıkoyabilecek hiçbir şey yoktu.'

Britanya'da, on dokuzuncu yüzyılın ilk yıllarında öğretilen matematik, Newton zamanındaki düzeyi vermekten öteye gitmiyordu. Diferansiyel hesapta, Newton'un biraz kötü olan notasyonu korunuyor, Leibniz tarafından geliştirilen daha zarif sembolizm ve Fransızların yaptığı katkılar geniş ölçüde geçiştiriliyordu. Bu durumu düzeltecek bir hareket, John Herschel, Charles Babbage ve diğerleri tarafından, kıta matematiğini Britanya'ya getirmek amacıyla, bir Cambridge öğrenci kulübü olan, Analiz Derneğinin kurulmasıyla başladı. Babbage, kulübün adının, 'pür d-ism (d, Leibniz tarafından kullanılan sembol) ilkelerini, noktalamaya (nokta, Newton'un kullandığı sembol) karşı kullanmayı destekleme derneği', olmasını önermişti. Bu kişiler mezun olunca, konuyu daha da ileri götürdüler. John Herschel, İngiltere'deki bilimin durumunu tümüyle eleştiren ilk kişilerden biriydi ve bunda kendisine, Humphry Davy de katıldı. Davy, bu konuda bir kitap yazmağa giriştiyse de, 1828'de bunu tamamlayamadan öldü. Lakin, onun ve Herschel'in görüşleri duyurulduğu gibi, buna şimdi Cambridge'de matematik profesörü olan Charles Babbage'ın, 1830'da yayınlanan, *İngiltere'de Bilimin Gerilemesi Üzerine Düşünceler*, adlı eserindeki görüşler de katıldı. Babbage'ın fikrince, problemin kökü, İngiltere'deki bilimsel araştırmanın hala geniş ölçüde bir amatör etkinliği olmasıydı. O, ne devlet yardımından yararlanmakta, ne de profesyonel bir hale

getirilmekteydi. Yazdığına göre, 'bilimle uğraşmak, İngiltere'de, diğer ülkelerde olduğu gibi belirli bir meslek oluşturmuyor'du. Zira, İngiltere'de hukukçuluğun, yetenek üzerinde en büyük çekiciliğe sahip olduğu görülüyor; böylece, yeteneği tahrip eden kötü bir uygulamayla, biz derin bir filozofu, göz yumulabilir bir avukatla değiştiriyoruz.' O, artık eski amatör geleneğinin uygun olmadığını, 'zira matematik şimdi, öyle büyük bir dikkat gerektiriyor ki, bu çalışma ancak, boş zamanında başka mecburiyetleri olmayanlar tarafından yapabilir', diye düşünmekteydi. Babbage, Britanya'da bilimi desteklemek için hevesli kişilerin bir dernek kurmaları çağrısını yaparken, Hükümetin de, konuyla ilgilenmesini istedi.

Babbage'ın kitabının oldukça büyük bir tepki uyandırması, Britanya biliminin İskoç eleştirmenleri tarafından memnuniyetle karşılandı. Bu konu, 1830 yılında, *Edinburgh Journal of Science* dergisine gönderilen bir kaç makalede ele alındı. Üniversite reformunun gereği orada da ileri sürülmüştü; çünkü, denildiğine göre, Fransa Enstitüsünün yabancı üyesi olan on dokuz Briton'un hiç biri, bir üniversiteye mensup değildi. Fransa İçişleri Bakanlığı, bilimsel ve edebi kurumları ayakta tutmak için yılda bir buçuk milyon frank civarında para sarfederken, Britanya hükümetinin hiç para vermediği, hatta daha önce bilim adamlarına verilen küçük bir emekli maaşının bile sonradan kesildiği dile getirildi. Hükümet, bu noktada göreve çağırılarak, Journal'ın editörü, amatör bilimci ve sonradan Edinburgh Üniversitesinin Şansölye Yardımcısı olan David Brewster, İngiliz bilimini geliştirmek için ilgili kişilerden oluşacak bir birlik kurulması çağrısını yineledi.

İçişleri Bakanı, Sir Robert Peel, bu hücumlardan biraz mahcup olmuştu. James Watt anısına bir anıt dikmek için Birmingham'da yapılan bir toplantıda, İngiltere'de bilimin geri gittiğini ve hükümetin bilimin ülkedeki akıbetine karşı ilgisiz olduğunu inkar etti. Dediğine göre, bilimsel amatörlerin deneylerinin masraflarını karşılamalarına yardım için, taht tarafından ödenek tahsisinin hazırlıkları yapılmaktaydı 300£ tutarında bir ödül, zaten, astronom Sir James South'a, 'araştırmalarını sürdürürken girdiği çok büyük masrafların bir kısmının ülke tarafından karşılanması' ve 'ülkeyi, bilimsel konularda tam bir kayıtsızlık içinde bulunduğu ithamlarından kurtarmak için', verilmiş bulunuyordu.

Halbuki, böyle ödüllerin, mevcut problemin ancak kenarına dokunduğu ve Britanya bilimi için büyük önemde bir katkı olmadığı hissediliyordu. Bu şekilde, ülkedeki bilimcileri birleştirecek ve Britanya bilimini ileri götürecek bir organizasyon kurmak için gereken adımlar atıldı. Bunun için ilk hareket, David Brewster'den geldi. Kendisi, 1831'de, eyalet bilimsel derneklerinin en büyük ve en önemlilerinden biri olan, Yorkshire Felsefi Derneği Konseyini, ülke çapında bir toplantıya 'Bilim Dostları' nı çağırmaya ikna etti. Toplantı, Eylül 1831'de, York'ta yapıldı. Burada, Britanya Bilimi Geliştirme Birliği[13] kuruldu. İlk sekreteri, kimyacı ve York Kanon'u[14] olan Vernon Harcourt'un ağzından, birliğin amaçları şunlardı:

'Bilimsel araştırmaya daha kuvvetli bir ivme ve daha sistematik bir yön vermek, bilim konularına ulusal dikkati daha fazla çekmek ve onun gelişmesini yavaşlatan dezavantajları yok etmek ve bilimi üretenlerin kendi aralarındaki ve yabancı filozoflarla ilişkilerini arttırmak.'

Birlik fikri, kısmen, 1822'de doğa filozofu Lorenz Oken tarafından kurulan ve her yıl Almanca konuşulan devletlerin çeşitli şehirlerinde, Alman bilimcilerinin toplanarak, o yılın bilimsel gelişmelerini tartıştığı ulusal bir kongreden çıkmıştı. 1828 yılındaki Berlin toplantısına Babbage da katılmış ve Britanya Birliği'ni kurmak, aklına burada gelmişti. Diğer kurucuların, ilk toplantıda atıfta bulunulan Francis Bacon'un yazılarından etkilendikleri anlaşılmaktadır. Bacon, 1626'da yayınlanan *Yeni Atlantis* adlı eserinde, bilim ve zanaatların ilerlemesi için ulusal bir akademinin kurulmasını ve bu kurumun üyelerinin, Britanya Birliği'nin sonradan yaptığı gibi, 'Krallığın başta gelen çeşitli şehirlerinde çevreler' oluşturmasını önermişti. Onyedinci yüzyılda, Bacon'un projesi, Kraliyet birliğinin kurulmasını teşvik etmişti. Lakin, Birlik, zamanla baştaki canlılığını kaybetmiş ve 1831'de Vernon Harcourt'un söylediği gibi,

'Baylar, kabul edilmelidir ki, Kraliyet Birliği, doğa bilgisini geliştirmek için üzerine düşen görevi, burada canlandırmayı teklif ettiğimiz ölçüdeki bir gayretle artık yapmıyor. Bir varlık olarak, ne kendini çalıştırabiliyor ne de başkalarının çalışmalarına yön vermeğe girişiyor.'

---

[13] British Association for the Advancement of Science, (Ç.N.).
[14] Katedral özel heyeti üyesi, (Ç.N.).

Britanya Birliği'nin toplantısı, her yıl, Birleşik Krallığm, veya bazen de Dominyonların önemli şehirlerinden birinde yapılıyor ve her toplantıya ortalama ikibin kişi katılıyordu. Böyle toplantılarda, çoğu Britanya Birliği ile bağlantı kurmuş olan ve üyelerini toplantıya gönderen uzman dernekler ile dağınık, eyalet felsefi derneklerinin üyeleri arasmda temas sağlanıyordu. Bu şekilde, bilimin iç gelişmesiyle olduğu kadar, bilim eğitiminin yagınlaştırılmasma ve bilimsel araştırmaların finansınanına kadar, bilimin ilerlemesini ilgilendiren bir çok sorun üzerinde, Britanyalı bilimciler arasında, geniş bir görüş birliği sağlanmış oluyordu. Bilimlerin iç gelişmesini ilgilendiren konuşmalar, bilimin herhangi bir yıldaki durumu üzerinde genel bir manzara çizmeye yaradığı gibi, ondokuzuncu yüzyıl üzerine yapılan konuşmalar, hem ilerideki araştırmaların başlangıç noktasım oluşturacağı için önem taşıyor, hem de, bazen ümit verici araştırma doğrultuları belirliyordu. Bilimin ilerlemesinin dış meselelerine gelince, Britanya Birliği, daha 1850'den itibaren, yüksek eğitimde reform hareketi içinde etkin olmakla birlikte, hükümeti, bilimsel araştırmayı önemli sayılabilecek ölçüde finanse etmeye yöneltmeyi başaramadı. Ancak, birinci Dünya Savaşı'nın, 1914-18, gereksinmeleridir ki, konuyu İngiliz hükümetinin dikkatine getirmiş ve 1917'de, Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Dairesi[15]'nin kurulmasına yol açmıştır.

Küçük ölçekte, Britanya Birliği de, araştırmayı finanse ediyor ve bunun için gereken para, üyelerin bağışı ile karşılanıyordu. Bu bağışlar mütevazı idi ve kaynaklar kısıtlı olduğundan, desteklenecek araştırma konuları dikkatle seçiliyordu. Bazı bilimlerin, daha fazla para desteği sağlanarak, diğerlerine göre tercih edildiği anlaşılmaktadır. Britanya Birliği, on dokuzuncu yüzyıl boyunca Britanya bilimini bir bütün olarak en ziyade temsil eden organizasyon olduğu için, farklı bilimlere verilen çeşitli para miktarları, o bilimlere gösterilen ilginin kaba bir indisi olarak kabul edilebilir. Britanya Birliği'nin kuruluşunun ilk yüzyılında, araştırma için sarfettiği 92,000 £ paranın, 36,000 £ kısmı, fizik ve matematik problemlerinin araştırılmasına verilmişti. 18,000 £, botanik ve zooloji'ye; 10,000 £, antropoloji'ye; 7,500 £, jeoloji'ye; 4,000 £, kimya ve mühendisliğe, verilirken, daha küçük miktarlar da, fizyoloji, psikoloji, ekonomi, coğrafya, eğitim ve ziraate tahsis edilmişti. Fiziksel bilimlerin aslan payını

[15] Department of Scientific and Industrial Research, (Ç.N.).

alması, şaşırtıcı değildir; zira, bu bilimler, yüzyılın en önemli uygulamalarını vaadediyor ve veriyordu. Üstelik bunlar, çalışma ilkelerini belirleyerek, mevcut makinaları geliştirmek amacıyla yapılan bilimsel araştırmalardan ortaya çıkmıştı. Bu şekilde, buhar makinesi, termodinamik adlı bilimi doğurmuş; buna karşılık, elektrik bilimi de, elektrik endüstrisinde bir çok aletin yapımına olanak vermişti. Britanya Birliği tarafından, fizikten sonra, en fazla araştırma ödeneği biyolojik bilimlere verilmişti. Araştırılan temel problemler, organik türlerin keşfi ve sınıflandırılması; onların, anatomi, fizyoloji ve davranışlarının incelenmesiydi. Buradaki ilgi, hemen tamamen entelektüel olup, türlerin yaratılarak mı, yoksa, zaman içinde evrimle mi ortaya çıkmış olduğu, etrafında yoğunlaşıyordu. On dokuzuncu yüzyılda, sistematik biyoloji'nin fazla uygulaması olmadığı gibi, pratik sorulardan bu bilime yansıyan pek bir uyarı da yoktu. Tıp, ziraat ve maya endüstrileri, biyolojinin, insan fizyolojisi, biyokimya, ve mikrobiyoloji, gibi diğer kısımlarını uyarıyordu. Britanya Birliği'nin bundan sonra en fazla desteklediği iki bilim olan, jeoloji ve antropolojiyi doğuran ilgi, daha karmaşıktı. On dokuzuncu yüzyıl ortasında jeoloji, oldukça etkiye sahip bir bilimdi. Zira, evrim kavramı önce burada kanıtlanmıştı. Ama, bu bilim, kömür, maden yatakları ve endüstride kullanılan diğer inorganik ham maddelerin yerlerinin belirlenmesinde de, büyük pratik yararlar sağlıyordu. Aynı nedenlerle ve maden ruhsatlarında devletin çıkarlarını korumak için, daha 1835 yılında, Büyük Britanya Jeolojik Tetkik Kurumu[16], kurulmuştu. Antropoloji de, evrim sorununa karışmış bulunuyordu. İlkel insan topluluklarına, uygar toplumu oluşturan evrimsel basamaklar olarak bakılıyor, Taş Devri adamının gelişmesinde, bu basamaklar kendi aralarında, arkeolojik kanıtlarla ilişkilendiriliyordu. Bu yüzyılın ilk yıllarında, bu yaklaşım terkedilmişti; ilkel toplumlar, artık tarih içinde gelişen varlıklar olarak değil, durağan, 'toplumsal yapılar' olarak inceleniyor, yardımcı bilim olarak da arkeoloji yerine psikoloji devreye giriyordu. Pratikte, antropoloji, özellikle 1880'lerden sonra, emperyal bölgelerde yatırımlar hızlanmağa başladığında, koloni halklarını anlamak ve kontrol etmek için kullanılıyordu. Britanya Birliği, 1881'de antropoloji konusu ile ilgilenen ayrı bir bölüm kurduğu gibi, 1886'dan itibaren, Mısır, Hindistan, Avustralya ve diğer bölgelerin yerli kabileleri hakkındaki çalışmaları finanse etti. Fizik, biyoloji ve hatta antropoloji ile

[16] The Geological Survey of Great Britain, (Ç.N.).

karşılaştırıldığında, kimya bilimi, Britanya Birliği'nden verilen araştırma paralarından, göreceli olarak, az yardım almıştır. Mühendisliğe oranla, ziraate de az para verilmiştir. Britanya Birliği'nin, daha 1831'den itibaren, bir mühendislik bölümü kurulmuş ve yüzyıl boyunca mühendislik araştırmalarına 4,000 £ harcanmışken, 1912'ye kadar bir ziraat bölümü olmadığı gibi, o tarihe kadar, bu konuya sadece 5 £ sarfedilmiş bulunuyordu. Şurası ilginçtir ki, Britanya ziraati ve kimya endüstrisi, ve özellikle, sürekli araştırmanın şart olduğu, ince kimya endüstrisi, bu yüzyıl başında, göreceli olarak, zayıf bir durumdaydı. Örneğin, ilk sentetik boyaların 1856'da Perkin tarafından İngiltere'de icadedilmiş olmasına rağmen, burada kullanılan boyaların onda dokuzu, o zamanlar, Almanya'dan ithal ediliyordu.

Son olarak, Kraliyet Birliği'nin, 1830'lar ile 1840'lar arasında, kendi gayretleriyle yeniden düzene girdiğini söylemeliyiz. On sekizinci yüzyılda, Birlik, yavaş yavaş bir Londra kulübü haline gelmiş; bilimsel olmayan üye sayısı zamanla artmış ve ondokuzuncu yüzyılın ilk yarısına gelindiğinde, bilimcilerle bilimci olmayan üyelerin sayıları eşitlenmişti. Üstelik, 1820'lerde, Humphry Davy Başkan yapılana ve Birlik Konsey'inde bilimci çoğunluğu garanti altına alınana kadar, Birlik'in kontrolu, bilimci olmayan üyelerin elinde bulunuyordu. Fakat, Davy'den sonra, yerine, bir avukat olan Lord Colchester ve sonra da, III. George'un oğullarından biri olan Sussex Dükü geçmişti. Ancak 1847'ten sonra, Birlik'e girenler, geniş ölçüde, bilim adamı olanlarla sınırlandırılmış bulunuyordu. Kraliyet Birliği'ne giriş ayrıcalıklarını, asiller 1874'ten itibaren ve devlet danışma meclisi üyeleri de, 1902'den sonra kaybetmişlerdir. Birlik'e üye olarak, 1945'ten sonra kadınlar da kabul edilmeye başlanmıştır.

36. Bölüm

Kimya ve Maddenin Atom Teorisi

LAVOISIER'nin, *Kimyanın Temel Kitabı*[17] adlı eserinin, 1789'da yayınlanmasıyla, kimya bilimi, geçmişteki simya dönemiyle kalan bağlarını da koparark, modern bir şekil aldı. Lavoisier, kimyada niceliksel araştırma yöntemlerinin önemini vurgularken, bu bağlamda, maddenin korunumu ilkesini de ortaya koydu. Bu ilke, bir kimyasal tepkime sırasında, hiç bir şeyin kaybolmayacağını veya kazanılmayacağını; yani, çıkan ürünlerin ağırlığının, en baştaki maddenin ağırlığına eşit olduğunu ifade etmektedir. Kendisi, ayrıca, kimyasal elementlerin, kimyasal vasıtalarla, daha basit herhangi bir şeye parçalanamayan maddeler olduğu fikrini yeniden canlandırdı. Lavoisier,— elementler, 'kimyasal analizin varmış olduğu gerçek terimler'dir, demiş ve bildiği, yirmi üç gerçek elementin listesini vermişti.

Lavoisier'nin yeni bakış açısı, kimya bilimindeki bir kaç ampirik yasanın üzerinde dikkatle durulmasını sağladı. Bunlardan birincisi, eşdeğer oranlar yasasıydı. Bu yasa, 1791'de Breslau madenlerinde ve Berlin Porselen fabrikasında kimyager olan, Jeremiah Richter, 1762-1807, tarafından formüle edilmişti. Richter, filozof Immanuel Kant'ın bir öğrencisi olup, hocasıyla birlikte, fiziksel bilimlerin tümünün, uygulamalı matematiğin dalları olduğunu düşünüyordu. Bu ilkeyi akılda tutarak, o, şu olguyu keşfetmiştir: Bilinen miktarda bir B maddesiyle birleşen bir A maddesinin ağırlığı; aynı B maddesinin bilinen miktarıyla birleşmeye giren bir C maddesinin ağırlığıyla, tam olarak birleşir. Bu keşiften sonra, birbiriyle birleşecek kimyasal elementlerin bağıl miktarlarını gösteren, eşdeğer ağırlık tabloları oluşturulmuştur.

---

[17] Traité Elémentaire de Chimie, (Ç.N.).

İkinci bir yasa, yani, sabit bileşimler yasası, 1797'de, Madrid'de kimya profesörü olan, Fransız Proust, 1755-1826, tarafından ortaya konmuştur. O, bir kimyasal bileşik nasıl yapılırsa yapılsın, içindeki elementlerin ağırlıklarının oranının daima aynı olduğunu; bu oranın, elementlerin eşdeğer ağırlıklarının oranına eşit olduğunu bulmuştur. Bu yasanın geçerliliği, Ecole Polytechnique'de kimya profesörü olan Berthollet, 1748-1822, tarafından tartışılmıştır. Berthollet, kimyasal bileşiklerin bileşiminin sonsuz değişken olup, sabit olmadığını düşünmekteydi. Kendisi, bir kimyasal değişimde, o değişimden çıkan ürünlerden çok, değişim sürecinin kendisiyle ilgileniyor, bu konuda yaptığı incelemelerle, fiziksel kimyacıların 1860'larda yapacağı keşiflerin bazılarını önceden tahmin etmişti. Örneğin, bazı kimyasal tepkimelerin tersinir olduğunu, halbuki, diğer tepkimelerde çıkan ürün miktarlarının, kullanılan bileşenlerin baştaki miktarlarına ve bileşen ile ürünlerin bağıl çözünürlüğüne veya uçuculuğuna bağlı olduğuna işaret etmişti. Böyle durumları düşünen, Berthollet, bir bileşiğin bileşiminin, tepkime sürerken, azar azar değiştiği sonucunu çıkarmıştı. Proust ise, bir tepkime sırasında değişen şeyin, bileşimin değil, bileşiğin miktarı olduğunu; üstelik, Berthollet'nin bileşimi belirsiz bileşikler dediği şeylerin, aslında karışımlar olduğunu gösterebilmiştir. Proust, gerçekte, karışımlarla bileşikleri açıkca ayırt edebilen ilk kişiydi. Karışımın bileşenleri, fiziksel vasıtalarla ayrıştırılabilirken, bileşikte bu ancak kimyasal yöntemlerle yapılabiliyordu.

Böyle yasalar, kimyacıların, yeni bileşikler ve yeni elementler belirlemesini sağladığı gibi, bu doğa yasalarının nasıl sağlandığına açıklama getiren, atom teorisine de götürmüştür. Felsefi bir spekülasyon olarak, atom teorisi, daha Demokrit zamanından beri varlığını sürdürüyordu. Bu teori, geç antik çağ ile ortaçağda pek popüler olmamakla birlikte, Rönesans sırasında canlanmış ve fiziksel dünyanın mekanikçi Newtonyen yorumu içine yerleşmişti. Fakat, ondokuzuncu yüzyıldan önce, atom teorisinin pek bir olumlu uygulamasının olduğu söylenemez. Bir gazın hacminin onun basıncı ile ters orantılı olarak değiştiğini belirten Boyle yasasını, Newton, yerlerini aşağı yukarı koruyan gaz atomları arasında, birbirine uzaklığın tersiyle değişen, itici bir kuvvet olduğu kabulüyle açıklamıştı. 1738'de, aynı yasanın modern bir açıklamasını, İsviçreli matematikçi, Daniel Bernoulli, gazın atomlarının random bir hareket yaptığı; gaz basıncının, atomların gazın bulunduğu kabın

duvarlarına yaptığı darbe etkisinden başka bir şey olmadığı kabulüyle gerçekleştirmişti. Bununla birlikte, atom teorisi, kimyada ondokuzuncu yüzyıldan önce uygulanmadı. Çünkü, kimyacıların kullandığı değişik tüm maddelerin, genellikle, her bakımdan aynı olan atomlardan meydana geldiği sanılıyordu. Halbuki, böyle bir bakış, Boyle'un onyedinci yüzyılda gözlediği gibi, kimyasal süreçlerin çok özgül olan karakterini dikkate almıyordu.

Atom teorisi, kimyanın gereksinmelerini karşılamak için, Quaker bilim adamı, John Dalton, 1766-1844, tarafından değiştirildi. Dalton, teorisinin anahatları, ilkin, 1803'de Manchester Edebi ve Felsefi Derneği'nde okunan bir makalede, tam şekli ise, onun, 1808'de yayınladığı, *Yeni Kimyasal Felsefe Sistemi*'nde[18] verildi. Dalton, gazların, birbirini, aralarındaki uzaklıkla azalan bir kuvvetle iten atomlardan meydana geldiği şeklindeki Newton'un düşüncesinden yola çıkmıştı. Dalton ve başkaları, bu itici kuvvetin, ısı, veya, buna verdikleri isimle, kalorik, olduğunu düşünüyordu, zira, Dalton, 1801'de, gazların ısıtıldığı zaman, basıncın, doğrudan sıcaklıkla arttığını görmüştü. 1802'de, bu olayı, Fransa'da Gay Lussac da, 1778-1850, gözledi ve daha sonra, kendisiyle Dalton'dan önce, bunu, Fransız Charles'ın da zikrettiğini buldu. Gazların sıcaklıkla genişleme yasası, bu nedenle, şimdi bu adla bilinmektedir. Dalton, meteoroloji problemlerine, özellikle, atmosferin doğasına büyük ilgi duyuyordu. Ondokuzuncu yüzyıl başlarından itibaren, atmosferin, başta, oksijen, azot ve su buharı olmak üzere, bir kaç bileşenden meydana geldiği biliniyordu. Atmosfer, homojen olmakla birlikte, Dalton, eğer gazın atomları birbirlerini itiyorlarsa, havanın farklı bileşenlerinin birbirlerinden ayrılacağını düşündü. Bu güçlüğü yenmek için, Dalton, farklı kimyasal maddelerin atomlarının özdeş olmadığını; bir kimyasal maddeyi oluşturan atomların birbirini ittiğini, fakat bunların başka bir maddenin atomlarını itmediğini ve farklı türlerin böyle oluştuğunu ileri sürdü. Buna göre, 1802'de şunları yazmıştı:

'A ve B adı verilen iki elastik sıvı, birbirine karıştırılırsa, bunların tanecikleri arasında karşılıklı bir itme yoktur: Yani, A'nın tanecikleri, birbirini ittiği halde, B'ninkileri itmez. Buna göre, basınç veya herhangi bir tanecik üzerine gelen toplam ağırlık, sadece, kendi cinsine ait olanlardan kaynaklanır.'

[18] New System of Chemical Philosophy, (Ç.N.).

Bu şekilde, Dalton, kendi, kısmi basınçlar yasasını buldu. Bu yasa, bir gaz karışımının toplam basıncının, onu oluşturan her ayrı gazın basıncının toplamına eşit olduğunu belirtir. Diğer bir ifadeyle, bir karışımdaki farklı gazlar, birbiri üzerine etki yapmaz: Dalton'un arkadaşı Henry'nin dediği gibi, 'Her gaz, diğer her gaza karşı bir vakumdur.'

Dalton'un kavramlarının kimyacılar için önemi, şimdi. farklı atom türlerinin varolduğu ve her elementin kendi atomları her bakımdan birbirine benzediği halde, farklı elementlerin atomlarının birbirinden değişik olduğunun anlaşılmasıydı. Dalton, farklı elementlerin atomlarının, büyüklük, ağırlık, ve birim hacimdeki sayısı bakımından farklı olduğuna ve iki element bir bileşik oluşturmak için birleştiğinde, birinci elementin her atomunun, ikinci elementin bir veya küçük bir tam sayıdaki atomu ile birleştiğine inanıyordu. O, bu son postülatı. iki element, birden fazla bileşik yapmak üzere birleşirken, B elementinin sabit bir miktarı ile birleşen bir A elementinin ağırlıklarının, birbiriyle daima basit bir oran meydana getirdiği, bulgusuna dayandırıyordu. Dalton'un araştırdığı gibi, azotun oksitleri ele alınırsa, belirli bir miktarda azotla birleşen oksijen miktarları, 1:2:4, gibi oranlar veriyordu. Bu, Dalton'un, 1804'de yayınlanan atom teorisini makul gösteren, katlı oranlar yasası idi. Bu, ayrıca, bir elementin bir atomunun, diğerinin gene sadece bir atomuyla değil, bazı durumlarda, iki, üç, dört, v.b., atomuyla birleştiğini de gösteriyordu.

Dalton, farklı elementlerin atomlarını karakterize eden önemli bir özelliğin, bunların göreceli ağırlıkları olduğuna işaret ederek, 1803 yılında, hidrojeni birim alan, bu tür ağırlıklara ait ilk tabloyu oluşturdu. Elementlerin eşdeğer ağırlıkları, yani belirli bileşikleri vermek için birleşen ağırlıklar, doğrudan ölçümlerle belirlenebilir ve eğer, her ilgili durumda, bir elementin kaç atomunun, diğer birinin tek atomuyla birleştiği biliniyorsa, bunlardan, elementlerin atom ağırlıkları çıkarılabilirdi. O zamanlar, atomların böyle birleşen sayılarını tahmin etmek için bir araç yoktu. Bu nedenle, Dalton, 'Eğer, iki cismin sadece bir bileşimi elde edilebiliyorsa, aksini gösteren bir gerekçe yoksa, bunun ikili bir birleşme olduğu kabul edilmelidir,' diye düşünüyordu. Yani, böyle bileşiklerin, her elementten sadece bir atom içerdiği kabul edilmeliydi ki, bu kabulün doğru olmadığı sonradan anlaşılacaktı.

Atomların birleşen sayılarını belirtmeyi sağlayan bir keşif, Gay Lussac tarafından 1808'de yapıldı. O, iki gaz birleştiği zaman, birleşen gazların hacimlerinin, birbirine göre, ve gaz olduğu takdirde, ürünlerin hacimlerine göre de, basit bir sayısal oranda olduğunu buldu. Dalton, birleşen iki elementin atomlarının sayılarının, basit bir oran verdiğini görerek, böylece, birleşen iki gazın hacimleri oranının, birleşen atomların sayılarının oranına eşit olabileceğini düşündü. Turin'de fizik profesörü olan, Avogadro, 1776-1856, daha ileri giderek, 1811'de, farklı gazların aynı hacimlerinin, aynı sıcaklık ve basınç koşullarında, aynı sayıda tanecik kapsadığını ileri sürdü. 1814 yılında, aynı hipotezi, Ampere, 1775-1836, de önerdi. Avogadro'nun hipotezi, bir hacim hidrojen, bir hacim klor ile birleştirildiğinde güçlük çıkarıyordu. Zira, bu durumda, iki hacim hidrojen klorür açığa çıkıyordu. Bu olgu, hidrojen ve klor atomlarının birleşme sürecinde ikiye parçalandığını içeriyordu. Bu güçlüğü, Avogadro, hidrojen, klor ve diğer gazların temel taneciğinin, o elementin iki atomundan oluşan bir molekül olduğunu ve iki gaz arasındaki kimyasal birleşmede, temel moleküllerin parçalanarak, bileşik moleküllerin ortaya çıktığını varsayarak yendi. Bu durumda, oluşan hidrojen klorür molekülünde, hidrojen ve klorun birer atomu bulunuyordu.

Avogadro'nun hipotezi, temel atomların birleşen sayılarının belirlenmesi için genel bir yöntem verebilirdi. Lakin, o, 1860'lara kadar, fazla kabul görmedi, çünkü hipotez aynı elementin atomlarının, molekül oluşturmak üzere birleşmelerini gerektiriyordu. Dalton ve başkaları ise, böyle bir kavramı reddediyorlardı; zira onlar, benzer atomların birbirini ittiği için birleşemeyeceklerini düşünüyorlardı. Ayrıca, Dalton'un kendisi, farklı atom türlerinin, yalnız atom ağırlıkları bakımından değil, büyüklük ve gazlar durumunda, birim hacimdeki sayılar bakımından da farklı olduğunu düşünüyordu. Gay Lussac'ın, birleşen hacimler yasası, farklı gazların eş hacimlerinde, eş sayıda tanecik olmasını içeriyordu. Dalton, önce, yasanın kesinlik derecesini sorguladı. Deneysel kanıtlar, onu, yasayı kabule zorladığı halde, Avogadro'nun hipotezinin geçerliliğini, o, sonuna kadar, tanımadı.

Doğanın temel taneciklerinin, özdeş olduğunu ileri süren eski atom teorisi, hala yaşıyordu. Hatta, o, değişik kimyasal elementlerin farklı atomlarının aynı temel maddeden yapılmış olduğu postülatı dolayısıyla, yeni teoriyle de birleşmişti. Londra'daki Kraliyet Kurumunda, Humphry Davy, 1778-1829, şunu yazmıştı:

'Eski filozofların, Newton'un da katılımı ile doğrulanan, yüce fikri . . . . yani, yalnız tek bir tür madde olduğu, onun farklı kimyasal ve mekanik şekillerinin, taneciklerinin farklı düzenlenmesinden kaynaklandığıdır.'

Birçok elementin atom ağırlıkları, birim olarak alman hidrojene göre, yaklaşık olarak bir tamsayı idi. 1815'de, diğer elementlerin atomlarının da, ayrı ayrı sayılardaki hidrojen atomlarından yapılmış olduğu, Londra'lı bir hekim olan, William Prout, 1785-1850, tarafından ileri sürüldü. Glasgow'da kimya profesörü olan, Thomas Thompson, 1773-1852, Prout'un hipotezinden öyle etkilenmişti ki, belirlediği atom ağırlıklarını tam sayılara yuvarladı. Lakin, İsveçli Jacob Berzelius'un, 1779-1848 ve Belçikalı Jean Stas'ın, 1813-91, araştırmaları, bazıları tam sayıya çok yakın olsa da, elementlerin atom ağırlıklarının, bir hidrojen atomunun ağırlığının tam katları olmadığını gösterdi.

Yaklaşık 1820'den 1860'a kadar, atom teorisi, kimyada önemli bir rol oynamadı. Kimyacılar, çoğunlukla, birleşen atomların sayıları gibi, bazı belirsiz tahminlere dayanan atom ağırlıkları yerine; elementlerin doğrudan belirlenen, eşdeğer ağırlıklarını kullanmayı tercih ettiler. Avogadro hipotezinin reddi, kimyacıları, elementlerin atomlarının birleşen sayılarını belirleyecek genel bir yöntemden yoksun bıraktı. Bu arada, başta Berzelius ve Stas gibi, hala atom ağırlıklarının belirlenmesine ilgi duyan kimyacıların kullandığı bazı özel yöntemler de geliştirilmişti. Böyle yöntemler oldukça etkiliydi. Berzelius'un 1830'larda düzenlediği atom ağırlıkları tablosu, gümüş ve alkali metaller haricinde, bugün kullanılana oldukça benziyordu. Gay Lussac, kendisine ait, birleşen hacimler yasasına dayanarak, bileşikleri için olmasa da, gaz halindeki elementler için, eş hacimlerde, aynı sayıda atom bulunması gerektiğini ileri sürmüştü. Berzelius, Gay Lussac yasasını kabul etmiş ve onunla, modern formülü birçok bileşikte uygulayabilmişti. Kendisi, su yapmak için, iki hacim hidrojenle bir hacim oksijenin tepkimeye girmesine bakarak, su molekülünün, iki hidrojen atomuyla bir oksijen atomundan oluştuğunu iddia ediyordu. Buna karşılık, Dalton, eğer tersi için iyi bir neden yoksa, tüm bileşiklerin ikili olacağı kuralını kullanarak, bir su molekülünün, bir atom hidrojenle, bir atom oksijenden oluştuğunu düşünüyordu.

1819'da, Berzelius'un öğrencilerinden biri olan, Mitscherlich, 1794-1863, benzer kimyasal formüle sahip bileşiklerin, aynı kristal yapısına sahip olduğuna dikkat etti. Bu onun, izomorfizm yasasıdır. Mitscherlich, daha sonraları, kendi yasasının bir çok istisnası olduğunu göstermişse de, Berzelius, bununla, bir çok tuzun formülünü ve onları meydana getiren elementlerin atom ağırlıklarını belirleyebildi. Aynı yıl, Paris'te, Dulong, 1785-1838, ve Petit, 1791-1820, bir çok metal için, atom ağırlıklarıyla özgül ısılarının çarpımının, yani, metalin birim ağırlığının sıcaklığını bir derece yükseltmek için gereken ısı miktarının, sabit olduğunu gösterdi. Dulong ve Petit kuralı, metallerin atom ağırlıklarının kaba değerlerinin bulunmasını sağlıyordu. Fakat, Berzelius, evrensel olarak geçerli olmadığını iddia ederek, bunu kullanmadı. Gümüş ve alkali metallere ait, Berzelius'un bulduğu atom ağırlıkları, kendisinin Dulong ve Petit yasasını reddetmesi nedeniyle, modern değerlerden farklıdır. Zira, o, bunların birleşen atom sayılarının iki olduğunu ve bugün alındığı gibi, bir, olmadığını düşünüyordu. Berzelius de, Gay Lussac ve Dalton gibi, Avogadro hipotezini, benzer atomlar birbirini iteceğinden bunların molekül kuracak şekilde birleşemeyeceklerini düşündüğü için reddetti. Halbuki, bu, ona, aradığı evrensel ölçüm aracını sağlayacaktı. Dalton, her atomun, bir ısı atmosferi ile çevrili olduğunu, bunun benzer atomları birbirinden ittiğini, fakat farklı atomlara karışmadığını düşünmekteydi. Berzelius, buna benzeyen, ama atomlar arası itme ve çekmeyi elektrikle açıklayan daha gelişmiş bir teoriye sahipti. Zira, bu sıralarda, elektrokimyanın yeni bir dalı doğmuş ve bu, kimyasal afinite için yeni bir teori vermişti.

On sekizinci yüzyılda, canlılar üzerindeki elektrik etkileri, özellikle elektrik çarpması, çok ilgi uyandırmaktaydı. Organizmalarda görülen elektrik olayları, örneğin, torpil balığının sokması da bunlar arasındaydı. Bu konularda çalışan, Bolonya'lı anatomi profesörü Galvani, 1737-98, bir kurbağa bacağının adele siniri preparat'larını, iki farklı metal ile temasa getirdiğinde, bacağın kımıldadığını, 1780'lerde farketmiş; bunun, biyolojik bir elektrik olayı olduğunu düşünerek, kurbağa bacağının, torpil balığı gibi, elektrik ürettiğini sanmıştı. Onun çağdaşı, Pavia'da fizik profesörü olan Volta, 1745-1827, bunun, fiziksel bir elektrik olayı ve kurbağa bacağının, sadece, iki farklı cins metalin birleştiği yerde üretilen elektrik akımına duyarlı bir elektrik detektörü olabileceğini ileri sürdü. Volta, farklı metal çiftleriyle deneyler yaptığında, bazı

çiftlerin diğerlerinden daha etkili olduğunun görülmesi, onun varsayımını destekledi. Volta, bir dizi, metal birleşme noktasıyla[19], özellikle, ardışık birleşim noktaları asitle ıslatılırsa, sürtünmeli elektrik makinelerinin gösterdiğine benzeyen, elektrik etkileri meydana getirilebileceğini kanıtladı. Sonunda, 1799 yılında, Volta, asite daldırılmış iki farklı metal, dışarıda bir tel ile birbirine bağlandığında, bundan oldukça yüksek bir elektrik akımı geçtiğini buldu. Bu şekilde, bir asitte çözülen bir metalin kimyasal etkisiyle, içinde elektrik üretilen, Volta pilini bulmuş oluyordu.

Tersine, şimdi Volta pilinden kolayca elde edilen elektrik akımı, kimyasal etkiler de yapabiliyordu. 1800'de, Nicholson ve Charlisle, suya daldırılmış iki tel ile, sudan akım geçirildiğinde, suyun, hidrojen ve oksijen olan, iki bileşenine ayrıştığını buldular. Ertesi yıl, Kraliyet Kurumunda kimya okutmanlığına yeni atanan Humphry Davy, tuz çözeltileri ve katı bileşikler üzerinde, bir dizi benzer elektroliz araştırmasına başladı. 1807'de, kostik alkalilerle elektroliz yaptığında, sodyum ve potasyum gibi alkali metalleri, sonra da, kalsiyum, stronsiyum ve baryum gibi, alkalin toprak metallerini elde etti. Bunların hepsi, yeni elementlerdi. Bunlar ve diğer araştırmalar, Davy'yi, bileşik oluşumunda etkili olan elementler arası kimyasal çekimin, temelde, elektriksel bir karakter taşıdığı şeklinde, vaktiyle, İsveç'te Berzelius'un 1811'de geliştirdiği bakış açısına uygun bir teoriye yöneltti. Aslında, Alman romantik doğa filozofları da, aynı fikre, spekülatif bir tarzda varmışlardı. Onlar, kimyasal bileşiklerin, zıt varlıkların birleşmesinden ortaya çıktığını ve bu varlıkların, artı ve eksi elektrik yükler taşıyan cisimler olması gerektiğini düşünmüşlerdi. Davy'nin dostu, Coleridge, 1772-1834, Almanya'ya yaptığı geziden, 1798-99, dönerken, Schelling'in öğretilerini getirmiş ve bunlar üzerine, Kraliyet Kurumunda konferanslar vermişti. Zamanında, belirli bir rağbet gören, çok sayıda şiir yazdığı için, Davy'nin kendisi de, bir romantik sayılabilir.

Fakat, bir süre için kimyasal afinite'nin elektrik teorisini belirleyen, Davy ve Berzelius'un deneysel araştırmaları olmuştur. Berzelius, kimyasal bileşiklerin elektrikle ayrıştırılmasında, elementlerin ve kimyasal grupların bir takımının--özellikle, hidrojen, metaller ve alkaliler--elektrik devresinin eksi

[19] Junction, (Ç.N.).

kutbuna giderken, oksijen, metal olmayanlar ve asitler'den oluşan diğer takımın da, artı kutba gittiğini farketti. İlk grubu, bunların, artı yüklü olduğu için eksi kutba çekildiğini düşünerek, kendisi, elektropozitif elementler veya gruplar; ikinci grubu da, negatif yüklü varsayarak, elektronegatif diye isimlendirmişti. Berzelius, kimyasal birleşmenin, elektropozitif ve elektronegatif elementler arasındaki elektriksel çekimden kaynaklandığını, birleşmenin, zıt yüklerin kısmen nötralize olmasını sağladığını düşünüyordu. Geri kalan yük, gruba, zıt bir yükle, daha karmaşık, ama daha gevşek, bir bileşik oluşturma imkânı veriyordu. Karmaşık olan bileşik, elektriksel nötrlüğe, kendi bileşenlerinden daha yakındı. Bu bakış açısıyla, teoriye dualistik[20] dendi. Çünkü, o, temelden farklı iki tip element ve bunların gruplaşmaları olduğunu varsayıyordu. Avogadro hipotezi, kabul edilemezdi, zira, aynı elementin atomları, eş yükler taşıdığı için, birbirini itecekler; böylelikle de, Avogadro'nun kabul ettiği ikili molekülleri kuramayacaklardı.

İnorganik kimya çerçevesinde, dualistik teori, uygunsuz değildi. Çünkü, o zaman bilinen mineral bileşikler, oldukça basit iyonik bileşiklerdi. Bunlar, zıt yüklü element veya grupların birleşimi olarak alınabilirlerdi. İnorganik kimya, jeoloji'nin, 'kahramanlık döneminde', yani kimyagerlerin analiz edecekleri çok sayıda mineralin jeologlar tarafından keşfedildiği, 1790-1830 döneminde hızla gelişti. Berzelius'un kendisi, 1810-20 arasındaki on yılda, iki binden fazla inorganik bileşiğin, hazırlanma, saflaştırma ve analizini betimlemiştir. Organik kimya içinde ise, durum çak farklıydı. Mineral bileşikler, içlerindeki elementlerin bağıl miktarları ile karakterize edilebilirlerken, organik bileşiklerin, baştan itibaren, karbon, hidrojen ve azot gibi, az sayıda elementin. karmaşık düzenlenmeleri olduğu görüldü. Bu yüzden, böyle bileşikleri karakterize etmek için, niceliksel analiz fazla yol alamadı. Gerçekten. izomer denilen bileşikler vardı ki, bunlar tam olarak aynı elementlerden meydana geldiği halde, çok farklı özelliklere sahipti. Yani, izomerlerin karakteristikleri, içlerindeki elementlerin atom sayısına değil, konumlarına bağlıydı. Böyle bir durum, 1808'de atom teorisi kurulduğunda, İngiliz kimyacı, Wollaston. 1766-1828, tarafından öngörülmüşse de, bu, 1830'larda organik kimya ortaya çıkana kadar fazla ilgi çekmemişti.

[20] İkilikçi, (Ç.N.).

Organik kimyanın gelişmesi, kimyanın, Almanya'da yükselme dönemme rastlar ve bu alanda bazı önemli keşifleri yapan da, Friedrich Wohler, 1800-82, ve Justus von Liebig, 1803-73, isimli iki Alman olmuştur. On dokuzuncu yüzyılın ilk onyıllarında ise, en önde gelen Avrupalı kimyacılar, Berzelius ve Gay Lussac idi. Liebig, Ecole Polytechnique'de Gay Lussac'ın öğrencisi olmak için Paris'e, Wohler de, Berzelius yanında eğitim görmek için Stockholm'e gitmişti. O günün mineral kimyasında tecrübe kazanmış olmakla birlikte, Liebig ve Wohler'in ikisinin de araştırma alanları, organik kimyaya komşu idi. 1824'de, Liebig, gümüş fulminat denilen bir bileşik meydana getirmişti. Bu, Wohler tarafından hazırlanan, gümüş siyanat adlı bileşikle aynı bileşime sahip olmakla birlikte, özellikleri bakımından ondan çok farklıydı. Bu duruma, organik kimyada çok yaygın olarak rastlandığı anlaşılıyordu. 1830 yılında, tartaratlar ve rasematlar arasında benzer bir duruma rastlayan Berzelius, buna izomerizm adını verdi.

1828'de Wohler, başka bir izomerlik durumu keşfetti. Aslında inorganik olarak bakılan, amonyum siyanat bileşiğini hazırlarken, bunun sulu çözeltisi ısıtıldığmda, iyi bilinen bir organik bileşiği, yani üre'yi verecek şekilde değiştiğini buldu. O zamana kadar organik bileşikler, yalnız canlı organizmalardan elde edilmişken, onların şimdi inorganik maddelerden de hazırlanabileceği görülüyordu. Bu buluş, o zaman geçerli olan, organik bileşiklerin, ancak dirimsel kuvvetlerle canlı madde içinde üretilebileceği görüşünü zayıflatmış oluyordu. 1819 gibi geç bir tarihte bile, Berzelius, organik bileşiklerin, sabit oranlar yasasına uymadığını ve bunların, dirimsel kuvvetlerin ürünü olduklarından, asıl kimyaya ait olmadıklarını düşünüyordu. Ama şimdi, organik ve inorganik kimyalar, yakınlaştırılmış oluyor ve kimyasal bileşiklerin dualistik teorisini, organik alana da genişletme girişimleri yapılıyordu. 1832'de, Liebig ve Wohler, acı badem yağmdan hazırlanan, ortak bir organik grup ve değişik inorganik gruplardan oluşan ve formel olarak, tek bir asit ile değişik bazlardan oluşturulan inorganik tuzlar kümesine benzeyen, bir seri organik bileşik bulunduğunu gösterdiler. Lakin, organik grup veya radikalin, elektropozitif hidrojenle veya elektronegatif oksijenle aynı kolaylıkla birleşebildiği görüldü. Bundan başka, 1834'de, Ecole Polytechnique'de Dumas, 1800-84, organik radikaller arasmda, elektropozitif hidrojenin, radikalin veya bileşiklerinin kimyasal özelliklerini temelde değiştirmeden, elektronegatif klor ile değiştirilebileceğini buldu.

Dualistik teori, organik kimya içine girdikçe, durum gittikçe daha karmaşık ve kaotik bir hal aldı. 1835'de, Wohler, hocası Berzelius'a şunları yazıyordu:

'Organik kimya, şimdiki durumunda insanı çıldırtabilir. O bana, bir sürü, çok ilginç şeyle dolu, ilkel bir tropik orman gibi görünüyor; korkunç ve sık ağaçlar her yanı kaplamış, kaçacak hiç bir yol yok ve olsa da, insan girmeye korkar.'

Wohler, organik kimya öğreniminden vazgeçerek, Stockholm'de öğrendiği, minerallerin analizine döndü. Liebig ise, organik kimyada kalarak, bu alandaki problemleri çözmeğe yardım edecek olan, Bunsen, Hofmann, Kekule ve Wurtz gibi, sonraki kuşağın kimyacılarına hocalık etti. Kimya öğrenmek uğruna, bunlardan Hofmann, hukuk; Kekule ise mimarlık öğreniminden vazgeçmişlerdi. Liebig de, Berzelius'un, dualistik elektrik teorisini reddederek, bunun rakibi olan, Dumas'ın 1840'da ortaya atıp, Paris'te eğitim amaçlı küçük bir laboratuvar işleten Gerhardt, 1816-56, ve Laurent, 1808-53, tarafından geliştirilen, yapısal tipler teorisini benimsedi. Dumas, organik bileşiklerin, kimyasal özelliklerinin, onları biraraya getiren elementlerin elektriksel karakterlerine değil, onların özel yapısal düzenlenmelerine veya tiplerine bağlı olduğunu ileri sürmüştü. O, aynı yapısal tipe ait olan tüm bileşiklerin, aynı özellikleri göstereceğini iddia ediyordu: Bir element diğerinin yerini alabilir, fakat yapısal düzen bütünlüğünü koruduğu takdirde, bileşiğin özellikleri fazla değişmeyecekti. Dumas, asetik asit içindeki hidrojenin üç çeyreğinin, çok farklı bir elementle, örneğin klor ile değiştirildiğinde bile, ortaya çıkan bileşiğin, asetik asitin niteliksel özelliklerini koruduğunu buldu. Wohler, hâlâ hocasının dualizmine sadık kalarak, asetik asitteki, karbon, oksijen ve hidrojen dahil, tüm atomlar klor'la değiştirilerek, o tümüyle klor yapılsa bile, onun, asetik asitin kendine has özelliklerini hala korumasının mümkün olduğunu ileri sürerek, teoriyi alaya aldı.

Tip teorisi, organik kimyacılar tarafından genel bir kabul görürken, dualistik teori, ancak, hala kimyasal teori geliştirmeye meraklı bir kısım mineral kimyacıları tarafından benimseniyordu. Genel bir ifadeyle, on dokuzuncu yüzyılın ikinci çeyreğindeki kimyacılar ve özellikle organik kimyacılar, teoriden oldukça uzaktılar. Dumas bile, kendi tipler teorisini geliştirirken,

atomlar fikri yerine, doğrudan ölçülebilen eşdeğerler. kavramını kullanıyordu. O, 1840'da, aynı yapısal tipe sahip bileşiklerin, 'aynı sayıda eşdeğerin, aynı şekilde birleştiği ve aynı temel kimyasal özelliklere sahip maddeler', olduğunu yazmıştı. Fakat, tip teorisi, kimyasal teorinin gelişmesini yeniden canlandırdı. Çünkü, bir kimyasal molekülün yapısını keşfetmek için, onu meydana getiren atomların sayısının bilinmesi gerekiyordu. Böylece, yüzyıl başlarında oldukça terkedilmiş olan, bir elementin bir atomuyla, diğerinin kaç atomunun birleşebileceğini belirleme problemi, yeniden önem kazandı. Bununla da, kimyasal teorinin arkalarında kalmış olan atom teorisinin, yeniden öne çıktığı görüldü.

Birleşen atomların sayılarının belirlenmesi problemi, veya buna verilen adla, valanslar problemi, önce, 1851'de Manchester'de yeni kurulan Owen's College'de profesör olan, Edward Frankland, 1825-99, ve sonra, Heidelberg, Ghent ve son olarak Bonn gibi değişik yerlerde profesör olan August Kekule, 1829-96, gibi, Liebig'in öğrencileri tarafından, ele alındı. Frankland, metal ve metal benzeri elementlerin organik bileşiklerini inceleyerek, 1852'de, her metal atomunun, ancak belirli sayıda organik bileşikle birleşebileceğini keşfedince, buna elementin atomluğu[21] veya valansı adını verdi. Farkettiğine göre, elementler, aynı valanslara sahip olan, gruplara bölünüyordu: Örneğin, antimon, arsenik, fosfor ve azot, genelde, birleşme sayısı olarak, üç veya beşi seçiyordu. Organik bileşiklerde en önemli element, karbon'du. 1857'den itibaren, Kekule, her karbon atomunun, dört başka atom, veya atom gurubuyla birleşebileceğini iddia etti. Bu esasa göre, Kekule, organik bileşiklerin yapısal modellerini tasarlınladı ve modeller kullanarak, bu bileşiklerin tepkimelerini yorumladı. Lakin, böyle valans ve yapı kavramları iyi tanımlı değildi; çünkü, henüz elde birleşen bir atomun sayısını belirleyecek bir kriter bulunmuyordu. Bu dönemden bahsederken, Kekule, 1861'de şunları yazıyordu:

'Kimya henüz, sabit ve katlı ağırlık, ve gazlarda keza hacim, oranları yasasından başka, hiç bir kesin yasa keşfetmiş değildi.....ve teorik denilen tüm kavramlar, sadece, bir olasılık veya uygunluk taşıyan, bakış açılarıydı.'

---

[21] Atomicity, (Ç.N.).

Bu sırada, organik kimya hızla ilerliyor ve konu gittikçe moleküler yapı için bir teoriye ihtiyaç gösteriyordu. Öyleki, valansların belirlenmesi problemi, acil bir durum aldı. Alman profesörleri, özellikle Kekule, bu problemin halli için. 1860 da, Karlsruhe'de bir konferans topladılar. Konferansa, yüzkırk civarında kimyacı katıldı. Fransa'dan, Dumas ve Wurtz, İngiltere'den, Frankland ve Roscoe gelirken, Almanlar Liebig, Wohler, ve onların önde gelen öğrencileri, Kolbe, Bunsen, ve Kekule ile, kitle halinde katıldılar. Ayrıca, Rusya'dan, Mendeleef ve Italya'dan da Cannizzaro gelmişlerdi. O dönemin milliyetçiliği ile coşan Cannizzaro, 1826-1910, vatandaşı Avogadro'nun, valans ve atom ağırlığı belirlenmesi problemini, yarım yüzyıl önce çözmüş olduğunda ısrar etti. Toplanan kimyacılar, buna kani değillerdi ve problem, konferans sonunda çözülmemiş bulunuyordu. Delegeler Cannizzaro'nun dağıttığı ve onun düşüncelerini tam olarak ortaya koyan bir broşürü alarak, oradan ayrıldılar. Kendisi, Avogadro hipotezine göre, bir bileşiğin molekül ağırlığının, hidrojen birim olarak alınırsa, onun buhar yoğunluğunun iki katı olduğunu, çünkü, hidrojen molekülünün iki atomdan oluştuğu ve farklı gazların veya buharların aynı hacimlerinde aynı sayıda molekül bulunduğunu gösterdi. Buhar yoğunlukları kolayca belirlenebileceğine göre, aynı elemntlerden oluşan bir çok bileşiğin molekül ağırlığı bulunabilirdi. Cannizzaro'nun iddiasına göre, belirli bir elementin atom ağırlığı, onun meydana getirdiği bileşikler serisi içinde, aldığı en düşük ağırlık ve keza serideki ağırlıklar arasındaki en düşük ortak fark olacaktı.

Cannizzaro'nun broşürü ve onu izleyen çalışmalar, çoğu kimyacıyı, Avogadro hipotezinin genel olarak doğru olduğuna kısa sürede ikna etti. Önceleri, Dulong ve Petit atom ısıları kuralı ve Mitscherlich izomorfizm yasası gibi, bu hipotezin istisnaları olduğu sanılıyordu. Ama, anomalilerin, buhar durumundaki ilgili bileşiklerin parçalanmasından kaynaklandığı anlaşıldı. Avogadro hipotezi, elementlerin atom ağırlıklarının kesin olarak bulunmasını sağladığı gibi, elementlerin birleşme sayıları da, bu bulgulardan hareketle; bir elementin atom ağırlığını, onun eşdeğer ağırlığıyla valansının çarpımına eşitleyerek, kolayca bulunabildi. Elementlerin bulunan valans değerleriyle, bileşiklerinin yapısal modelleri meydana getirildi. Bu bileşiklerin tepkimeleri, bu yapıların geçerliliği için bir sınama imkanı oluşturdu. Tasarlanan yapılar da, mümkün olabilecek yeni bileşikleri gösterdi. Sahip olduğu, mimarlık eğitimiyle,

Kekule, bileşiklerin mümkün olan moleküler yapılarını tasarlamakta özel bir kabiliyet sahibiydi. 1865'de, benzenin karmaşık yapısında, karbon atomlarının düzlemsel altıgen bir halka oluşturduğunu, buna da altı hidrojenin bağlandığını buldu. Moleküler yapının klasik teorisine son katkı, 1874'de geldi. 1848 yılında, Pasteur, 1822-95, tarafından izole edilen tartarik asitin iki izomer şeklini açıklayabilmek için, Le Bel, 1847-1930, ile Van't Hoff, 1852-1911, karbonun dört valansının, uzayda düzgün bir dörtyüzlünün köşelerine yönelmiş olduğunu, aynı zamanda ileri sürdüler. Optik izomer'liğin başka örnekleri de daha sonra keşfedilecekti. Bu izomerlerin iki şekli, kimyasal özellikler bakımından özdeş olmakla birlikte, bir polarize ışık demetinin polarizasyon düzlemini, bunlardan biri sağa, diğeri ise sola döndürüyordu. Le Bel ve Van't Hoff, tüm böyle durumlarda, dört ayrı grubun, merkezi bir karbon atomuna bağlandığını ve eğer karbon atomunun dört valansı, dörtyüzlü'de olduğu gibi ise, bu gruplar için iki ayrı düzenin mümkün olduğunu gösterdi.

Avogadro hipotezinin kabulünden sonra, elementlerin valans ve atom ağırlığının belirlenmesi, inorganik kadar, organik kimya üzerine de etki yaptı. Eş valansa sahip elementlerin, doğal aileler veya gruplar içine düştüğü gözlendi. Bu olgu, dikkatleri, elementlerin sınıflandırılmasına çevirdi. Uzun bir zamandan beri, bazı elementlerin birbiriyle akraba olduğu ve aile grupları oluşturduğu biliniyordu. 1817 yılında, Jena'da kimya profesörü olan, Johann Dobereiner, 1780-1849, kalsiyum, stronsiyum ve baryumun, kabaca, bir aritmetik seri içine düştüğünü buldu. 1826'da, Sorbonne'da, Balard, 1802-76, bromu bulunca, bu elementin özelliklerinden, klor, brom ve iyotun da bir seri oluşturacaklarını düşündü. Berzelius, bunun doğru olduğunu gösterdi. 1830'lar ve 40'lar esnasında, atom teorisi bir duralama dönemine girdiğinde, elementlerin atom ağırlıklarına göre yapılan böyle bir sınıflandırma fazla dikkat çekmedi. Fakat, Dumas, özellikleri ve tepkimelerine göre elementleri doğal aileleri içine yerleştirmeyi denedi. Bu amaçla, bor, karbon ve silisyumu bir gruba, azot, fosfor ve arseniki diğer bir guruba koydu.

1860'lara gelinip, elementlerin atom ağırlıkları ve valansları nihayet belirlendiğinde, elementleri aralarındaki yakınlıklarına göre sınıflandırmak için, ilkin 1863'de Fransa'da Chancourtois, 1864'de Londra'da Newlands ve özellikle, 1869'da, Almanya'da Lothar Meyer ve Rusya'da Mendeleev

tarafından, bir kaç yeni girişim daha yapıldı. Meyer ve Mendeleev, elementlerin özelliklerinin atom ağırlıklarıyla periyodik bir şekilde değiştiğini belirterek, periyodik yasayı formüle ettiler ve yasayı göstermek üzere, periyodik bir tablo düzenlediler. Newlands gibi dikkat çeken bir örneği bulunan eski kimyacılar, bilinen elementleri tam bir sınıflandırma içinde gruplamaya giriştiler. Böyle yapmakla, bazı elementleri yanlış ilişkilere soktular. Lothar Meyer, 1830-95, ve özellikle, Mendeleev, 1834-1907, periyodik tabloda, henüz bilinmeyen elementlerin yerlerine ait aralıklar olduğuna işaret ettiler. Mendeleev, dikkat çeken bir doğrulukla, sonradan hepsi bulunan, bu bilinmeyen elementlerin bazılarının özelliklerini tahmin etti.

Periyodik sınıflama, yeni elementlerin araştırılmasına, ilk teorik anahtarı sağlamıştı. Lavoisier'nin tanıdığı yirmiüç element, özel kimyasal tepkimelerinin, deneme ve yanılma yöntemiyle incelenmesi sırasında bulunmuşlardı. Pratik kimyasal analiz daha sistematik hale gelerek, jeologların sağladığı mineral örneklerine uygulandığında, 1790-1830 arasında, otuz bir yeni elementin daha keşfine yol açmıştır. 1830 ile 1860 arasında, yeni elementlerin izole edilmesi ve tanımlanması konusunda. İsveç'te Upsala'da, Berzelius'un yerine geçen Mosander'in çalışmaları dışında, fazla bir şey yapılamadı. Halbuki, 1859'da, Heidelberg'de, kimyacı Bunsen, 1811-99 ve fizikçi, Kirchhoff, 1824-87, spektroskop'u geliştirmişlerdi; bununla, kimyasal maddeler tarafından aleve verilen karakteristik renkler, araştırılarak belirlenebilirdi. Bu aleti kullanan Bunsen, 1860-1 arasında, yeni alkali metaller olan, sezyum ve rubidyumu keşfetti. Londra'da Sir William Crookes, 1932-1919, talyum elementini, 1861 yılında spektroskopik olarak buldu. Freiberg Maden Okulunda çalışan, Ferdinand Reich da, 1863'de, aynı yöntemle indiyumu buldu. Periyodik cetvelde eksik kalan elementleri bulmak için yapılan girişimler, yeni bir grup elementin keşfini sağladı. 1874'de, Fransa'da Boisbaudran, Mendeleev'in öngördüğü, eka-aliminyum, yani galyumu; İskandinav kimyacısı, Nilson, 1879'da, eka-bor, veya skandiyumu ve son olarak, Freiberg Maden Okulunda, Winkler, 1885'de, eka-silisyum veya germanyumu izole etti.

Periyodik cetvelde, elementlerin bir düzen içinde sıralanmaları, bazı kimyacılara, çeşitli elementler arasında ortak bir şey olduğu; bunların ortak bir kökenden evrimleştiği ve aynı temel madde birimlerinden yapılmış olduğu düşüncesini ilham etti. Bu düşünce, farklı elementlerin atomlarının, hidrojen atomlarının birleşmesiyle meydana geldiği hakkındaki Prout'un eski hipotezini yeniden canlandırdı ve ondokuzuncu yüzyılın son yirmi yılında, bu, Sir William Crookes'un ifadesiyle, 'bilimin havasındaydı'. Britanya Derneğinin 1886 yılı toplantısında, Crookes, elementlerin, *protyle* adını verdiği, ilkel bir maddeden yapılmış olduğunu ileri sürdü. Prout'un hipotezi, onun sözleriyle, 'henüz yoketmeyi başaramadığımız, geride kalmış veya ikincil bir olay tarafından maskelenen', bir gerçek taşıyordu. Gene 1894'deki Britanya Derneğinin toplantısında, Lord Salisbury, elementler arasında, 'koordinat ailelerinin keşfi, özdeş bir kökeni gösteriyor', diye ilan ediyordu. 1901'de, Lord Rayleigh, 1842-1919, elementlerin atom ağırlıklarının, random değil, bire binden daha büyük bir ihtimalle, tam sayılara daha çok yaklaştığını belirttiği zaman, bu tür görüşler kuvvetlenmişti. Kendisi şöyle diyordu:

'Herkes tarafından şüpheli kabul edilen bir çok tarihi olaya inanmak yerine, Prout yasasının değişik bir şeklinin doğruluğuna inanmak için kuvvetli nedenlerimiz var.'

Prout hipotezinin geçerliliğini denemek için, Lord Raleigh, Cambridge'de, 1890'dan itibaren çeşitli gazların yoğunlukları üzerinde bir dizi araştırma yaptı. Bu sırada, atmosferik azotun yoğunluğunun, kimyasal vasıtalarla hazırlanan azota göre. daha büyük olduğunu, 1892 yılında farketti. Hava örneklerinde, azot ve diğer reaktif gazları ayıran, Rayleigh ve Londra'dan William Ramsay, 1852-1916, az miktarda, yeni bir gaz elde ettiler. Kimyasal bakımdan tepkisiz olan bu gaz, azottan, 20:14 oranmda daha ağırdı. Crookes, bu gazın spektrumunu inceleyerek, onun, bilinen tüm diğer elementlerden başka bir spektrum verdiğini gösterdi. Bu yeni element, argon, herhangi bir tepkimeye girmeyen gazların ilk bulunanıydı. 1895 yılında, Ramsay, klevit mineralinden başka bir tepkimesiz gaz daha buldu. Crookes bunu da spektroskopik bakımdan inceleyerek, verdiği spektrum çizgilerinin, 1868 yılındaki Güneş tutulması sırasında, Fransa'da Jannsen ve İngiltere'de Lockyer adlı astronomların, Güneşin fotosferinde gözlediklerinin aynısı olduğunu gösterdi. Bu çizgiler, o zaman Dünya'da bilinmeyen ve Güneş'te bulunan bir elementi karakterize

ettiği için, bu elemente helium adı verilmişti. Son olarak, 1898'de, Ramsay, üç yıl önce İngiltere'de Hampson ve Almanya'da Linde tarafından hazırlanan sıvı havadan, kısmı buharlaştırmayla, üç diğer tepkimesiz gaz izole etti; bunlar, neon, kripton ve ksenon idi.

Tepkimesiz gazların izolasyonuyla, sekiz temel grup veya tipin keşfi tamamlanmıştı. Fakat, eksik elementler dolayısıyla, bu gruplarda hala boşluklar vardı. Yeni elementlerin keşfinde ve gerçekten, genel olarak kimyanın gelişmesinde, bundan sonraki ilerleme gittikçe fizik bilimine bağlanmıştı. Fiziksel yöntemler, spektroskopinin gelişiyle, zaten kimyaya girmişti. Bu alandaki yeni bir gelişme, yani Manchester'de Henry Mosley, 1888-1915, tarafından X-ışını spektroskopisinin kullanıma sokulması, nihayet nadir-toprak ve diğer ağır elementlerin sayısını belirlemeyle ilgili, kalan bazı problemleri de açıklığa kavuşturdu. Elementlerin görünen spektrumunun, onların kimyasal özellikleri gibi, atom ağırlıklarının periyodik bir fonksiyonu olduğu bulundu. Lakin, elementlerin verdiği, X-ışını spektral çizgilerinin, onların atom ağırlıklarıyla, veya daha doğrusu, atom numaralarıyla (yani, hidrojen bir numara olmak üzere, elementlerin periyodik cetveldeki sıra numarasıyla) doğrusal bir ilişki içinde olduğu anlaşıldı. 1913-14 döneminde, Moseley, uranyuma kadar elementlerin mutlak sayısını, doksan iki olarak belirledi. Bunlar arasında, ondört tane nadir-toprak metali olduğu gibi, uranyumdan daha hafif olan yedi element henüz tanınmıyordu.

1896 yılında Paris'te, Antoine Becquerel, 1852-1909, tarafından Radyoaktivite'nin keşfi, kimyacıların bir süredir şüphelendikleri gibi, elementlerin genetik bakımdan ilişkili olduğunu doğruladı. 1900 yılında Madam Curie, 1867-1934, tarafından izole edilen Radyum gibi radyoaktif elementler, aniden diğer elementlere bölünüyor, sonra bunlar da daha hafif olanlara parçalanıyordu Böyle elementler, kimyasal yöntemlerle, izole ve karakterize ediliyorlardı. Bu şekilde, doğal radyoaktif bozunum için üç soyağacı izlendi. Fakat, radyoaktivite olayı, fizikçiler için daha büyük önem taşıyordu. Gerçekte, bu olayın kimya teorileri üzerine asıl etkisi, atom fiziği yoluyla oldu. Yirminci yüzyılın ikinci on yılından itibaren, teorik kimya ile atom fiziği, hem atomun yapısı ve hem de kimyasal birleşme teorileri yönünden, gittikçe kaynaştı. Pratikte ise, atom fiziği, kimyacıya, önce, kimyasal tepkimelerin yönünü belirleyecek, adi elementlerin radyoaktif türlerini vermiş, daha sonraları da, periyodik tabloyu genişleten, uranyumdan daha ağır yeni elementler bulmuştur.

37. Bölüm

Işığın Dalga Teorisi

ON SEKİZİNCİ YÜZYIL boyunca, optik bilimiyle ilgili çok az gelişme olmuştur. Işık ışınlarının, doğrusal hareket yapan taneciklerin akımı olduğuna dair Newton'un görüşü, o dönemde genellikle benimsenmekle birlikte, bu ışık taneciklerinin her yere yayılan *esir*[22] içinde uyardığı veya kendisine eşlik edilen, titreşimlere ilişkin, yine Newton'a ait fikirler terkedilmişti. Onsekizinci yüzyıl sonunda, ışığın tanecik teorisinin geçerliliği, Lagrange ve Laplace tarafından geliştirilen, genel Newtonyen sistem sayesinde, artık tam olarak garantilenmiş gibi görünüyordu. Zira, ışığın tanecik teorisi, bu sistemin bütünleşmiş bir parçası olarak kabul ediliyordu. Ama, yine bu dönemde, Alman doğa-filozofları, Newton felsefesine ve özellikle Newton'un ışık teorisine karşı bir saldırı başlattılar. Doğa filozofları, çeşitli spektral renklerin üst üste gelmesinin beyaz ışık veremeyeceğine inanıyorlardı. Onların bakışına göre, çeşitli renkler, ışık ile karanlık arasındaki çatışmanın bir ürünüydü. Beyaz ışık, hareket halindeki taneciklerden oluşmuyor; o, *esir* içindeki gerilimin bir sonucuydu. Doğa filozoflarının çok spekülatif olan bu düşünceleri, optik bilimi üzerine doğrudan çok az etkiye sahip olmakla birlikte, ışık konusundaki çalışmaları, fizikten, fizyoloji alanına doğru yönlendirmiş olması mümkündür. Zira, doğa filozofları, gözün neden olduğu optik yanılmaların, diğer optik olaylar kadar gerçek ve araştırmaya değer olduğuna inanıyorlardı.

Doğa filozoflarının teorileri, belki de, Newton felsefesine karşı daha geniş bir ayaklanmanın işaretleriydi. Gerçekten, ışığın Huygens'e ait dalga teorisi, onu destekleyen yeni bir kanıt olmamakla birlikte, 1801'de, Londralı hekim Thomas Young, 1773-1829, tarafından yine ele alınmıştı. Young'ın kendisi bile, durumu şöyle açıklıyordu:

---

[22] ether, (Ç.N:).

'Newton ismine ne kadar saygı duyuyorsam da, onun yanılmaz olduğuna inanmak zorunda değilim. Görüyorum ki,..... maalesef, o da yanılabiliyordu ve hatta onun otoritesi, bilimin gelişmesini bazen geciktirmiştir.'

Young da, çağdaşı olan Dalton gibi, bir Kuaker[23] ailesinden geliyordu. Tıp öğrenimi gördükten sonra, o, Londra'da, cerrah John Hunter, 1728-93, yanında, fizyolojik optik problemleri üzerine araştırmalarına başlamıştı. Young, gözün, farklı uzaklıklardaki cisimlere, önündeki şeffaf merceğin eğriliğini değiştirerek uyum sağladığını gösterdi ve renk görmeyi ve renk körlüğü ile ilgili olayları açıklamak için, gözdeki retina'nın, kırmızı, yeşil, ve mor ışığa duyarlı yapılara sahip olduğunu ileri sürdü.

Young, tıp eğitimini, Edinburgh, Cambridge ve son olarak da Almanya'da, Göttingen'de sürdürürken, ışığın dalga teorisini canlandırma gereği duymuştu. Göttingen'deki doktorasında, Young, sesler ve insan sesi üzerine üzerine bir tez yazdı. Bu konuyu, optikle ilgili daha önceki çalışmalarına bağlayan Young, hem sesin ve hem de ışığın, dalga titreşimleri olduğunu; renklerin, farklı frekanslardaki seslere benzediğini ortaya attı. Sesin, havada yayılma doğrultusundaki, dalga titreşimlerinden oluştuğu genel olarak biliniyordu. Young, daha önce Huygens'in de yaptığı gibi, ışığın da benzer şekilde, tüm uzayı kapsayan, bir *ışık yayan esir*[24] içindeki, boyuna titreşimlerden oluştuğunu düşündü. O, zayıf bir kaynaktan yayılan ışıkla, şiddetli bir kaynaktan yayılan ışığın aynı hızla yayıldığına, tanecik teorisine göre, bu olgunun ışığın dalga teorisiyle daha kolay açıklanabileceğine dikkat çekti. İki ayrı ses dalgası veya su dalgalarının birbiriyle girişim yaptığı iyi bilinmekteydi. Young, iki ışık huzmesiyle, bunlar üst üst gelerek, girişebilecekleri şekilde bir deney yaptı. Ortaya, çıkan aydınlık ve karanlık bandlar dalgaların birbirlerini kuvvetlendirdiği ve yok ettiği yerlere karşı geliyordu. Bandların ayrılıklarına ve aletin boyutlarına bakarak, kendisi ışık titreşimlerinin dalgaboylarını hesaplayabildi. Bunların, bir metrenin, milyonda biri mertebesinde olduğunu gösterdi. Işık titreşimlerinin dalgaboyları görünen cisimlere göre çok küçük olduğu için, Young, ışığın doğrular boyuca yayıldığını ve keskin gölgeler oluşturduğunu ifade etti. Young, ışık

[23] Quaker mezhebi, (Ç.N.)
[24] luminiferous ether, (Ç.N.).

huzmelerinin, ışık geçirmeyen cisimlerin kenarları etrafında bir dereceye kadar eğilerek, on yedinci yüzyılda Grimaldi ve diğerleri tarafından incelenen, renkli kenarlı gölgeler ve diğer girişim olayları ürettiğini biliyordu. Young, bu olayları, ışığın dalga teorisinin kanıtlarına örnek olarak gösterdi. O zamanlar bilinen optik olaylarının açıklanmasını, ışığın dalga teorisiyle tamamlayan Young, Wollaston ile birlikte, İzlanda spatı kristali ile elde edilen çift kırılma olayına ait Huygens'in analizini doğruladı.

İngiltere'de, ışığın dalga teorisinin canlanması, Newton'un Fransa'daki taraftarlarını tahrik ettiği gibi, burada optik problemleri üzerine çalışmayı da teşvik etti. Young'a 1808'de cevap veren Laplace, çift kırılma olayının, ışığın tanecik teorisine göre bir analizini verdi. Aynı yıl, Ecole Polytechnique'den Malus, 1775-1812, yansıma ile optik polarizasyon olayını keşfetti. Bu olay, bir ışık huzmesi, cam gibi saydam bir ortama rastladığında, kısmen yansıtıldığı ve kısmen de geçirildiği zaman, ortaya çıkmaktaydı. Malus, camdan yansıdıktan sonra bir İzlanda spatı içinden geçen Güneş'e ait iki hayalin, şiddetlerinin aynı olmadığını buldu. Yine Polytechnique'de çalışan Arago, 1786-1853, camdan geçirilen ışık ile yaptığı benzer denemelerde de aynı olayı gözledi. Konu, Edinburgh'da, David Brewster, 1781-1868, tarafından da incelenerek, yansıyan ve geçirilen ışınlar birbirine dik hale geldiğinde, her ikisinin de tam olarak polarize olduğunu, yani ister yansıyan, ister geçirilen hayal olsun, İzlanda spatından bakıldığında, sadece bir hayal oluştuğunu gösterdi. Kendisi, ayrıca, birbirine dik olmadıkları zaman, iki ışının da polarizasyon derecesini veren, genel bir ampirik bağıntı keşfetti.

Işığın yansıma ile polarizasyonunun, önce, ışığın tanecik teorisini desteklediği sanıldı. Newton, İzlanda spatından geçen ışık huzmesinin ikiye ayrıldığını açıklayabilmek için, ışık taneciklerinin 'kenarları' olduğunu ortaya atmıştı. Şimdi, ışık taneciklerinin farklı 'kenarları'nın, saydam ortamın yüzeyinde, bazılarının geçmesini, bazılarının da yansıtılmasını sağlayarak, polarize olmuş ışınları doğurduğu görülüyordu. Young, bu olayı, bir zaman için ışığın dalga teorisine aykırı bulduktan sonra, 1817 yılında, ışık titreşimlerinin, ses dalgaları gibi hareket yönünde olacak yerde, su dalgalarında veya gerilmiş telin titreşimlerindeki gibi, hareket yönüne dik doğrultuda olması halinde, problemin çözülebileceğini gördü. Bu durumda, ışık ışınının doğrultusuna dik,

iki titreşim modu mümkündü. Işığın polarizasyonu, cam yüzeyinde, biri yansıyan, diğeri de geçirilen ışın olacak şekilde, bu iki modun birbirinden ayrılmasına bağlanabilirdi. Young, bu hipotezi, 1817 yılında Arago'ya yazdığı bir mektupta zikretti. Aynı yıl, Paris Bilimler Akademisi, optik kırılma ile ilgili en iyi inceleme için, bir ödül koydu. Ödül için yarışanlar arasında, bir inşaat mühendisi olan Fresnel, 1788-1827, de bulunuyordu. O, Young'dan bağımsız olarak, ışığın eski, boyuna dalga teorisini canlandırmağa girişmişti. Arago, Young'ın yeni düşüncesini Fresnel'e anlattığında, o bunu, yarışmaya sunacağı incelemeye temel olarak aldı. Bu incelemede, optiğin bilinen tüm olaylarının, ışığı, enine dalga titreşimleri olarak almakla açıklanabileceğini gösterdi.

Işığın yeni dalga teorisi, ışık yayan *esir*, yani, içinde ışık titreşimleri oluştuğu varsayılan ortam bakımından problemler çıkardı. Fresnel, 1821'de, havadaki ses dalgaları gibi, boyuna titreşimlerin, gaz-gibi bir ortamda yayılabileceğini; fakat, örneğin bir jölenin sarsıntılarına benzeyen, enine dalgaların, ancak maddenin katı halinin karakteristiklerini taşıyan bir ortamda yer alabileceğine işaret etti. İçinden boyuna ışık dalgaları geçirecek kadar katı ve rijit olmakla birlikte, gök cisimlerinin serbestçe geçmelerine müsaade eden bir *esir*i, gözönünde canlandırmak zordu. Üstelik, 1828'de, Sorbonne'da Poisson, 1781-1840, eğer ışık yayan *esir*, katı-benzeri[25] bir cisim ise, ışığın enine dalgalarına daima boyuna bir dalganın da eşlik edeceğini göstermişti. Hem enlemsel hem de boylamsal dalgalar ışık kaynağından enerji çekeceği için, bu yeni bir güçlük daha getiriyordu.

Katıların çoğunluğu, sıkışmaya, uzamaya, burulmaya ve eğilmeye direnç gösterir. Ama bu özelliklerin mutlaka birlikte gitmediği biliniyordu. Dolayısıyla, gök cisimlerinin serbestçe geçmesine müsaade edecek kadar kolaylıkla sıkışabilen veya uzayan, fakat dalga hareketinin yayılmasını sağlayacak kadar da eğilme ve burulma gerilmelerine elastik davranabilen, hipotetik katı *esir*ler düşünmek mümkündü.

1845'de, Cambridge'de George Stokes, 1819-1903, sarsıntı veya enine titreşimleri geçirecek kadar rijit, fakat basınç ve çekme ile kolaylıkla akan, zift ve balmumu gibi, iyi tanınan katılar olduğuna işaret etti. *Işık yayan esir* de, bu özelliklerin uygun bir kombinasyonunu, daha da belirgin bir şekilde

[25] quasi-solid, (Ç.N.).

bünyesinde barındırıyor olabilirdi. Onun ileri sürdüğü diğer bir benzetme, *esir*in, içinden nesnelerin geçmesine kolayca müsaade ettiği halde, titreşim de iletebilen, su içinde çok seyreltilmiş bir yapışkan jölesine benzediğiydi. 1839'da, Dublin'de James MacCullagh, 1809-47, sadece dönel, burulma gerilmelerine direnç gösteren elemanlardan oluşan bir *esir* icad etti. Bununla, dinamik yasalarını kullanarak, bir çok optik olayı açıklamayı başardı. Daha sonra, 1889'da, Glasgow'da, Lord Kelvin, 1824-1907, MacCullagh'ın *esir*ine ait bir elementin, mekanik bir modelini inşa etti. Bunu, dört çubuğu, bir dörtyüzlü[26] oluşturacak şeklinde bir araya getirerek gerçekleştirmişti. Her çubuk, birbirine ters yönde dönen, bir çift jiroskopik volanın eksenini oluşturuyordu. Bu model, tüm döndürücü bozuntulara karşı direnç gösterirken, öteleme hareketlerine karşı dirençsizdi.

Bu sırada, Ecole Polytechnique'de, Cauchy, 1789-1857, ışığın yansıma ve kırılma olaylarını açıklamak için, maddesel cisimler içinde, *esir*in yoğunluk veya elastikliğinin değiştiğini kabul ederek, iki *esir* teorisi ortaya atmıştı. 1839 yılında, üçüncü bir teori daha yayınladı. *Esir*in enine ışık titreşimlerine, boyuna titreşimlerin de eşlik edeceği şeklinde, Poisson'un 1828'de belirttiği güçlükleri yenmek için, *esir*in, negatif bir sıkışabilirlik ile, büzülmeye eğilimli, veya çökebilir olduğunu, ileri sürdü. Böyle bir *esir*de, Cauchy, boylamsal dalga hızının sıfır olduğunu, yani onun enlemsel titreşimlerden enerji çekmeyeceğini gösterdi. Cambridge matematiksel fizikçiler okulu'nu kuran, George Green, 1793-1841, bu *esir*in kararsız ve sürekli olarak büzülme eğilimi içinde olacağını gösterdi. Kelvin, 1888'de, Cauchy'nin *esir*ini yeniden gözden geçirdi. Bunun, çökmesinin önlenmesi için, içinde bulunduğu rijit bir kabın duvarlarına yapıştırılmış, içinde hava olmayan homojen bir köpüğe benzemesi gerektiğini, açıkladı. Düşüncesine göre, böyle bir *esir*, eğer her yönde sonsuz uzaya içine doğru gerilerek yayılır, veya, dışmda bulunan rijit bir kabın duvarlarıyla sınırlandırılırsa, kararsız olamazdı.

On dokuzuncu yüzyıl ortasına gelindiğinde, ışığın dalga teorisi artık iyice oturmuştu. Bu teorinin temel bir doğrulanması daha, 1849 ile 1862 arasında, çeşitli ortamlar içinde ışığın yayılına hızını ölçen, Fizeau, 1819-96, ve Foucault, 1819-68, gibi, iki Fransız amatör tarafından yapıldı. Onyedinci yüzyılda,

[26] dörtyüzlünün altı ayrıtı olduğuna göre, başka elemanlar da vardı, (Ç.N.).

Descartes, tanecik teorisine göre, ışığın, yoğun ve saydam bir ortamda, havadakinden daha hızlı yayılacağını göstermişti. Halbuki, dalga teorisi, ışığın bu durumda, daha yavaş yayılacağını iddia ediyordu. 1849'da, Fizeau, ışığın, verilen bir uzaklığı geçmek için sarfettiği zamanı, dönen bir dişli tekerlek ile ölçtü. Tekerleğin belli bir dönme hızında, ışığın, tekerlek üzerindeki ardışık iki diş arasındaki aralıktan geçip, hedefte yansıdıktan sonra, arkadan gelen bir aralıktan geçmesi mümkün oluyordu. Aynı amaçla, 1850 ile 1862 arasında yaptığı deneylerde, Foucault, dönen bir ayna kullandı; belirli bir hızda dönen ayna, ışığın, sabit bir aynaya gidip, geri döneceği kadar zamanda tam bir dönme yapabiliyordu. Bu ölçmelerin sonuçları, Bradley'in, 1827'de astronomik yöntemle bulduğu ışık hızı ile uyum içindeydi ve Foucault'nun çalışması, dalga teorisinin öngördüğü gibi, ışığın su içindeki hızının, hava içindeki hızından, su ve havanın kırılma indeksleri oranında daha yavaş olduğunu gösteriyordu.

38. Bölüm

Elektrik ve Manyetizmanın Gelişmesi

ON SEKİZİNCİ YÜZYILDA. elektrik bilimi, bu dönemde yavaş gelişen optiğe göre, hızla ilerlemişti. Teleskop ve mikroskobun icadının etkisiyle, optik problemlerin incelenmesi, on yedinci yüzyılda yoğunluk kazanırken, bunu hemen izleyen dönemde, böyle yeni uyarıcı etkiler azalmıştı. Diğer taraftan, elektrik bilimi, 1745'de elektrik şokunun keşfi ve hemen ardından da, yıldırımın bir elektrik boşalması olarak tanınmasından sonra çok popüler oldu. Elektrik şokunun canlandırıcı yararları olduğuna dair bazı abartmalı iddialar da ortaya atılmış, hatta bazıları, elektriği, doğanın kozmik kuvveti olarak tanımlayacak kadar ileri gitmişti. Hatırlanacağı üzere, Lamarck da, elektriğin, ısıyla beraber, organik evrimin sürücü kuvveti olduğunu iddia etmişti. Metodizmin[27] kurucusu olan John Wesley, 1703-91, 'elektrik, evrenin ruhudur', demiştir. Alman doğa filozoflarının da bu görüşü paylaşma eğiliminde olduğu söylenebilir. Zira, hayran oldukları zıt kutupluluğu, elektrik de gösteriyordu.

Modern dönemdeki elektrik çalışmalarının, manyetizma çalışmalarında da olduğu gibi, on altıncı yüzyılda. Colchesterli William Colbert'in araştırmalarıyla başladığı söylenebilir. Eski Grekler, amberin elektriksel özellikler gösterdiğini biliyorlardı. Fakat, Gilbert, sürtünmeden sonra, cam, kırmızı balmumu, kükürt ve kıymetli taşların da, kağıt parçalarını ve samanı çektiğini keşfederek, amberin bir istisna olmadığını göstermişti. O, mıknatısların sadece mıknatıs taşlarına veya demir nesnelere etki yaparak, onları belirli bir doğrultuya getirdiğini, halbuki elektriksel kuvvetlerin çok çeşitli malzeme üzerine etki yaptığını ve etkinin doğrultusuz[28] olduğunu görerek, manyetik ve elektriksel kuvvetlerin karakterlerinin farklı olduğunu anladı. On yedinci yüzyılda, hava-pompasını icat eden Otto von Guericke, bol miktarda elektrik yükü üretmek için bir makina yapmıştı. Bir kükürt topunu, bir

---

[27] 18. yüzyılda İngiltere Kilisesi'ni yeniden canlandırmak amacıyla kurulan Metodist'lik. (Ç.N.).
[28] nondirectional. Fakat, kuvvet daima bir doğrultuya sahiptir, (Ç.N.).

eksen etrafında sürekli olarak dönebilecek şekilde bağlamış, buna el veya bir bez parçası sürtüldüğünde, cihaz elektrik üretebiliyordu. Diğer önemli bir elektrik aleti, elektrik yüklerini yoğunlaştıran ve elektrik çarpmasıyla birlikte, 1745'de Leidenli Pieter van Musschenbroek, 1692-1761, tarafından bulunan, Leiden Şişesi idi. Kendisi, elektrik yüklerinin kaçmasına engel olmak için, onları, bir elektrik makinasına bağladığı tel ile bir su şişesine göndermeyi denemiş; sonra bir eliyle şişenin dışını tutarken, diğer eliyle tele dokununca ne olduğunu, şöyle anlatmıştı: 'kol ve bacağım, anlatamıyacağım kadar fena şekilde sarsıldı; tek kelimeyle, mahvoldum, diye düşündüm'.

Bu aletlerle, Philadelphialı Benjamin Franklin, 1706-90, yıldırımın, elektriksek bir nitelik taşıdığını göstermek için bir dizi deney yapmış; 1749 yılında, şimşek çakması ile elektrik atlamasının, hemen hemen ani olduğunu, benzer bir ışık ve ses verdiğini; her ikisinin de cisimleri yakıp, metalleri erittiğini; her ikisinin de iletkenlerden, özellikle metallerden aktığını ve sivri noktalarda toplandığını; ve ikisinin de, mıknatıslığı yok edebildiğini veya kutupları değiştirebildiğini ve canlıları öldürebildiğini belirtmişti. 1752'de kendisi ünlü uçurtma deneyini yaptı. Bunda, bir fırtına bulutundan bir Leiden şişesine elektrik yükü toplayarak, bunun etkilerinin, bir elektrik makinesinden elde edilenlerinkinin aynısı olduğunu gösterdi. Tanıdığı elektrik olaylarını açıklayabilmek için, tüm uzayı ve her maddesel cismi dolduran, ağırlıksız, elektriksel bir sıvı olduğunu: bu sıvıya ait, bir cismin içindeki ve dışındaki yoğunluklar aynı olduğunda, cismin, elektrikce nötral olacağını düşünüyordu. Bir cisim içindeki sıvı fazlalığı onu, pozitif; azlığı ise, negatif olarak yüklüyordu. Franklin, yıldırımın, her yanı kaplayan *esir*[29] içindeki titreşimlerden oluştuğuna inanıyor ve kendinden önceki, Leonard Euler ve kendinden sonraki Thomas Young gibi diğer dalga teoricileriyle birlikte, uzaydaki ekektriksel sıvının, ışık yayan *esir* ile aynı şey olabileceğini düşünüyordu.

Franklin'in teorisinin çarpık yanlarından birine, 1759'da, St. Petersburg Bilimler Akademisinden Franz Aepinus'un, 1724-1802, işaret ettiği gibi, bunu, bir hava kondansatörünün, levhaları arasında elektrikli bir sıvı olsa, onun hemen boşalacak oluşu da gösteriyordu. Aepinus, elekriksel çekimi, kütle

[29] ether, (Ç.N.).

çekimi gibi, bir uzaktan etki olayı olarak ele almayı tercih ediyordu. Diğer bir itiraz, elektrik yükünün, Franklin teorisinin ileri sürdüğü gibi, cisimlerin içinde değil, yüzeyinde toplanıyor gibi görünmesine karşı idi. 1736'da ölen, Charterhouse'da emekli Stephen Gray, aynı boyuttaki, dolu ve ortası boş meşe küplerinin, aynı şekilde yüklendikleri zaman, aynı elektriksel etkileri gösterdiğini bulmuştu. Bu, yüklerin tümüyle yüzeyde kaldığını gösteriyordu. Joseph Priestley, 1767'de benzer bir deney yaparak, ortası boş olan yüklü bir cismin, bu boşluktaki yüklere hiç bir etki yapmadığını bulmuştu. Newton, kütle çekim kuvvetinin, eğer, kaynaktan uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalırsa, küresel kabuk şeklinde bir cismin, içindeki cisimler üzerinde hiç bir kütle çekim kuvveti uygulamadığını göstermişti. Buna bakarak, Priestley, elektriksel kuvvetin de ters kare yasasına uyduğu sonucunu çıkardı. Daha 1750'de, Cambridge'de John Michell, 1724-93, aynı cins manyetik kutuplar arasındaki itme kuvvetinin de, ters kare yasasına uyduğunu göstermişti. Bir mıknatısı iple asan, Michell, buna başka bir mıknatıs yaklaştırdığında, aralarındaki itme kuvvetini, ipteki burulma aracılığıyla hesapladı. Bir Fransız mühendisi olan Coulomb, 1738-1806, Michell'in burulma terazisini yeniden keşfederek, 1785 ile 1789 arasında, elektriksel ve manyetik, çekme ve itme kuvvetlerinin, uzaklıkla, ters kare yasasına göre değiştiğini gösterdi. Böyle keşiflerin, hiç olmazsa Fransız bilimcilerine, elektriksel ve manyetik kuvvetlerin, boş uzayda uzaktan etkidiği ve ters kare yasasına uyduğu için, kütle çekimi gibi olduğunu, gösterdiği anlaşılıyor.

Alman doğa-filozofları, elektrik ve manyetizmanın başka bir yönüne ilgi duyuyorlardı. Kutupsallık olayı, onların zıt kutuplar veya kaostan düzen çıkaran kuvvetler arasında, postüle ettikleri diyalektik gerilimin, mükemmel bir örneğini veriyordu. Onların felsefesinde, doğanın gelişmesinin arkasında sadece bir tek cins güç, yani Alemin Ruhu olduğu için; ışık, elektrik, manyetizma ve kimyasal kuvvetlerin hepsinin, birbiriyle ilişkili olduğunu düşünüyorlardı: Bunların hepsi, aynı şeyin, farklı yüzleriydi. Schelling'in öğrencilerinden, Copenhag'da fizik profesörü olan, Hans Christian Oersted, 1777-1851, 1807 yılında, manyetizma ile elektrik arasında bir bağlantı aradığını ilan etmişti. 1751'de, Franklin, bir Leiden şişesinden boşalma sırasında, demir iğnelerin elektrikle manyetize edilebileceğini ve manyetikliğinin kaldırılabileceğini göstermişti. Leiden şişesi yalnız, geçici elektrik akımı

verebiliyordu. Fakat, 1799'da icat edilen volta pili, daimi bir akım kaynağı sağlıyordu. Bununla, Oersted, 1820'de böyle akımların manyetik etkilerini gösterebiliyordu. Deneylerine göre, elektrik akımı geçiren bir tel, bir manyetik kutup etrafında dönüyor; tersine, bir mıknatıs da, sabit bir akım taşıyan bir tel etrafında dönme eğilimi gösteriyordu. Kendi okulunun terminolojisini kullanarak, Oersted şunları yazdı:

'İletken ve onu çevreleyen uzaydaki etkiye, elektrik çatışması adını vereceğiz. Elektrik çatışmasının, manyetik olmayan tüm cisimlerin içine nüfuz ettiği anlaşılıyor. Halbuki, manyetik cisimler, bu çatışmanın geçmesine engel oluyor. Dolayısıyla, bu cisimler, zıt güçlerin verdiği kuvvetle harekete geçerler. ....Bu olgulardan, şunu da çıkarabiliriz ki, bu çatışma, daireler çizer: Zira, bağlayan telin bir kısmı manyetik kutbun altına konduğu zaman, onu doğuya doğru sürmesi, ve üzerine konduğu zaman da, batıya doğru sürmesi, bu şart olmadan mümkün görünmüyor. Çünkü, karşılıklı kısmlardaki hareketin ters yönde olması, bir dairenin doğası gereğidir.'

Oersted'in keşfi, oldukça ilgi uyandırdı, çünkü, o zaman bilinen gravitasyonel. elektriksel ve manyetik, temel kuvvetler, sadece doğrusal bir itme ve çekme özelliğine sahipti. Fakat, şimdi burada, döndürücü bir kuvvet karşımıza çıkıyordu. Olay, özellikle, Newtoncu Fransız fizikçileri ekolünü şaşırttı. Zira, onlar, tüm hareketlerin, ters kare yasasına göre işleyen, ve uzaktan etkiyen, çekme ve itme kuvvetlerinin sonucu olduğunun en başta gelen savunucularıydı. Fakat, 1820 yılı sonunda, Polytechnique'de çalışan Ampere, 1775-1836, akım geçiren bir dairesel sargı telinin, adi bir mıknatıs çubuğu gibi davrandığını; çekme ve itme uyguladığını göstererek, 1825'de, manyetizmanın, manyetik cisimler içindeki taneciklerde bulunan, küçük, dirençsiz, dairesel elektrik akımlarından kaynaklandığını ileri sürdü.

Alman ekolünün diğer bir üyesi ve Goethe'ye de bilimsel çalışmalarında yardımcı olan Thomas Seebeck, 1770-1831, ısı ile elektrik arasında bir ilişki arıyordu. 1822'de, iki farklı metalin birleştirildiği noktanın ısıtıldığı zaman, bir elektrik potansiyeli ve devre kapandığında da bir elektrik akımı verdiğini gördü. O zaman kullanılan volta pilinden farklı olarak, Seebeck'in termal elektrik kaynağı, çok sabit kalan potansiyeller veriyordu. Bu durum, diğer bir Alman'ın, sonradan Münih'te fizik profesörü olacak George Ohm'un, 1787-1854, bir

elektrik devresindeki, potansiyel, akım ve direnç arasındaki bağıntıları araştırmasına yol açtı. 1826-27 yılları arasında çalışmalarını sürdüren Ohm, Fourier'in, 1822'de yayınlanan, termal iletkenlerle ısı iletimi üzerine yaptığı çalışmalardan etkilenmişti. Kendisi de, elektrik akışıyla ilgili olarak; elektrik potansiyelini, sıcaklığa, elektrik akımı miktarını da, ısı miktarına benzer şekilde tanımlayarak, bu şekilde bir analiz yapmak istemişti.

Elektriksel etkilerle diğer olayları birbirine bağlayan en önemli araştırmalar, Londra'daki Kraliyet Kurumu'nda Davy'nin asistanı ve sonradan onun yerini alacak olan Michael Faraday, 1791-1867, tarafından gerçekleştirilmişti. Faraday, önceleri, Davy'nin kimyasal çalışmalarına devam etmiş, fakat gittikçe daha fazla fizik alanına girmişti. 1826 yılında, bütilen ve etileni incelerken, bir izomerlik durumu olduğu anlaşılan bir olgu keşfetmiş, 1833'de de, aynı miktarda elektrikle, farklı kimyasal maddelerin, aynı miktardaki eşdeğerlerinin ayrıştırılabildiğini belirlemişti. İkinci keşfi, eğer kimyasal maddeler atomlardan meydana gelmişlerse, o zaman, elektriğin de, tanecik karakteri taşıması gerektiğini, gösteriyordu. Fakat, Faraday, hem öncülü ve hem de sonucu reddederek, 'madde her yerde bulunur ve arada boş uzay yoktur' kavramına bağlı kalmayı tercih etti.

Faraday'ın fizik araştırmaları daha dikkat çekiciydi. Uzun zamandan beri, bir mıknatısın, yakında bulunan bir demir parçasında manyetizasyon meydana getirdiği ve duran bir elektrik yükünün, komşu bir cisimde, başka bir yük meydana gelmesini sağladığı biliniyordu. Faraday, bunun elektrik akımı için de doğru olabileceğini düşünerek, 1822'den itibaren, bu etkiyi aramağa başladı. Bunun için, önce, doğa olayları arasında bazı olası ilişkileri defterine kaydediyor ve sonra bunları araştırırken, bazı durumlarda aradığı etkileri bulduğu da oluyordu. 1831 yılında, Faraday, elektromanyetik indüksiyon olayını buldu. Bu olay, bir elektrik akımının bir başka akımı üretebileceğini gösteriyor ve genel olarak mekanik hareket ve manyetizmayı, elektrik akımının üretimiyle birbirine bağlıyordu. Bulduğuna göre, bir tel sargısından şiddeti değişen bir akım geçtiğinde, bu komşu bir sargıda, zamanla değişen bir elektrik akımı meydana getiriyordu. Aynı etki, içinden sabit bir akım geçen bir sargı, veya aynı etkiyi yapan bir daimi mıknatıs, ikinci bir sargı telinin yakınında hareket ettirildiğinde de ortaya çıkıyordu. Bununla, nasıl Oersted, elektrik motorunun ilkesini bulmuşsa, Faraday da, dinamo'nun temel çalışma ilkesini bulmuş oluyordu.

Kendi gününde bilinen elektrik ve manyetizma olaylarını açıklayabilmek için, Faraday, kendine has bir betimleme kurdu. Gördüğümüz gibi, o, maddenin atom teorisini ve onunla birlikte, kuvvetlerin, boş uzay üzerinden etki yapabilecekleri kavramını reddediyordu. Kendisine göre, madde, doğa kuvvetlerini taşıyan bir araç olarak, *esir*sel bir sürekli ortam şeklinde, her yere yayılmış bulunuyordu. Faraday'a göre, bütün uzayı dolduran *esir*, zıt elektrik yüklerini ve zıt manyetik kutupları birbirine bağlayan kuvvet çizgilerinden veya tüplerinden meydana gelmişti. Bir manyetik alanı meydana getiren çizgiler, küçük bir pusula mıknatısı ile, veya alana sokulan bir sayfa kağıt üzerine demir tozları serperek, kutupları birbirine bağlayan çizgiler ortaya çıkarılarak, belirlenebilirdi. Faraday için, kuvvet çizgileri ve tüpleri, gerçek bir fiziksel öneme sahipti. Her kuvvet çizgisi, bir manyetizma birimine veya bir elektrik yük birimine karşı geliyordu. Bir çok kuvvet çizgisi, farklı kutup veya yükleri birbirine bağlayan bir kuvvet tüpü oluşturuyor, tüpün verilen bir noktadaki doğrultusu, o noktada elektrik veya manyetik alanın doğrultusunu veriyordu. Kuvvet çizgileri, kutup veya yük gibi, çıkış noktalarından uzaklaşırken; tüplerin uzunluğu boyunca, kesit alanı artıyor ve sonra azalıyordu. Bir kuvvet tüpünün kesit alanı, o bölgedeki elektrik veya manyetik alan şiddetinin ölçüsüydü. Tüp boyunca, kesit alanı ile alan şiddetinin çarpımı sabit idi. Bu sabitin değeri, tüpü meydana getiren kuvvet çizgilerinin sayısı ile belirleniyordu. Faraday, kuvvet tüplerinin, uzunlamasına, büzülmeye, enlemesine ise genişlemeye eğilimi olduğunu düşünüyordu. Böylelikle, farklı manyetik kutup veya yükleri birleştiren tüplerin, bunları birbirine doğru çekeceğini; aynı cins kutup veya yüklerden çıkan tüplerin ise, birleşemeyeceklerine göre, yana doğru genişlemeleri nedeniyle birbirini iteceğini kabul ediyordu. Üstelik, manyetik ve elektriksel çekme ve itmenin, ters kare yasası için bir açıklama, manyetik ve elektriksel kuvvet çizgilerinin kaynaktan itibaren, uzaklığın karesiyle, geometrik olarak incelmesi nedeniyle, mümkün oluyordu. Elektromanyetik endüksiyon konusunda, Faraday, bir iletkende endüklenen elektrik miktarının, iletkenin kestiği manyetik kuvvet çizgisi sayısına; üretilen elektro-motiv kuvvetin ise, bu çizgilerin kesilme hızına bağlı olduğunu ileri sürüyordu.

Elektromanyetik endüksiyonu keşfinden sonra, Faraday, maddesel cisimlerin, elektriksel kuvvet alanları üzerine yaptığı etkiyi araştırmaya girişti. 1837 yılında, bir yalıtkanla ayrılan iki iletken levhadan oluşan bir elektrik kondansatörünün, sabit potansiyelde tutulan bir kaynaktan çektiği elektrik yükünün, kullanılan yalıtkan maddeye bağlı olduğunu buldu. Levhalar arasında bir boşluk olduğunda, kondansatör, yalıtkan bir madde olması durumundan daha az yük çekiyordu. Faraday, buna göre, kondansatörün her iki halde çektiği yüklerin oranını, yalıtkan maddenin, özgül endüktif sığası[30] olarak isimlendirdi. Bu keşfini açıklamak için, Faraday, elektrik kuvvet çizgilerinin, maddesel bir yalıtkan içinde, boşluktakine göre, o yalıtkanın, özgül endüktif sığası ile orantılı olarak, birbirlerine daha sıkışık bir şekilde yanaşacaklarını, böylelikle de, kondansatör levhalarının, kuvvet çizgilerinin ucunda daha çok yük barındırabileceklerini, ileri sürüyordu. 1845 yılında, Faraday, maddesel cisimlerle, manyetik kuvvet alanları arasında benzer bir etkileşme buldu. Diyamanyetik dediği, bazı maddelerden yapılmış çubuk şekilli örneklerin, kendilerini manyetik alan içinde, alana dik bir doğrultuya getirdiklerini, halbuki, paramanyetik diye isimlendirdiği, demir ve bazı başka maddelerden yapılmış çubukların, manyetik alan boyunca, kuvvet çizgilerine paralel bir konum aldıklarını gördü. Böyle etkileri dikkate almak için, Faraday, manyetik kuvvet çizgilerinin, diyamanyetik maddelerde azaldığını, demir ve diğer paramanyetik cisimlerde ise sıklaştığını ileri sürdü.

Faraday, ışık, manyetizma ve elektrik arasında bir ilişki ararken, diyamanyetizma olayı ile, karşılaşmıştı. Kuvvetli bir elektromıknatısın kutupları arasına bir cam parçası koyduğunda, camın manyetik alanda konumunu değiştirdiğini görmüştü. Camdan, manyetik kuvvet çizgileri doğrultusunda, polarize olmuş bir ışık demeti geçirdiğinde, ışığın polarizasyon düzlemini değiştirdiğini de gördü. Manyetizma ile ışık arasındaki böyle bir ilişki, 1846 yılında kendisine, ışığın, kuvvet çizgileri boyunca böyle dalga titreşimlerinden oluştuğu düşüncesini verdi. Faraday şunu sordu:

'Herhangi bir teoride, ışının ve ışımalı olayları ele almak için düşünülen titreşimlerin; tanecikleri ve bu şekilde maddesel kütleleri birbirine bağlayan kuvvet çizgileri için de geçerliliği imkansız mı: Bu kavram kabul edilirse, o, başka bir bakış açısına göre, bu titreşimlerin yer aldığı ortam olarak düşünülen *esiri* lüzumsuz hale getirecektir.'

---

[30] specific inductive capacity, (Ç.N.).

Faraday'ın sorgusu, 1862 yılında Clerk Maxwell, 1831-79, tarafından ortaya konacak, ışığın elektromanyetik teorisi doğrultusundaki ilk öneriyi oluşturuyordu. Teorinin gelişmesini teşvik eden, bir sorgulama doğrultusunu, durağan ve akan elektrik arasındaki bağıntıya ilişkin, ve özellikle, elektrik akım hızının belirlenmesiyle ilgili çalışmalar oluşturuyordu. Londra'da bir fizik profesörü olan Charles Wheatstone, 1802-75, uzun bir elektrik devresinin uçları arasında meydana gelen kıvılcunları, dönen bir ayna ile incelerken, 1834 yılında, akım hızını ölçmüş ve bunun, ışık hızının bir buçuk katı olduğunu bulmuştu. Fransa'da, Fizeau, 1850'de yaptığı deneylerde, elektrik hızının, demir tellerde, ışık hızının üçte biri ile, bakır tellerde üçte ikisi arasında olduğunu buldu. Son olarak, Heidelberg'de Kirchhoff, 1824-87, durağan ve akan elektriğin, hız boyutu taşıyan bir katsayı ile birbirine bağlı olduğunu; iki durağan elektrik yükü arasındaki çekim kuvvetini, bunların boşaldığı zaman ürettiği manyetik kuvvetle karşılaştırarak. katsayının ışık hızının büyüklüğünde olduğunu gösterdi.

Önce Londra'da sonra da Cambridge'de doğa felsefesi profesörü olan Clerk Maxwell, elektriksel ve manyetik olaylar için Faraday tarafından ileri sürülen geniş ölçüde niteliksel açıklamalara, niceliksel ve matematiksel bir şekil vermek istiyordu. Maxwell, önce, ışığın dalga teorisindeki *esir* kavramını işin içine sokarak, Faraday'ın kuvvet çizgileri kavramının niteliksel özelliklerini geliştirdi. Kuvvet çizgileri, Maxwell'in düşüncesine göre, ekseni etrafında dönen *esir* tüpleriydi. Bu dönmeden çıkan merkezkaç kuvvet, Faraday'ın çekme ve itmeyi açıklamak için ortaya attığı gibi, tüpleri yana doğru genişlemeğe ve uzunlamasına kısalmağa itiyordu. Fakat, aynı yönde dönen iki komşu tüp, birbirlerine değdikleri noktalarda, ters yönlerde hareket edeceklerinden, bu kavramın mekanik bakımdan uygulanabilirliği yoktu. Bundan dolayı, Maxwell, *esir* tüpleri arasında, bilyalı yataklarda, veya boşta dönen tekerleklerde olduğu gibi, tüplere ters yönde dönen, tanecik tabakaları olduğunu düşündü. Eğer her *esir* tüpü aynı hızla dönseydi, tanecikler konumlarını değiştirmeyeceklerdi. Aksi halde, tanecik, iki tarafındaki tüpün çevre hızlarının ortalaması olan bir hızla, doğrusal olarak ilerleyecekti. Böylece, eğer bir şekilde, bir tüpün hızı değiştirilebilirse, sistemde bir bozuntu yayılacak ve tanecikler doğrusal bir harekete geçerek, tüpten tüpe yuvarlanacaklardı. Maxwell, tanecik karakterinin elektriksel olduğunu varsayıyor ve böyle bir hareketin elektrik akımı oluşturduğunu düşünüyordu.

Tersine, bir tanecik eğer normal konumundan uzaklaşırsa, komşu tüpler üzerine teğetsel bir gerilim uygulanacak ve bu tüpler elastik olduğundan, taneciği normal yerine geri iteceklerdi. Maxwell, böyle bir gerilim durumunun, iki kondansatör levhası arasındaki alanda bulunduğunu; levhalar üzerindeki yüklerin, elektrik taneciklerine yer değiştirteceğini, onların da, aradaki bölgedeki *esir* tüpleri üzerine gerilim uygulayacağını iddia etti. Modelin mekaniğini yöneten dinamik yasalarına göre, Maxwell, titreşimden kaynaklanan gerilim ve şekil değiştirme olasılığını dikkate alarak, *esir* içinde dalga şekilli bozuntuların, ışık hızıyla yayılacağını düşündü. Buna göre, ışık, bir elektromanyetizma olayı idi; Maxwell, bunu, 'ışık; elektriksel ve manyetik olayların nedeni olan, ortamın enine dalgalanmalarından oluşur', diyerek belirtmişti. Maxwell, elektromanyetik dalgaların, ışık hızıyla, maddenin özgül endüktif sığasının kare kökünün çarpımına eşit bir hızla yayılacağını gösterdi. Saydam bir ortamda, ışık hızı, ortamın kırılma indeksine bağlı olduğundan, ortamın özgül endüktif sığası, onun kırılma indeksinin karesine eşit olduğu anlaşılıyordu; bu öngörü, sonradan doğrulanacaktı.

Maxwell, kendi teorisinden çıkan çeşitli öngörülerin deneysel olarak doğrulanmasıyla fazla ilgilenmediği gibi, elektrik tanecikleri veya elektronları ima eden kavramsal yapısı ile, elektromanyetik *esir* modelinin niteliksel yönlerini geliştirmedi. O, daha sonraki çalışmalarında, kendi *esir* modelini terketmiş ve *esir* içindeki dalga şekilli bozuntular için çıkardığı matematik denklemler üzerine çalışmalarını yoğunlaştırarak, bu denklemleri optik olaylara uygulamıştı. İnceledikleri doğa olaylarını, mekanik modeller aracılığıyla, analojiyle açıklayan, başta Glasgow'da Lord Kelvin olmak üzere, diğer bilim adamları, Maxwell'in matematik çalışmalarını anlamakta güçlük çekerek, ışık, elektrik ve manyetizma olaylarını bir araya getirmek amacıyla, *esir* için başka modeller geliştirmeğe giriştiler. Kelvin, 1884'de, şunu belirtiyordu:

'İncelemekte olduğum nesne için mekanik bir model inşa edene kadar rahatım yok. Eğer böyle bir model yapmayı başarırsam, anlıyorum; aksi halde anlamıyorum. Yani, ışığın elektromanyetik teorisini kavrayamıyorum. Işığı, daha az anladığım başka şeyler ortaya atmadan, olabildiğince tam olarak anlamak istiyorum. Dolayısıyla, basit dinamiğe sarılıyorum, çünkü elektromanyetik teoride değil ama, orada bir model bulabiliyorum.'

Buna uygun olarak, 1890'da Kelvin, ışık, elektrik ve manyetizmayı, döndürme gerilmelerine direnç gösteren, fakat doğrusal yer değiştirmelerine zorluk göstermeyen MacCullaugh'ın optik *esir*i ile açıklamağa girişti. Kelvin, elektriksel etkilerin, MacCullaugh *esir*inin elemanlarının öteleme hareketlerine; manyetik olayların dönmeye ve ışığın da dalga şekilli titreşimlerine bağlanabileceğini ileri sürdü. Lakin, MacCullaugh modeli, saydam bir ortama uygulanan elektriksel alanların, o ortamda ışığın hızını değiştireceğini içeriyordu. Fakat, bunun doğru olmadığı gösterilecekti. On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında, ışığın, elektriğin ve manyetizmanın türlü türlü olaylarını, değişik başarı dereceleriyle açıklayan, daha bir çok başka *esir* modeli teklif edildi. Bazıları da, maddenin özelliklerini bile, bir *esir* modeli içine yerleştirmeğe çalıştı. Bu arada, Kelvin, 1867'de, maddenin atomlarının, havadaki duman halkaları gibi, *esir*in girdap halkaları olduğunu iddia etti. Fakat, buradan hareket ederek, maddesel nesnelerin ağırlık ve yoğunluğunu açıklamak zordu. Sonuçta, bir cismin mutlak hızı, yani *esir*e göre hızı, kavramının manasız olduğu gösterilince, tüm *esir* modellerini, varsayımsal maddesini oluşturdukları, mutlak uzay kavramıyla birlikte, bırakmak gerekti.

Işığın elektromanyetik teorisinin en önemli bir sonucuna, 1883'de, Dublin'de doğa felsefesi profesörü olan Fitzgerald, 1851-1901, tarafından işaret edildi. Onun gösterdiğine göre, eğer Maxwell teorisi doğruysa, bir devreden geçen elektrik akımını periyodik olarak değiştirerek, elektromanyetik ışınımları sadece elektriksel yoldan yapmak mümkün olmalıydı. 1853'te Kelvin'in gösterdiği gibi, bir Leiden şişesinin veya bir elektrik kondansatörünün boşalması, yükün, artıp azalarak nihayet sıfır olduğu, titreşimsel bir karaktere sahipti. Buna uygun olarak, Fitzgerald, Maxwell teorisinin öngördüğü gibi, boşalmakta olan bir kondansatörün, iyi bir elektromanyetik dalga kaynağı olacağını ileri sürdü. Ayrıca, dalgaların boyu ne kadar kısa ise, onların o kadar çok enerji taşıyacaklarını ve böylece bulunmalarının da o kadar kolay olacağını belirtti.

Böyle dalgalar için bir detektör, 1886 yılında, sonradan Bonn'da fizik profesörü olan Heinrich Hertz tarafından icad edildi. Onun bulduğuna göre, eğer telden yapılmış bir halka, boşalan bir Leiden şişesine veya faaliyette olan bir endüksiyon sargısına yakın tutulursa, halkanın iki ucu arasındaki aralıktan,

elektrik kıvılcımları atlıyordu. Halka, şişe veya sargı tarafından yayılan elektromanyetik ışınımı alıyordu. Işınım, halkada bir elektrik akımına dönüşüyor, bu da, halkanın aralığından kıvılcım ile atlıyordu. Bu basit alet ile, Hertz, böyle ışınımların ışığa benzer özellikleri olduğunu göstermeğe girişti. 1888 yılında, elektromanyetik dalgaların kendi laboratuvarının duvarlarından yansıdığını ve sert çamsakızı prizmalarda kırılabileceğini gösterdi. Üstelik, bunların, ışık dalgaları gibi, girişim yaptığını ve polarize olduklarını, ayrıca doğrusal olarak, ışık hızı mertebesinde bir hız ile yol aldıklarını ortaya koydu. Hertz, bu şekilde, Maxwell'e ait ışığın elektromanyetik teorisinin en önemli öngörülerini kanıtlarken, ilerdeki radyo yayını ve radar gibi önemli gelişmelerin dayandığı temel buluşları da gerçekleştirmiş oluyordu.

39. Bölüm

Termodinamik: Enerji Değişimlerinin Bilimi

ENERJİNİN—ısı, ışık, elektrik, manyetizma, kimyasal ve mekanik enerjiler—gibi çeşitli şekilleri arasındaki ilişkilerinin bilimi olan termodinamik, ısının, sürtünme ile mekanik yoldan üretiminin ve mekanik enerjinin buhar makinasında. ısıl süreçle doğuşunun araştırılmasından ortaya çıkmıştır. On yedinci yüzyıl boyunca, başta Bacon, Boyle, Hooke ve Newton gibi bazı doğa filozofları, ısının, cisimlerin küçük taneciklerinin, sıcaklıkla hızı artan mekanik hareketleri olduğunu düşünmüşlerdi. Bundan sonraki yüzyılda, kimyanın gelişmesiyle, ısıya, 'kalorik'[31] denilen, ağırlıksız bir maddesel öz olarak bakılıyor; bir katının ergimesi ve bir sıvının buharlaşması, ısı maddesi ile, katı veya sıvı maddesi arasında oluşan bir cins kimyasal reaksiyon olarak düşünülüyordu

Kalorik teorisine göre, sürtünmeyle ısı üretimine, ısı maddesinin, kimyasal bileşiminden veya birbirine sürtülen iki maddeyle olan mekanik bağından ayrılması şeklinde bakılıyordu. Buna göre, üretilen ısı miktarıyla, sürtme miktarı birbiriyle orantılı olmalıydı. Avrupa'ya yerleşen Amerikalı bilimci Kont Rumford,[32] 1753-1814, 1798'de Münih'te top namlusu delinirken, üretilen ısı ile, delme miktarının, birbiriyle ters orantılı olduğunu görmüştü. Körleşmiş delme aletleri. keskin aletlere göre, kalorik teorisine ters düşerek, daha çok ısı veriyor ama daha az delme işlemi gerçekleştiriyordu. Halbuki kalorik teorisine göre, keskin aletlerin, top metalini daha etkin olarak keserken, metale bağlı olan ısı maddesinin daha çoğunu ortaya çıkarması gerekiyordu. Rumford, az veya hiç kesme yapmayan kör bir delicinin, on sekiz pound suyu, iki tam üç çeyrek satte, kaynama noktasına getirecek kadar ısı ürettiğini buldu. Böyle bir ısı miktarı, sadece mekanik enerji ile üretiliyordu. Böylece, Rumford, ısının kendisinin, mekanik hareket olduğuna karar verdi.

---

[31] caloric, eski fizik kuramlarına göre, ısı maddesi, (Ç.N.).
[32] Benjamin Thompson, Rumford Kontu, (Ç.N.).

Rumford, gelecekte Kraliyet Kurumu'nda himayesine alacağı Humphry Davy'yi buna inandırdıysa da, ısının mekanik teorisi, o zamanlar yaygın bir kabul görmedi. 1799'da, Davy, iki parça buzu bir saat mekanizmasıyla boşlukta birbirine sürterek bir deney yaptı. Aletin tamamı, suyun donma noktası civarında tutuluyordu. İddiasına göre, bir miktar buz, mekanik sürtünme sonucu eriyordu. Davy, bu deneye bakarak, ısının, 'garip bir madde olduğu, belki cisimlerin taneciklerinin bir titreşimi', olduğunu kabul etti. Isının biraz farklı bir mekanik teorisi, 1807'de Thomas Young tarafından ortaya atıldı. Kendisi, al-kor haline gelmiş cisimlerden ışımayla yayılan ısıyı ve spektrumun kızıl ötesi bölgesinin ısıtıcı etkisini inceleyerek, ısının da ışık gibi bir dalga hareketi olabileceği sonucunu çıkardı. Fakat, ısının mekanik teorisi o dönemde az destek buldu. 1850'lere kadar kabul edilen, genellikle, ısının maddesel teorisi, yani kalorik fikri idi.

Bu esnada Fransa'da, ısının, buhar makinesiyle mekanik enerjiye dönüşmesini kontrol eden faktörler araştırılıyordu. Buhar makinesinin yüz yıldan fazla kullanılmasına rağmen, bu faktörler Britanya'da fazla yoğun bir şekilde incelenmemişti. Watt, bir buhar makinesindeki buhar basıncının, silindirin etkin hacmi ile nasıl değiştiğini, grafik olarak gösteren bir endikatör diyagramı çizmiş olmakla birlikte, ne onun ne de İngiliz bilim adamlarından herhangi birinin, böyle diyagramlardan o zamanlar bir sonuç çıkarmadığı anlaşılmaktadır. Watt gibi Britanyalı mühendisler, geniş ölçüde kendi kendilerini yetiştirmiş oldukları halde, on dokuzuncu yüzyıl başlarındaki Fransız mühendisleri, Ecole Polytechnique'deki teorik bilimciler yanında öğrenim görmüşlerdi. Bu nedenle, buhar makinesinin teorisiyle ve genel olarak makine teorisiyle uğraşmak için daha fazla imkana sahiptiler.

Fransa'daki teorik bilimciler gibi, pratik mühendisler de ısı problemlerini öğrenmiş ve her iki grup da, genel bir ifadeyle, kaloriğe ağırlıksız bir sıvı olarak bakan, ısının maddesel teorisini benimsemişti. 1822 yılında, Ecole Polytechnique'deki teorik fizikçiler ekolünden Fourier, 1768-1830, katılardaki ısı akışını inceleyen, yeni bir matematiksel analiz yöntemi ve Descartes'ın önermekle birlikte katkı yapmadığı, boyut teorisini ele alan, *Isının Analitik Teorisi*, adlı eserini yayınladı. Fourier, ısının mekanik etkileriyle değil, öncelikle ısının, iletim olaylarıyla ilgileniyordu. Kendisi, cisimlerin ısıtıldıkları

zaman genişlediğini ve mekanik kuvvet ürettiğini belirtikten sonra, 'fakat, ısının yayılmasına ait yasaları incelerken hesapladığımız şey bu genişleme değil'. diyordu. Fourier, ısıl olaylarla ilgili çalışmaların, gerçekte, mekanikten farklı bir bilim oluşturmakta olduğunu düşünüyordu. Fourier, 'Mekanik kuvvetler tarafından üretilmeyen, fakat, sadece, ısının varlık ve birikmesinden doğan olaylar, çok yaygın bir sınıf oluşturuyor. Doğa felsefesinin bu bölümü, dinamik teoriler altına konamaz: bunun, kendine has yasaları var ve diğer kesin bilimlere benzeyen bir yöntem üzerine kurulmuştur', diyordu.

Diğer yandan, Fransız mühendisleri, öncelikle, ısıl ve mekanik etkiler arasında bir bağlantı kurmağa ilgi duyuyorlardı. 1824 yılında, Fransız ordusunda bir mühendis olan Sadi Carnot, 1796-1832, *Ateşin Hareket Ettirici Kuvveti Üzerine Düşünceler* adlı eserini yayınladı. Yazar, burada, buhar makinesi ve genel olarak ısı makinalarında, ısıdan mekanik enerji üretimini belirleyen faktörlerin analizine girişmişti. Carnot, buhar makinasında, ısının, yüksek sıcaklıktaki bir bölgeden, yani kazandan, aşağı sıcaklıkta bir bölgeye, yani kondensere aktığına, ve bu süreçte, silindir ve piston ile, mekanik iş üretildiğine, dikkat çekiyordu. Carnot, bu özellikleriyle, buhar makinasının, başka bir ilk hareket vericiye, yani, su çarkına, benzediğine işaret ediyordu.

'Isının hareket ettirici kuvvetini, haklı olarak, bir çağlayanmki ile karşılaştırabiliriz,' diyen Carnot, 'çağlayanın hareket ettirici kuvveti, akışkanın yükseklik ve miktarına bağlıdır: Isının hareket ettirici kuvveti ise, kullandığı kalorik miktarına ve düşme yüksekliğine, yani, aralarında kalorik alış verişi yapan cisimlerin sıcaklıkları farkına bağlıdır', diye ekliyordu.

Bu benzetme, ve bunun dayandığı kalorik teorisi, Carnot'yu, buhar makinası çalışırken, ısının hiç kaybolmadığı ve mekanik enerjiye dönüşmediği şeklinde, yanlış bir sonuca götürmüştü. Kendisi, yüksek sıcaklıktaki kazanın, alçak sıcaklıktaki kondenserin aldığı kadar ısı verdiğini düşünüyordu. Lakin, bu benzetme onu, buhar makinası tarafından üretilen enerji miktarının, ilke olarak, sadece kazan ile kondenser arasındaki sıcaklık farkına ve birinden diğerine geçen ısı miktarına bağlı olduğu şeklinde, yararlı bir kavrama götürmüştü. Bundan anlaşılıyordu ki, aynı sıcaklık düzeyleri arasında çalışan tüm buhar makineleri ve genel olarak tüm ısı makineleri, aynı verime sahip olacaklardı. Carnot ilkesi, denilen bu sonucu ispatlamak için, o, bunun aksi bir durumda, bir

daimi hareket makinesinin yapılabileceğine işaret etmiştir. Eğer, aynı sıcaklık düzeyleri arasında çalışan iki mükemmel ısı makinesi, aynı verime sahip değillerse, verimi daha yüksek olan makine, verimi alçak olan makineyi geriye çalıştırarak, ısıyı, aşağı sıcaklıktan yukarı sıcaklığa nakledebilecek, böylece, ısıl koşulları ilk haline getirirken, sürekli olarak da bir net mekanik enerji üretebilecekti. Carnot, daimi hareket makinesinin mümkün olmadığına inanıyordu. Bundan dolayı, Carnot, aynı sıcaklık düzeyleri arasında çalışan her ısı makinasının, çalışma tarzına, yahut ısıyı iletmek ve iş yapmak için kullandığı maddeye bağlı olmadan; yani, bunlar ister türbin ister pistonlu makine olsun; ister buhar, hava veya başka bir çalışma maddesi kullansın, aynı verime sahip olacağını postüle etti.

Daha sonra, 1830'da Carnot, buhar makinesini, bir su çarkı ile karşılaştırmanın doğru olmadığını, ısının birazının mekanik enerjiye dönüştüğünü ve makinenin çalışması sırasında sistemden kaybolduğunu anladı. Bunun üzerine, kalorik teorisini bırakarak, ısının, cisimlerin tanecikler'inin hareketlerinden başka bir şey olmadığı, ısı ve mekanik enerjinin birbirine dönüşebildiği ve eşdeğer olduğu, şeklinde bir görüşü benimsedi. Lakin, Carnot, 1832'deki kolera epidemi'sinde ölünce, not defterlerine kaydettiği bu sonraki görüşleri. 1878 yılına kadar yayınlanamadı. Carnot'nun, kalorik teorisine dayanan daha eski çalışmaları, Paris Köprüler ve Yollar Okulu profesörlerinden, diğer bir Fransız mühendisi olan Clapeyron, 1799-1864, tarafından ileriye götürüldü. 1834'de Clapeyron, bir buhar makinesinin bir çevrimi sırasında, silindir hacmi ile basıncın nasıl değiştiğini gösteren, Watt'ın çizmiş olduğu endikatör diyagramını, ya yeniden ele aldı veya bunu yeniden keşfetti. Basınç-hacim grafiği altındaki alanın, bir değişim çevriminde yapılan işi gösterdiğine işaret ederek, bir buhar makinesinin veriminin ölçüsünün, yapılan işin böyle bir çevrimde kullanılan ısıya oranı olduğunu ileri sürdü.

Carnot'nun, Clapeyron sayesinde duyulan çalışmalarının önemi, 1850'lere kadar genellikle takdir edilememişti. Bu sırada, dikkatler yeniden, mekanik hareket ve diğer kaynaklardan ısı üretilmesine çevrilmişti. Almanya'da bu soruya, kimyasal ve biyolojik açılardan yaklaşılmıştı. Lavoisier, hayvanların dışarıya verdiği ısı miktarının, karbon dioksit miktarına oranının kabaca, mumlar tarafından üretilen ısı ve karbon dioksit'in oranına eşit olduğunu

göstermişti. Öyle ise, sıcak kanlı yaratıkların ısısının, aldıkları gıdanın yakılmasından çıkan kimyasal enerjiden kaynaklanması imkansız görülmüyordu. Paris'te eğitim gören Liebig, hayvanlarm vücut ısılarının olduğu kadar mekanik enerjilerinin de, yediklerinin kimyasal enerjisinden çıkabileceğini düşündü. Bu konuda, Alman bilim adamlarının düşünceleri bölünmüştü; bazıları, organizma etkinliklerinin, canlı varlıklara has bir dirimsel kuvvete dayandığında ısrar ediyordu. Liebig'in öğrencilerinden biri olan Friedrich Mohr, 1806-79, mekanikçi bir bakış açısı benimseyerek, enerjinin tüm şekillerinin, mekanik kuvvetin tezahürleri olduğu, kavramını ortaya attı.

'Bilinen elli dört kimyasal element yanında,' Mohr'un dediğine göre, 'Doğa'da sadece bir unsur daha vardır ve buna kuvvet denir; uygun koşullarda, o, hareket, çekim, elektrik, ışık, ısı, ve manyetizma olarak görülür. . . . . Isı, bu nedenle, özel bir madde cinsi değil, fakat, cisimlerin en ufak parçalarının titreşim hareketidir.'

Bu görüş, 1842'de, Bavyera'nın Heilbronn kentinde doktor olan Robert Mayer, 1814-78, tarafından yeniden ileri sürüldü. Tropik bölgelerde çalışan gemilerde hizmet ederken, Mayer, hastalarının toplardamarlarındaki kanın, Avrupa'da gördüklerinden daha kırmızı olduğunu fark etmişti. O, bu farkı, tropik koşullarda toplardamardaki oksijen fazlalığına bağlamıştı; oksijen fazlalığı, beden ısısını sağlayan gıda yanmasının azalmasından kaynaklanıyordu. Bu olay, beden ısısının, yiyeceklerin kimyasal yanmasından çıktığı şeklindeki görüşü destekliyor gibiydi. Mayer, kasların mekanik enerjisinin de aynı kaynaktan çıktığını; mekanik enerji, ısı ve kimyasal enerjinin eşdeğer olduğunu ve birbirine dönüşebileceğini düşündü. Mayer, Almanya'ya döndükten sonra da, konu ile ilgisini sürdürdü. Yüzyılın başından beri, boşluğa doğru genişleyen gazların ısıl bir değişim geçirmediği, fakat bir basınca karşı genişleyen gazların mekanik iş yaptığı için ısı soğurduğu biliniyordu. Mayer, ikinci durumda, yapılan mekanik işin soğurulan ısıdan kaynaklandığını anlayarak, ikisinin eşdeğer olduğunu ve gazların genişlemesine eşlik eden ısıl değişimlere ait yayınlanmış verileri kullanarak, verilen bir mekanik iş miktarına eşdeğer olan ısı miktarını hesapladı.

Kendinden önce Mohr'un da başına geldiği gibi, Mayer'in makalesi, en önemli Alman fizik dergisinin editörü, Poggendorf tarafından, deneysel hiç bir çalışma ihtiva etmediği gerekçesiyle reddedildi. Bu, Poggendorf ve diğer Alman fizikçilerinin, o dönemdeki doğa-felsefesi'nin spekülatif eğilimlerinden kaçınmak istedikleri şeklinde, belirli bir politikayı göstermektedir. Mayer'in, sonunda, Liebig ve Mohr'un editörü olduğu bir kimya dergisinde 1842'de yayınlanan makalesine bakarak, yaptığı spekülasyonlar pozitif bir başarıya ulaşmışsa da, onun bir doğa-filozofu olduğu anlaşılmaktadır. Onun iddiasına göre, kuvvetler, esas olarak, nedenlerdir. Nedenler, yok edilemez olduğuna ve etkilere dönüşebildiğine göre, kuvvetler de yok olamaz ve biri diğerine dönüşebilir.

'Bir çok durumda, hareket, ısı üretmekten başka bir etkiye sahip değildir' diyen Mayer, 'böylece, ısının kaynağı, hareketten başka bir şey olamaz', diye ekliyordu.

Yine biyolojiden hareketle, enerjinin korunumuna ve onun faklı şekillerinin biribirine dönüşebilirliğine ulaşan başka bir Alman bilim adamı da, Konigsberg'de fizyoloji ve sonra Berlin'de fizik profesörü olan, Hermann Helmholtz'dur, 1821-94. Dirimselcilere karşı çıkan Helmholtz, canlı organizmaların, eğer yediklerinden aldıklarının dışında, özel bir dirimsel kuvvetten enerji alıyorlarsa, bunların birer daimi hareket makinesi olacaklarını ileri sürdü. Daimi hareket makinesinin imkansız olduğu ilkesi, böylece, hayvanların enerjilerini yalnızca yediklerinden karşıladıklarını; yiyeceğin kimyasal enerjisinin, eşdeğer miktarda ısı ve mekanik işe dönüştüğünü belirtiyordu. Helmholtz ayrıca, eğer ısı ve diğer enerji türleri, kendi içlerinde mekanik hareket şekilleri iseler, evrendeki toplam enerji miktarının sabit olması ilkesinin, on yedinci ve onsekizinci yüzyılda ortaya konan mekanik enerjinin korunumu yasasından çıktığını iddia etmişti. Enerjinin korunumu ilkesi üzerine Helmholtz'un, yazdığı ilk makale de, Mohr ve Mayer'inkiler gibi, Poggendorf tarafından reddedilince, başka bir yerde yayınlandı.

Enerjinin korunması ilkesini ortaya koyan deneysel çalışmalar, İngiltere'de, Manchesterli bir bira imalatçısı ve amatör bilimci olan James Prescott Joule, 1818-89, tarafından yürütüldü. Mayer ve diğerleri gibi, Joule de enerjinin yok olamayacağına ve kendini değişik şekillerde gösterebileceğine

inanıyordu. Fakat, Almanların aksine, o, bunun böyle olduğunu, verilen bir ısı miktarına dönüşebilen değişik enerji şekillerini sistematik olarak ölçerek, deneyle göstermeğe çalıştı. Isının, cisimlerin taneciklerinin hareketi olduğuna ve ısının temelde, mekanik enerjinin tıpkısı olduğuna inanan Joule de, maddesel dünya karşısında, tamamen bir mekanikçinin görüşüne sahipti. O, Mayer'in, doğa-felsefeci görüşleri karşısında rahatsızlık duyuyordu. Mayer, ısının mekanik eşdeğerinin, bir sayıdan ibaret olduğunun altını çizmişti. Bu sayı, niteliksel olarak enerjinin bir şeklinin diğerine dönüşümünü, ısının mekanik teorisi veya herhangi başka bir teorik modelden bağımsız olarak ifade etmekteydi.

Joule, önce, o zamanlar hızla gelişen elektrik konusunu inceledi. Fakat, Davy ve Faraday gibi diğer büyük elektrikçilerin aksine, o, dikkatini elektrik akımının ısıl etkileri üzerine yoğunlaştırdı. 1840 yılında, bir tel dirençten akan elektrik akımından çıkan ısıyı ölçerek, verilen bir zamanda ortaya çıkan ısının, telin direnci ile telden geçen akımın karesinin çarpımıyla orantılı olduğunu buldu. Bu bağıntı, Joule yasası adıyla bilinmektedir. Joule, bu deneye göre, elektrik enerjisinin direnç aracılığıyla ısıya dönüştüğünü kabul etti. Ama bu arada, ısının, telin bir tarafından diğer tarafına akımla nakledilen maddesel bir öz , yani kalorik, olabileceği ihtimalini de aklında tutuyordu. O, 1843 yılında bu ikinci olasılığın geçersiz olduğunu, içinde su bulunan kapalı bir kapta bir dinamo çalıştırıp, sarfedilen mekanik enerjiyi ölçerek gösterdi. Suyun sıcaklığının artması, ortaya çıkan ısının tahmin edilmesini sağlıyordu. Burada, devre tamamen kapalı bulunuyordu; böylece, suyun sıcaklığının yükselmesi, devrenin bir parçasından ötekine kalorik naklinden değil; mekanik enerjinin elektriğe, elektriğin de ısıya dönüşmesinden kaynaklanıyordu. Enerjinin değişik şekillerinin, nicelik olarak birbirine dönüşebileceğine kendini inandırınca. Joule, su içinde dönen bir çark tarafından mekanik olarak üretilen ısıyı doğru olarak ölçerek, 772 foot-pound mekanik enerjinin, ürettiği ve eşdeğer olduğu ısının, bir pound suyun sıcaklığını, 1F° arttırdığını buldu.

Joule,'un araştırmaları, hemen ilgi çekmedi. Kraliyet Derneği, iki makalesini yayınlamayı reddetti. Joule buna şaşmadı, zira kendisi Kraliyet Derneği'ndeki centilmen-bilimcilerin ve endüstriyel Manchester'in ilgileri arasındaki farkları biliyordu. Bununla birlikte, Britanya Derneği'nin 1847

tarihli bir toplantısında, William Thomson (Lord Kelvin), 1824-1907, Joule'un sonuçlarının, Fransız mühendisleri tarafından geliştirilen ısı makineleri teorisiyle ters düştüğüne işaret ederek, onun çalışmalarının önemini vurguladı. Joule'un deneyleri, mekanik enerjinin niceliksel olarak ısıya dönüştüğünü gösterirken, Fransız teorisi, ters yönde bir değişmenin olmadığını, ısının, buhar makinesinde mekanik enerjiye dönüşmediğini, sadece yüksek sıcaklıktan aşağı sıcaklığa düştüğünü söylüyordu.

Kelvin, önce, daha yararlı gördüğü için Fransız görüşünü o haliyle benimsemişti. 1848'de, Kelvin, Carnot'un mükemmel ısı makineleri teorisine dayanarak, mutlak bir sıcaklık skalası belirlenebileceğini gösterdi. O zamana kadar, sıcaklıklar, katıların, sıvıların ve gazların, ısıtılınca genişlemesine dayanarak ölçülmüş, eşit genişleme miktarları, eşit sıcaklık artımlarının ölçüsü olarak alınmıştı. Lakin, farklı termometrik maddelere dayanan sıcaklık skalaları, kendi aralarında çok uyumlu değillerdi. Cıvalı termometrenin, gazlı termometreden biraz fark ettiği görülüyor, ama birinin diğerinden daha doğru olması için bir neden de bulunmuyordu. Carnot'un teorisi, aynı sıcaklık farkları arasında çalışan, tüm mükemmel ısı makinalarının, buhar, hava, v.b. gibi çalışma maddeleri ne olursa olsun aynı verimliliğe sahip olacağını belirtmişti. Kelvin, bu nedenle, mutlak bir skala üzerindeki sıcaklık artışlarının, mükemmel bir ısı makinasının eşit verimle çalışacağı sıcaklık bölgeleri olarak tanımlanabileceğini ileri sürdü. Daha sonra, 1854'de, kalorik teorisi genel olarak terkedildiğinde de, Kelvin başka bir mutlak skala teklif etti; bunda, eşit sıcaklık adımları, bir ısı makinasının aynı miktarda iş üreteceği sıcaklık bölgeleri olarak alınıyor ve böyle bir skalanın gaz termometre skalasıyla gayet iyi uyuştuğu gösteriliyordu.

Joule, Mayer ve diğerlerinin görüşleri, Glasgow'da Kelvin ve Berlin'de Rudolph Clasius, 1822-88, tarafından bir ısı makineleri teorisi içinde bütünleştirildi. Onlar, gaz ve buharların, bir kuvvete karşı genişleyerek mekanik iş yapmaları durumunda, ısı kaybettiklerini, bunun bir kısmının mekanik işe dönüştüğünü ve böylece, buhar makinesinin işlemesi sırasında bunun kaybolduğunu belirttiler. Bununla, enerjinin değişik şekillerinin korunum ve birbirine dönüşebilmesinin önünde duran temel engel yenilmiş oluyordu. Bu yasa, genel bir ilke olarak, Clasius ve Kelvin tarafından 1851'de açıklandı.

Carnot ısı makinesinin çevrimleri sırasında, ısı miktarı azalırken, çevrim sırasında sabit kalan bir miktar bulunuyordu. Dışarı verilen ısı, makine tarafından alınandan daha küçük olmakla birlikte; alınan ısının, ısı kaynağının sıcaklığı ile bölümü ve dışarıya verilen ısınm, ısı kuyusunun sıcaklığına bölümü, nicelik olarak aynı değere sahipti. Bu orana, Clausius, 1865 yılında entropi adını verdi.

Clausius, Carnot'un mükemmel ısı makinesinin oldukça soyut bir model olduğuna işaret etti. Zira, günlük deneylerimize göre, sıcak cisimler kendiliğinden soğumaya, soğuk cisimler de ısınmaya eğilim gösterirler. Fakat, eğer doğal cisimler, biri diğerini ters yönde çalıştıran bir çift Carnot ısı makinesinden oluşsalardı, sıcak cisimler daimi olarak sıcak, soğuk cisimler de daimi olarak soğuk kalırdı. Isının metal bir çubukta yayılımı gibi, kendiliğinden olan bir ısıl süreçte, sıcaklık düşerken, ısı miktarı sabit kalır. Entropi, yani ısı miktarının, sıcaklığa oranı, kendiliğinden gelişen süreçlerde yükselmeğe eğilim gösteriyor ve mükemmel bir ısı makinesinde olduğu gibi, sabit kalmıyordu. Termodinamiğin ikinci yasası böyle idi. Clausius, bunu, 'Dünya'nın entropisi bir maksimuma doğru artar', şeklinde ifade etmişti; birinci yasa ise, bilinen, enerjinin korunumu yasasıydı: 'Dünya'nın enerjisi sabittir.'

Termodinamiğin yasaları, Clausius ve diğerleri tarafından, maddenin atom teorisine dayanarak dinamik olarak yorumlandı. 1857'de, Clasius, gazların hareket halindeki moleküllerden meydana geldiği ve gaz basıncının, moleküllerin gazı çevreleyen duvarlara çarpmasından kaynaklandığı hakkındaki teoriyi yeniden canlandırdı. Bir gazın ısıl enerjisi, onun moleküllerinin hareketinin kinetik enerjisinde yatmaktaydı. Londra'da Clerk Maxwell'in, gazların kinetik teorisine daha da geliştirerek 1866'da gösterdiği gibi, moleküllerin rastlantısal çarpışmaları, onların bazılarına ortalamadan daha fazla, bazılarına da daha az enerji bırakıyordu. Olasılık hesaplarına göre, o, böyle bir molekül topluluğunda, ortalamanın üzerinde verilen bir enerjiye sahip olan moleküllerin oranını hesapladı. Bu sonuç, daha sonraları, bazı moleküllerin bir enerji engelini aşmaları ve kimyasal tepkimelerdeki gibi bir dönüşüm geçirmeleri, veya bir sıvı veya katı yüzeyinden kaçmaları durumunda önem taşıyacaktı. Maxwell, moleküllere tek tek etki edebilen sanal bir varlık için, termodinamiğin ikinci yasasının geçerli olamayacağını belirtti. Böyle bir

'şeytan', hızla hareket eden molekülleri, yavaş olanlardan ayırdedebilir ve böylece, hiç enerji sarfetmeden, bir ortamın iki tarafında sıcaklık farkı meydana getirebilirdi. Kelvin, hayvan ve bitkilerin de böyle, 'Maxwell seytanları' olabileceğini düşünüyordu. Fakat, Maxwell'in kendisi, canlı varlıkların da, inorganik nesneler gibi, termodinamiğin yasalarına uyduklarına inanıyordu.

Atom teorisinin diliyle, termodinamiğin birinci yasası, bilindiği gibi, cisimlerin çarpışmaları sırasında toplam kinetik enerjinin sabit kalması ilkesinden başka bir şey değildir. Çünkü, ısı enerjisi, maddenin moleküllerinin mekanik enerjisine eşitlenmiştir. Termodinamiğin ikinci yasası, Avusturyalı fizikçi Ludwig Boltzmann, 1844-1906, tarafından, mekanik enerjinin ısıya dönüşümü veya sıcak cisimlerin soğumaları gibi, enerjinin serbestçe işlediği olaylarda sistemi oluşturan moleküllerin, enerjiler üzerinde rastlantısala doğru, yani bir Maxwell fonksiyonuna yaklaşan, dağılma eğilimi gösterdiği şeklinde yorumlanmıştı. Daha düzenli olan dağılmalar, daha az olasılığa sahip iken; en rastlantısal veya düzensiz olarak böyle bir dağılım, olasılığı en yüksek olandı. Böylece, bir sistemin entropi'sinin kendiliğinden artışı, sistemin moleküler enerjilerinin olası dağılımındaki bir artış ile ilişkilendirilebilirdi. 1877 yılında Boltzmann, entropinin, bu olasılığın logaritması ile orantılı olduğunu gösterdi.

Termodinamiğin ikinci yasası ve onun moleküler yorumu, zamanın ilerleyişine, şimdiye kadar Newton'ın mekanik sisteminde eksik kalan, fiziksel bir anlam ve yön verdi. İlke olarak, Newton dünyasının mekaniği, tersinir idi. Bir top mermisi, teorik olarak, hedefe çarptıktan sonra, geldiği yolu geriye doğru izleyerek, çıktığı topa geri de dönebilirdi. Termodinamiğin ikinci yasasına göre, böyle bir durum tamamen imkansızdı. Merminin, düzgün, tek yönlü hareketi, havanın sürtünme direnciyle, sürekli olarak ısıya, yani, hava moleküllerinin ve merminin, random, düzensiz hareketlerine dönüşür ve sonunda, düzgün, doğrusal hareketten artakalan da, mermi hedefe rastladığı zaman tahrip olacaktı. Düzgün hareket, merminin ve hedefin rastlantısal, ısıl hareketlerine dönüşür. Böyle değişiklikler, tersinmezdir; yani, mekanik enerji, ısıya dönüşüp dağıldığı zaman, dünyadan daimi olarak yok olacaktır.

Güneş'in, sabit bir ışımayla yavaş yavaş soğuması gibi süreçlerde, enerjinin, kendiliğinden dağılmasının hızı, zaman akışının bir ölçüsünü veriyordu. Kelvin, 1854'de şöyle demişti, 'Güneş'e gelince, Newton ve

Joule'un ilkeleriyle, onun tarihi üzerinde ileriye ve geriye gidebiliriz.' Güneş'in, yıllık ısı sarfı, Fransa'da Pouillet ve ondan bağımsız olarak da John Herschel tarafından, 1837 yılında Ümit Burnunda ölçülmüştü. Onların sonuçları uyumluydu; Herschel, Güneş'in bir yılda, Dünya'yı 100 ayak[33] örtecek miktarda kalın bir buz tabakasını eritebilecek kadar ısı verdiğini tahmin etti. 1848 yılında Heibronn'da Mayer, Güneş kömürden meydana gelmiş olsa, bu hızla beş bin sene yanabileceğini belirterek, Güneş'e düşen meteor ve asteroitlerin kinetik enerjisinin, böyle bir ısı sarfını karşılayabileceğini iddia etti. İngiltere'de Waterstone, bağımsız olarak, aynı hipotezi 1853'de ileri sürdü. Fakat, aynı yoğunlukla Dünya'ya meteor düşse, onu al-kor haline ısıtacağı gösterildi. Helmholtz 1854'de daha uygun bir hipotez ileri sürdü. O, Güneş'i oluşturan taneciklerin karşılıklı kütlesel çekiminin, onun büzülmesine neden olduğunu, bu sırada, aralarındaki kütle çekim potansiyelinin, kinetik enerjiye, yani ısıya dönüştüğünü söyledi. Yılda bir kaç yüz ayak büzülme, Güneş'in bir yılda yaydığı enerjiyi karşılamağa yetecekti. Fakat bununla Güneş'in geçmiş ve gelecek ömrü için bir limit belirlenmiş oluyordu. Bu temel üzerine yapılan hesaplar, Güneş'in, yirmi ila otuz milyon yıllık bir geçmişi olduğunu ve yaklaşık on milyon yıllık bir ömrünün daha kaldığını belirtiyordu.

Böyle tahminler, soğuma hızına bakarak, Dünya'nın yaşı için de yapılabilirdi. 1862 yılında, Kelvin, Dünya'nın yaşanabilir olduğu süredeki yaşının, ikiyüz milyon yıldan daha fazla olamayacağını gösterdi. 1899 yılında ise, bu yaşı, yirmi ila kırk milyon yıla düşürdü. Böyle tahminler, jeologların, Dünya'da tortul tabakaların tarihsel sıra içindeki toplam kalınlığından, ve nehir deltalarında yeni tortul tabakalar oluşturan mil birikim hızından hareketle yaptıkları yaş belirlemeleriyle çelişiyordu. Jeologlar, bu şekilde, tortul tabakaların oluşumunun en aşağı ikiyüz milyon yıl aldığını, ön-tortullaşma tabakaları da dikkate alınırsa, bu sürenin dörtyüz milyon yıla kadar çıkabileceğini tahmin ediyordu. Bazı termodinamikçiler, jeologların yanılmakta olduğunu sanıyorlardı. 1866 yılındaki, Glasgow Jeoloji Derneği'nin toplantısında, Kelvin şunu söylemişti:

[33]foot: 30.5 cm uzunlukta bir İngiliz uzunluk birimi, (Ç.N.).

'Jeoloji spekülasyonlarında büyük bir reformun gerekli olduğu görülüyor. Şimdiki durumda, Britanya'da popüler jeoloji, doğa felsefesinin ilkelerine doğrudan ters düşüyor.'

Londra Maden Okulundan Huxley 1869 yılında buna, jeolojik kanıtların, fiziksel olanlar kadar geçerli ve yanılanın belki de fizikçiler olduğu, cevabını verdi. 1900 yılında, Kelvin, Dünya'nın yaşı için yirmi ile kırk milyon yıl gibi, daha kısa olan tahminini yaptıktan bir yıl sonra, jeolog James Geikie, yüzmilyon yıllık bir soğuma sonucu oluşan Dünya kabuğunun büzülmesinin, Alp'lerin kıvrılmış kayalarının kalınlığını oluşturmağa yetmeyeceğine işaret etti. 1899'da başka bir jeolog, Chamberlin, fizikçilerin teorisinin eksik olabileceğini, çünkü atomların pekala karmaşık düzenleri bulunabileceğini ve bununla Güneş içindeki koşullarda ortaya çıkan, çok büyük enerjileri olabileceğini ileri sürdü.

Becquerel tarafından 1896'da keşfedilen radyoaktivite olayı, Güneş enerjisi teorilerini, Chamberlin'in tahmin ettiği doğrultularda gelişmeye götürdüğü gibi, Dünya'nın yaşını tahmin için de başka yöntemler getirdi. Bu yöntemler ise, jeologlar tarafından daha önce yapılmış olan tahminleri geniş ölçüde doğruladı. Uranyum'un her altmışaltımilyon yılda, yüzde bir oranında parçalanarak, sonuçta, kurşunun hafif bir şeklini verdiği bulundu. Kaya tabakalarının yaşları, bu nedenle, içlerindeki uranyum ve hafif kurşun'un bağıl miktarlarından belirlenebilirdi. Sonuçlar, jeologların çökelti kayaların yaşları hakkında yapmış oldukları tahminlerin mertebesinin doğru olduğunu ve bazı minerallerin 1,985 milyon yıl kadar eskiden yerleşmiş olduğunu gösterdi.

Termodinamik biliminin etki yaptığı diğer bir alan, bilim felsefesi idi. Carnot, bir ısı makinasının çalışmasının, makinede kullanılan çalışma maddesinden bağımsız olduğunu göstermişti. Daha sonraki fizikçiler de, termodinamiğin, maddenin doğası hakkında herhangi bir hipotez veya kabul içermediğinin altını çizmişti. Termodinamik yasaları, maddenin atom teorisi yönünden yorumlanmıştı, fakat böyle bir yorum, bilim için önemli değildi. Termodinamik, maddenin doğası hakkında teorik bir model olmadan yol alabilirdi. Gerçekte, o, maddenin objektif olarak varolduğu varsayımından da bağımsız olarak ileri gidebilirdi. Böylece, başta Leipzig'de kimya profesörü olan Wilhelm Oswald, 1853-1932, olmak üzere, bazı termodinamikçiler, doğa olaylarının, sadece enerjinin ve onun çok katlı dönüşümlerinin kendini dışa vuruşu olduğunu ileri sürerek, 'Enerjetik' denilen düşünce okulunu kurdular.

'Duyduğumuz', diyordu Oswald, 'hava titreşimleri tarafından kulak zarı ve orta kulakta yapılan işle başlar. Gördüğümüz sadece, ışık olarak algılanan, retina üzerine kimyasal iş yapan ışıma enerjisidir... Bu açıdan, doğanın tümü, uzay ve zamanda değişen bir dizi enerji olarak görünmektedir. Biz bunlardan, onların bedenimize ve özellikle belirli enerjileri almak üzere düzenlenmiş duyu organlarımıza çarpmaları oranında bilgi sahibi oluruz.'

Maddenin doğasıyla ilgili hipotezlerden bir kez vazgeçince, enerjinin doğası konusundaki hipotezlerin korunması için iyi bir neden bulunmadığı görüldü. Doğaya, bir gözlenmiş olaylar dizisi ve bilime de bu olayları ilişkilendiren etkinlik olarak bakılabilirdi. Mayer, ısının mekanik eşdeğerinin bir sayıdan ibaret olduğunu belirtmişti. Bu sayı farklı olayları, mekanik, kalorik, veya başka herhangi bir ısı teorisinden bağımsız olarak birbiriyle ilişkiye sokuyordu. Böylelikle, onun düşüncesine göre, bu sayının her hipotezden daha büyük bir değeri vardı.

Mayer, 'Tek bir sayının, geniş bir hipotez kitaplığından daha gerçek ve kalıcı değeri var', diye yazmıştı; 'hipotezlerle, dünya düzeninin içine girmeye çalışmak, simyacıların gayretlerinden başka bir şey değil.'

Böyle bir yaklaşım, Prag'da fizik ve sonra Viyana'da felsefe profesörü olan, Ernst Mach, 1838-1916, tarafından 1872'de geliştirildi. Mach, bilimcilerin doğa olaylarını, kimyada kullanılan, maddenin atom teorisi, veya ışık, elektrik ve manyetizma olaylarını açıklamak için icadedilen sürekli *esir* ortamları gibi, teorik mekanik modeller yardımıyla açıklamak yönündeki eğilimini eleştiriyordu. O, termodinamikte, doğanın mekanik modellerinin kullanılmadığına, gözlenen olayların birbiriyle doğrudan ilişkilendirildiğine işaret etti. Bundan dolayı, tüm bilimlerin bir prototipi, mekanik değil termodinamikdi. Ve termodinamiğin yöntembilimi, onları tüm hipotetik hayallerden ve teorik tertiplerden kurtarmak için, diğer bilimlere de uygulanmalıydı.

Mach, bilimin esas olarak, birbirine birtakım yasa ve kurallarla bağlı, gözlenebilen bir olgu ve olaylar topluluğu olduğu, görüşündeydi. Doğa yasaları gerçekte olguları uygun ve ekonomik bir şekilde hatırlamak için geliştirilmiş zihinsel araçlardı. Çünkü, insanın zihni, gördüğü her şeyi tutabilmek için çok zayıftı. Mach'ın değerlendirmesine göre, bilimsel bir yasa'nın,

'Bir ayrık olgular yığınından, bir nokta kadar bile fazla olgusal değeri yoktur; değeri sadece onun kolaylığındadır. Onun değeri yararcıldır....Eğer tüm tekil olgulara, tüm ayrı olaylara, onları bilmek istediğimizde tarafımızdan doğrudan erişilebilseydi, bilim asla yükselemezdi.'

Mach'a göre bilimin görevi, gözlenmiş olguları, herhangi bir hipotez veya teorik model kullanmadan, ele alınan konunun tüm özel hallerini tasvir eden genel bağıntılar altında sınıflandırmaktı. Mach tarafından, 1896'da, görüngübilimsel fizik[34] olarak isimlendirilen yaklaşım, bilimcilerin çoğu, doğa üzerine kendi teori ve mekanik modellerine bağlı kalsalar da, termodinamik alanında çalışan bazı araştırıcılar için cazibesiz değildi.

Mach ve ekolünün en şiddetli yergileri, atom teorisi taraftarlarına yönelikti. Zira onlar, hem de başarı ile, termodinamik alanının sınırlarına tecavüz etmişlerdi. Mach'a kalırsa, atom teoricileri, 'maddeyi mutlak değişmez kabul edecek kadar, tümüyle bön ve kaba bir zanni, fiziğin temel ilkesi yapmaya', teşebbüs etmişlerdi. Bununla birlikte, Mach'ın kendisi de, atom teorisinin etkisinden tam olarak kaçamamıştı. Gerçekte, atomcu bakış açısı, bir anlamda onun sisteminde temel konumdaydı. Çünkü, kendisi, bilimcinin dünyasını, gözlenmiş birim olgulardan, yahut atomik algılardan oluşan bir akış olarak görmekteydi. Onun taraftarlarından Ludwig Wittgenstein, açıkca 'var olan atomik olguların tümü, dünyadır' demişti. Böyle bir görüş, olayların birim elemanlar olarak algılandığını belirten psikoloji teorisine dayanıyordu. Bu teori, on yedinci ve on sekizinci yüzyılın İngiliz ve Fransız doğa filozofları tarafından geliştirilen, atomik-mekanik evren modelinin bir ürünüydü.

Mach'ın, görüngübilimsel bilim teorisi tepki çekmekden geri kalmadı. 1899 yılında Boltzmann Mach'ı, metafizik ve bilimsel teori arasındaki her farkı yok ettiği ve uzay ve zaman hakkındaki kavramsal çerçeveyi, bir boyutlu, gözlenmiş birim olgular dizisi ile değiştirerek, bilimin kavramlarını fakirleştirdiği gerekçesiyle protesto etti. Maddenin atom teorisini savunarak, Boltzmann, şunların üzerinde durdu:

[34] phenomenological physics, (Ç.N.).

'Bağımsız ve başka hiç bir şekilde elde edilemeyecek bir şey veren ve hakkında bir sürü, fiziksel, kimyasal ve kristalografik olguların kanıtlık ettiği bir teori ile savaşılacak yerde, o daha ileriye götürülmelidir.'

O zamanki atom teorisi, gerçekten dikkate değer ilerlemeler yapıyordu. Tuz çözeltilerinden ve alçak basınçtaki gazlardan elektriğin geçiş olaylarını açıklayabilmek için Elektronlar, yani elektriksel birimler postüle edilmişti. İlk defa 1827 yılında, İngiliz botanikçi Brown tarafından gözlenen, bir sıvı içindeki küçük taneciklerin hareketi. Fransız fizikçi Perrin'e, Avogadro sayısını, yani iki gram hidrojen veya herhangi bir maddenin gram-molekül ağırlığı içindeki molekül sayısını, belirleme imkanı vermişti. Bu ve diğer gelişmeler, Mach'ın izinde giden Oswald'ı 1909 yılında taraf değiştirerek maddenin atom teorisini kabul etmeğe yöneltti.

Esir teoricileri de, sürekli ortam modellerine bağlı kaldılar. Zira, atom teorisi gibi, *esir* modelleri de yararlı görülüyordu. Onlar, pek Mach'ın ısrar ettiği nedenlerle, yani gözlenen olayları 'hatırlamak' için değil, radyo dalgalarının öngörülmesini sağlayan denklemleri veren, Maxwell'in *esir*inde olduğu gibi, yeni olayların keşfine götürdükleri için, yararlıydı. Maxwell'in öngördüğü dalgaları keşfeden Heinrich Hertz, doğa olaylarını açıklamak için teorik modeller kullanılması lehinde 1894 yılında geniş bir savunma yaptı:

Hertz, 'Bilimin ilk ve en önemli görevi, geleceğin deneyimini önceden belirlememizi mümkün kılmaktır; böylece, şimdiki faaliyetlerimizi ona göre yönlendirebiliriz.' demişti. 'Geleceği, geçmişten çıkarmak ve istenen öngörüyü elde etmek için kullandığımız işlem daima şudur: --dış nesnelerin sübjektif resim ve sembollerini o şekilde oluştururuz ki, bunların zihinsel gerekli sonuçları, daima yine, betimlenen nesnenin doğasına ait gerekli sonuçların sembolleri olur.....Geçmiş deneyler topluluğundan. istenen cinste semboller çıkarmayı bir kere başarırsak, kısa sürede onlardan, modellerde olduğu gibi, doğal dünyada ancak uzun bir zaman sonra, veya kendi etkimizle ortaya çıkacak olan sonuçları elde edebiliriz.'

Mach'ın, kendi döneminin önemli bilim adamları arasında taraftarları azdı. Fakat, onun felsefesinin bir yanı, yani doğa süreçlerini açıklamak için, teorik mekanik modeller kullanılmasını reddetmesi, bu yüzyılda bazı çevrelerde taraftar buldu. Teorik fizikte artık, mekanik modeller yerine matematik

modeller kullanılmağa başlanmış bulunuyordu; belki bu eğilim, Maxwell'in *esir* modelini bırakarak, kendini, bundan çıkan denklemleri araştırmakla sınırlandırdığı, 1860'lara kadar geri götürülebilir. Özellikle, atom fizikçileri, atomun yapısı için teklif edilen mekanik modelleri terketmiş bulunuyorlar.

Heisenberg'in 1945'de yazdığına göre, 'modern fiziğin atomu, ancak, çok boyutlu, soyut bir uzayda yazılmış bir diferansiyel denklem ile sembolize edilebilir. Onun tüm nitelikleri, çıkarımla bulunabilir: Hiç bir maddesel özellik ona doğrudan yüklenemez. Bunun anlamı, aklımızın atom için hayal edebildiği tüm resimlerin, bu nedenle hatalı olmasıdır. Atom dünyasını, o, birincil duyumsal şekliyle anlamak.... imkansızdır.'

40. Bölüm

Bilim ve Mühendislik

GENELLİKLE, 1850'ye kadar mühendislik ve endüstriye girmiş olan teknik yenilikler, bilimin o zamanlarda bilinen şekliyle içeriğine pek bağlı değildi. Diğer taraftan, buhar makinesinin incelenmesinden ortaya çıkan termodinamikte olduğu gibi, bazı durumlarda bilim, mühendislik problemlerinin araştırılmasından pek çok yararlanmıştı. 1850'den sonra bilimin teknolojinin gelişmesine uygulanması, endüstrinin ilerlemesinde gittikçe daha önemli bir faktör oldu. Bu yüzyılın en önemli teknik buluşlarının çoğu, esas olarak bilimsel araştırmalardan kaynaklanmıştı. 1850'ye kadar bilimsel bilginin içeriğinin endüstrinin ilerlemesine fazla etkisi olmadığı halde, bilimsel yöntemin etkisi olmuştu. Gördüğümüz gibi, başta, Smeaton ve Watt olmak üzere, on sekizinci yüzyıl mühendisleri, gerçek ölçeklisini geliştirmek için, makinelerin küçük modelleriyle deneyler yapıyor ve buhar makinesinin geliştirilmesinde oldukça başarılı oluyorlardı. On dokuzuncu yüzyılın ilk yarısında, Fransız mühendisleri, Carnot ve Clapeyron, buhar makinesinin dayandığı bilimsel ilkeleri araştırmışlar ve bu arada termodinamik bilimini geliştirmişlerdi. Bu sırada, Britanyalı mühendisler olan Bramah, Maudsley, Clement ve Whitsworth de, deneysel mühendislikteki eski Britanya geleneğini sürdürerek, kendilerini genel olarak makinelerin teknik yönden geliştirilmesine hasrediyorlardı.

On dokuzuncu yüzyıl başında Britanya mühendislerinin çalışmaları, makinaların zanaatkarlar tarafından tek tek imali yerine, standardize edilmiş makinelerin seri üretiminin yolunu açtı. Endüstride, seri imalatın ilerlemesi, doğru ve değiştirilebilir standart makina parçalarının imalini gerektirdi. Bu ise, dikkatleri, hassas imalat mühendisliği üzerine yoğunlaştırdı. Makine ve takım tezgahlarında, yani makine yapan makinelerdeki gelişme, mühendislikte daha büyük teknik duyarlılık elde edilmesine bağlıydı. On sekizinci yüzyılın Newcomen buhar makinesi, ortaçağlardakinin ancak biraz üzerinde olan bir işçilik düzeyinde imal edilmişti. 1760'larda, Smeaton, makinelerinden birindeki

yirmi sekiz inçlik bir silindir ile, içindeki piston arasında yarım inçlik bir aralık bulunduğunu kaydetmiştir. Newcomen makinesindeki böyle hatalar, bir ölçüde, piston üstünü bir su tabakasıyla örterek gideriliyordu. Bu uygulama, makineyi çalışır hale getirmekle birlikte, su, silindiri soğuttuğu ve bir miktar buhar kaybına neden olduğu için, makinenin verimini düşürmekteydi. James Watt'ın, buhar makinesine getirdiği ilerleme, silindirin daimi olarak sıcak kalmasını gerektiriyordu; bu yüzden, pistona su ile sızdırmazlık sağlanması yöntemi kullanılamazdı. Bu nedenle, Watt'ın icadı, silindire doğru olarak şekil verecek bir yöntem bulunana kadar kullanılamadı. Bu yöntem, John Wilkinson'un hassas top namlusu delgisinin patentini aldığı, 1774 yılında bulunacaktı

Wilkinson'un namlu delgisi, Watt'ın ileri buhar makinesinin ticari kullanımını sağladı. Onun, topa şekil vermek olan özgün amacı, presizyon mühendisliğinin diğer bir çıkış nedenine, yani standard malların kitlesel üretim ihtiyacına örnektir. Böyle bir örnek, önce çok sayıda standart ateşli silah ve benzeri talep edilen askeri alanda ortaya çıkmıştır. On sekizinci yüzyıl sonuna doğru, Fransa'da, eşit ve birbiriyle değiştirilebilir parçalardan yapılan tüfeklerin kitle imalatı başlatıldı. Amerika Birleşik Devletleri'nin üçüncü başkanı Jefferson, 1785 yılında Le Blanc isimli imalatçıyı ziyaretinde, kendisinin de, rasgele seçilmiş parçalardan bir kaç tüfek monte ettiğini nakletmektedir. Britanya'da, kitle imalatı ve onun gerektirdiği ince mühendislik, askeri talep de varolmakla birlikte, daha sivil yönlüydü. 1784'de çakmaklı tüfek horozunun ve 1795'de hidrolik presin muciti olan, mühendis, Joseph Branach, 1748-1814, çok sayıda tüfek horozu imal etmeye uğraşırken, kitle imalatına özgü problemlerle karşılaştı. Önce horozun çeşitli parçalarını elle yapan ve çekiç, keski, eğe, testere, v.b. gibi geleneksel el aletleri kullanan çok sayıda işçi çalıştırıyordu. Daha sonra, Bramah ve asistanı, Henry Maudsley, 1771-1831, el aletleri kullanımına mekanik yardımcılar getirdi. Bunlar, horoz parçalarının imalatında hem hızı hem de, hassasiyeti arttırdı. Bu gelişme daha sonra çeşitli tiplerde standart makine parçaları üretimi için, Maudsley'in, genelleştirilmiş takım tezgahları imal etme imkanlarını aramasını yol açtı.

Genellikle, bir makinenin parçalarının her biri, daire, silindir, dikdörtgen, v.b., gibi, belirli geometrik şekil, veya benzeri şekil kombinasyonlarına sahip, metal parçalardan oluşur. Gerçekten düzgün olan bir mil, mükemmel bir

için, buhar ısısının bir kısmı, kaçınılmaz şekilde silindiri tekrar ısıtmakta harcanır. Halbuki, türbinde, buhar bir kademeden diğerine, sürekli olarak genişler ve bu sırada da soğur. Her kademe, kendi sıcaklığına erişir ve buhar geçerken bu sıcaklıkta kalır. Bu nedenle, buhar makinesinde olduğu gibi, periyodik sıcaklık değişimleri yüzünden ısı kaybı olmadığından, türbine termodinamik teorisi daha yakından uygulanabilir.

Buhar türbinleri için bulunan önemli bir kullanım alanı, aşağı yukarı aynı dönemde geliştirilen, elektrik generatörlerinin tahrik edilmesiydi. Çünkü, türbin ve dinamo'nun mil hızları, uygun bir şekilde aynı değere ayarlanabiliyordu. Türbinden daha çok, dinamo uygulamalı bilimin bir ürünü idi. Gerçekte, elektrik endüstrisinin ürünlerinin çoğu, bir dönemde, bu bilime bağımlı kalmışlardır. Volta pilinin icadı, elektrikle kaplama uygulamasının gelişmesine yol açmış; 1839'da, Konigsberg'de Karl Jacobi ve Berlin'de Werner Siemens, bu konuda patent almışlardır. Volta'nın 1799'da icad ettiği orijinal pil biraz güvenilemez olduğundan, elektriğin ilk önemli uygulamaları, Londra'daki King's College'den, John Daniel'in 1836'da yaptığı, sürekli olarak akım verebilen bir pil sayesinde gerçekleştirilmiştir. Ertesi yıl, Daniel'in meslekdaşı Charles Wheatstone, elektrik kaynağı olarak Daniel'in pilini ve kayıt cihazı olarak Sturgeon tarafından 1825'de geliştirilen elektromıknatısı kullanarak, uygulanabilir bir elektrik telgrafı geliştirmiştir.

Kara hatlarıyla iletilen telgraf, yeniden fazla problem çıkarmazken, 1850'de Dover ve Calais arasına ilk denizaltı kablosu döşendiğinde, işaretlerin bozulduğu ve bunların yavaş bir hızla geldiği fark edildi. Bu problem, Kelvin tarafından Glasgow'da ele alındı. Onun 1855'de açıkladığına göre, kara üzerindeki telgrafta, hava, etkin olarak bir yalıtkan gibi davrandığı halde, denizaltı telgrafında, deniz suyu bir iletken etkisi yapıyordu. Bu şekilde, bir yalıtkanla izole edilmiş olan denizaltı kablosu, deniz suyu ile birlikte bir kondansatör meydana getiriyordu. Bu durumda, kablo bir işaret iletirken, bir ucunda göreceli olarak yavaşça doluyor, diğer uçta ise yavaşlayarak boşalıyordu. Kelvin, bu gecikmelerin, kalın bir izolatörle korunan, kalın kesitli ve yüksek iletkenliğe sahip bir malzemeden yapılan bir kablodan, zayıf bir akım geçirilerek azaltılabileceğini gösterdi. Küçük akımların kullanılışı, bunları alabilecek kadar duyarlı kayıt aletlerinin geliştirilmesini gerektiriyordu. Bu

gerçekleştiriyordu. Fakat, bu makineyi ve onun ürünlerini standartlaştırabilmek için, gerçekten düz bir yüzeyi olan bir cisim de gerekiyordu. Böyle standart düz yüzeyler, 1803-87, arasında, Clement ve Maudsley ile birlikte çalışmış olan, Joseph Whitworth tarafından üretildi. O, birbirine her noktada değen, iki yüzey mutlaka düzlem olmasalar da, ikişer ikişer birbirine uyan üç yüzeyin, gerçekten düzlem olmaları gerektiğini gördü. Benzer şekilde, bir düzlem üzerinde yatarken çiftler arasında uyum olan, üç çubuğun kesitlerinin de, gerçek birer dikdörtgen olması gerekiyordu. Bu gerçekten, silindirik ve düzlem yüzeylerle, Whitworth, 1830-50, arasında, bir inçin milyonda birini ölçebilen ölçü aletlerini, yani standart vidalı mikrometreyi ve hassas tezgahları, düzleme, delme, yiv açma ve şekil verme makinelerini geliştirdi. Bunlar, 1851 Büyük Sergisi'nde, kendisine dünya çapında ün kazandırdı.

Bu tezgahlar, dokuma tezgahlarını, iplik bükme makinelerini, buhar makinelerini ve diğer büyük ekipman parçalarının üretimini hızlandırdı ve üretimi standardize etti. Bu makineler, parçalarının imalindeki ve parçalarındaki presizyondan ötürü, artık yüksek hızlarda çalışabiliyordu. On sekizinci yüzyılda, Newcomen buhar makinesi dakikada en fazla yirmi strok yapabilirken, on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısındaki makineler, dakikada ikiyüzelli veya daha fazla strok yapabiliyordu. Hassas mühendislik ve makinelerin hızlanması, yeni bir materyali, yani çeliği, öne çıkardı. Dökme demir, çok sert ve kırılgan, dövme demir ise, hızlı çalışan makine parçalarının imali için çok yumuşaktı. İstenen mukavemete ve sertliğe yalnız çelik sahipti. Yüksek karbon oranlı dökme demir, doğrudan maden eritme ocağından bolca sağlanabiliyor; dövme demir ise, 1784'de Henry Cort tarafından icad edilen yansımalı fırında, dökme demirin hemen tüm karbonunu yakarak, büyük ölçekte üretiliyordu. Fakat, az miktarda karbon taşıyan çeliğin bolca üretimi, ancak 1856 yılından sonra, yani Bessemer'in konverteri icadı ve Siemens'in de açık ocak sürecini aynı zamanda kullanıma sokmasından sonra gerçekleşti.

Çelik ve takım tezgahları, on dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında mühendisliğin yeni bir gelişim evresine girmesine yol açtı. Bu dönemi, yüksek hızda çalışabilen, hassas olarak işlenmiş çelik parçalardan kitle halinde üretilen standardize makinelerin ortaya çıkışı karakterize ediyordu. Aynı zamanda, termodinamik biliminin gelişimi, buhar makinesinin ve diğer ısı makinelerinin

ilerlemesini sağlayan teorik bir taban oluşturuyordu. Buhar makinesinin termodinamiği, özellikle 1859 yılında Glasgow'da *Buhar Makinesinin ve Diğer Ana Motorların El Kitabı*'nı yayınlayan, mühendislik profesörü William Rankine, 1820-72, Almanya'da Zeuner ve Fransa'da Hirn tarafından geliştirildi. Bu kişiler, buhar makinesini geliştirmek için fazla bir şey yapamasalar da, termodinamiği, mühendisler arasında popüler hale getirdiler. Mükemmel bir ısı makinası olmaktan uzak olan buhar makinesinde, termodinamik, bazı gelişmeler sağladı. Fakat, teklif edilen gelişmelerin çoğu, zatem ampirik olarak keşfedilmişti. Teori, yüksek buhar basıncının ve çok genişlemenin, makineyi daha verimli yapacağına işaret ediyordu. Fakat Richard Trevitchick, yüksek basınç makinesini daha 1802'de yaptığı gibi, çok genişlemeli makine de Jonathan Hornblower tarafından ondan bile önce imal edilmişti.

Ama, termodinamik teorisi, kendisine başka bir yerde kullanım alanı buldu. Bilim, tüm ısı makinelerinin teorisini kapsıyor, ister doğru ister ters yönde çalışsın, onların davranışlarını belirliyordu. Kelvin, 1850'lerde, eğer bir ısı makinesine mekanik enerji uygulanırsa, yani o geri çalıştırılırsa, onun, alçak sıcaklıktan yüksek sıcaklığa doğru ısı nakledebileceğine, böylece onun alçak sıcaklıkta bir soğutucu, yüksek sıcaklıkta ise, bir ısıtma makinesi olarak çalışabileceğine işaret etti. Bu şekilde, termodinamik biliminin bir uygulaması olarak soğutucular ortaya çıktı. Önemli modern tipler, 1873'de Münih'de Carl Linde tarafından geliştirilen amonyak kompresyon makinesine dayanıyordu. Lakin, termodinamiğin, daha da önemli uygulamaları, başta içten yanmalı makineler ve buhar türbinleri gibi, doğrudan etkili, yani ısıdan mekanik enerji üreten ısı makinelerinin gelişmesiyle ilişkiliydi.

İlk ve biraz da özel bir içten yanmalı motor, barut gücüyle ateş eden geleneksel bir topdur. Bunda mekanik enerji, buhar makinesinde olduğu gibi, silindir dışmda değil, silindir içinde üretilen ısıdan elde edilir. Christian Huygens ve asistanı, Denis Papin 1680'lerde, yakıt olarak barut kullanan bir içten yanmalı motor yapma girişiminde bulundular ise de, bu proje fazla ileri gidemedi. Makinenin yapımını, takım tezgahları, çelik üretimi ve termodinamik bilimi mümkün kılsa da, kömür gazı endüstrisinin uygun bir yakıt üretimine kadar bu makine yapılamadı. Daha önceki Fransız mühendislik geleneğini sürdüren Beau de Rochas, 1862'de yayınladığı bir broşürde, termodinamik

41. Bölüm

Kimya ve Mikrobiyoloji'nin Uygulamaları

KİMYA BİLİMİ, esas olarak kimya endüstrisinin geliştirilmesinde ve mikrobiyoloji aracılığıyla, ziraat ve tıptaki eski uygulamaların ileriye götürülmesinde uygulanmıştır. Bu alanlarm ikisinde de, ilerleme, başta çoğunlukla ampirik olup, özellikle ziraat ve tıpta, mekanik ve elektrik mühendisliğinde olduğundan çok daha fazla böyle kalmıştır. Ziraat devrimindeki teknik yenilikler, özellikle Jethro Tull, 1674-1741, tarafından kullanıma sokulan yeni zirai teçhizat, Lord Townshend, 1674-1738, tarafından uygulanan dönüşümlü dört ürün sistemi ve Robert Bakewell'in, 1725-95, hayvan üretiminde sağladığı gelişmeler, o zaman bilinen bilimlerden hiç birine dayanmıyordu. Halk sağlığı ile ilgili tedbirler de, *Büyük Şehirlerin Durumunu İnceleme Komisyonu*'nun, pislik ve epidemik hastalıklar arasmda 1844'de gösterdiği ilişkileri gözardı ediyordu. Aynı şekilde, kimya endüstrisinin baştaki gelişmesi, esas olarak bir deneme ve yanılma süreciydi.

On sekizinci yüzyıla kadar. özellikle kimyaya dayanan ana meslekler, tıpta kullanılan bileşikleri küçük ölçekte üreten eczacılık ile, deri, kağıt ve tekstil boyamasında kullanılan şapı oldukça büyük miktarlarda hazırlayan. şap üreticileriydi. Kimyasal meslek ve tekstil endüstrisi arasındaki bağ, endüstriyel devrim sırasında kimyasal maddelerin büyük ölçekli üretimi başlayınca, daha da gelişti. On sekizinci yüzyılda, Kay, Hargreaves, Crompton, Arkwright v.b. kişiler tarafından kullanıma sokulan yeni dokuma ve örgü makineleri, tekstilde öylesine büyük bir üretim artışı sağladılar ki, kumaş ağartma ve daha sonra da boyamayla ilgili kimyasal problemler çok büyüdü. Geleneksel olarak, tekstillerin ağartılması, onları sırayla, ekşi süt asiti ve bitki küllerinin alkali çözeltileri içine daldırdıktan sonra, 'ağartma tarlaları'na serip, güneşte bırakılarak yapılıyordu. Bu işlem, her yıl, yaz aylarının tümünü kapsamaktaydı. İlkin, doğal asit—ekşi süt—arzında bir azalma olunca, ağartmayı, üretilen asitlerle ve bunların en kolay bulunanı olduğu için, sülfürik asit ile

silindirdir; ideal bir vida ise, böyle bir silindir üzerine yerleştirilmiş mükemmel bir helezondur. Bu nedenle, standart makine parçalarının kitle halinde üretimi problemi, metal yüzeyine, gerçekten silindirik ve düzlemsel yüzeyler verebilecek ve metal parçaya, silindirik veya dikdörtgen delikler açabilecek aletlerin imal edilmesine indirgenmiş oluyordu. Maudsley, düzgün silindir ve vida yapımı problemini, bilinen tornayı, 1794 ile 1810 yılları arasında, hassas bir alet haline geliştirerek çözdü. Daha önceleri torna, diğer makinelerin çoğu gibi, geniş ölçüde tahtadan yapılıyor ve sadece önemli, hareketli parçaları metalden oluşuyordu. Bunda, işlenecek parça, ayakla döndürülür ve elde tutulan kesici bir aletle işlenirdi. Maudsley, tornasını tümüyle, parçanın merkezlenmesini ve doğrultusunu bozan sapmalara karşı tahtadan daha mukavemetli olan demirden imal etti. Ayrıca, kesici ucu, tornanın merkezsel ekseninden, sabit bir uzaklıkta tutan, kayıcı bir destek üzerine taktı. Daha sonraki tiplerde, kayıcı desteği, makinenin dönme hareketine bağladığmdan, kesici uç, merkezsel eksene paralel olarak haraket ediyordu. Böylece, tornada döndürülen her parça, otomatik olarak mükemmel bir silindir halini alıyordu. Bunun boyutları, alet üzerinde başta yapılan ayara bağlıydı. Bu bir kere belirlenince, torna, hepsi aynı ölçülerde olan, istenilen sayıda silindir üretiyordu. Kayan desteği, torna eksenine paralel olarak hareket ettiren bu bağlama düzeniyle, silindirler üzerinde helezon şekilli oyuklar da açılabilir ve böylelikle, standart ölçülerde vidalar imal edilebilirdi. Bu gelişmelerin askeri önemini, Maudsley'e ilk büyük siparişi, 1800 yılında gemi halatlarının standart palanga bloklarının kitlesel imali için makine isteyen, Amirallik Dairesi'nin vermesi göstermektedir.

Silindir ve vidalar yanında, düzlem, yani gerçekten düz yüzeyler de gerekiyordu. O zamana kadar, düzlem yüzeyler, dökme veya dövme bir yüzeyin kabaca düz hale getirilene kadar keski ile düzeltilmesi, sonra da bunun, düz olduğu bilinen başka bir yüzeye sürtülmesiyle elde edilirdi. Böyle bir yöntem büyük düzensizliklere neden olabiliyordu; zira, iki yüzey her noktada birbirlerine değseler bile, bu, onların düzlem olmalarını gerektirmiyordu. Bu problem, Bramah ve Maudsley ile çalışmış olan John Celement tarafından kısmen çözüldü. O. 1825 yılmda bir metal düzleştirme makinası imal etti. Bu, düzlenecek olan malzemeyi, doğrular üzerinde hareket ettiriyordu. Böylelikle, sabit bir kesici uç, malzeme üzerinde birbirine paralel, düzleyici traşlar

amaçla, Kelvin, 1858'de aynalı galvanometreyi ve 1867'de de, otomatik sifon kayıt cihazını tasarımladı. İlk Atlantik denizaltı kablosu, 1858'de döşendikten ve yediyüz kadar mesaj ilettikten sonra, büyük işaret akımları kullanıldığı için tahrip oldu. Fakat, 1866'da ikinci kablo döşenirken, Kelvin'in tavsiyeleri dikkate alındı.

Elektriğin diğer uygulamaları, başta Almanya ve Amerika'da geliştirildi. Bu ülkeler, endüstri çağının ilk dönemini karakterize eden, buhar makinesi gücü ve kömür gazı ile aydınlatmayı bir dereceye kadar by-pass ederek, Britanya'ya göre daha kestirme yoldan, aydınlatma ve güç naklinde elektrik kullanımına geçtiler. Üstelik, o zamanlar nüfus yoğunluğu az olan Amerika'da, yerleşim birimleri arasındaki uzaklıklar da büyük olduğundan, haberleşme için elektrik kullanımı özel bir önem taşıyordu. Amerika'da telgraf, 1838'de, yani İngiltere'deki icadmdan bir yıl sonra, işaret iletimi için kendi adıyla anılan kodu tasarlayan, portre ressamı Morse tarafından gerçekleştirildi. Otomatik mesaj kayıt cihazı, yani delikli kağıt şerit makinesi, Kentucky'li bir müzik öğretmeni olan David Hughes tarafından 1854'de icad edilirken; tümüyle bir Amerikan buluşu olan telefon, Bell ve Edison tarafından 1876'da icadedildi.

Dinamo, Almanya'da, elektro-kaplama endüstrisinin güç ihtiyacını karşılamak, Amerika'da ise, elektrikle aydınlatmak amacıyla geliştirildi. Daniel pilinin sağladığı ufak elektrik miktarları, telgraf haberleşmesini sağlamak için yeterli olmakla birlikte, büyük akımlar kullanan elektro-kaplama endüstrisi için yeterli değildi. Faraday, 1831'de, bir manyetik alanda, bir sargı telinin hareket ettirilmesi yoluyla, elektrik üretilebileceğini göstermiş ve 1840 ile 1865 arasında elektrik üretimi ve özellikle elektro-kaplama endüstrisi için bu yasaya dayanan bir kaç elektromanyetik makine geliştirilmişti. Bu tür makineler, çelikten yapılmış bir daimi mıknatıs alanında, mekanik olarak döndürülebilen, izolasyonla kaplanmış bir iletken tel sargısından oluşuyordu. En iyi çelik mıknatıslar bile küçük bir manyetik alan verdiği için, bu makinelerin etkinliği fazla değildi. Fakat, 1866'da, Berlin'de Werner Siemens, çalik mıknatısı, makinenin ürettiği elektriğin bir kısmını kullanan, kuvvetli bir elektromıknatıs ile değiştirdi. Bundan sonraki dinamoların tümünde, Siemens'in bu modelinde olduğu gibi, üretilen elektriğin bir kısmı tarafından beslenen elektromanyetler kullanıldı. Eski dinamolardan daha verimli olan bu makineler, elektrik mühendisliği alanında diğer gelişmelere yol açtı.

İki karbon çubuk arasında geçen elektriğin kuvvetli bir ışık verdiğini, Humphry Davy keşfetmişti. 1850'lerden itibaren, deniz fenerlerinde, tiyatrolarda ve benzeri yerlerde, güçlü ışık sağlamak için, önceleri elektromanyetik makinelerden ve sonra da dinamolardan sağlanan elektrikle, karbon ark lambaları kullanılıyordu. Davy, ince bir platin telden bir akım geçtiği zaman zayıf bir ışık üretildiğini ve telin de kısa sürede havada yandığını görmüştü. 1879'da İngiltere'de Joseph Swan, 1828-1914, ve Amerika'da Thomas Edison, 1847-1931, eş zamanlı ve birbirinden habersiz olarak, bu temelde çalışan, havası boşaltılmış bir cam şişe ile, içindeki karbon tel filamentinden oluşan ve saatlerce yanan bir ampulü gerçekleştirdiler. Edison, elektrikle aydınlatmanın yayılabilmesi için gerekli ek teçhizatı da geliştirerek, bu icadı Swan'dan daha ileriye götürdü. New York yakınındaki Menlo Park laboratuvarında, Edison, bir lambanın verdiği ışığın, devredeki diğer lambalar açılır veya kapatılırken değişmeden kalması için, bir sabit voltaj dinamosu tasarladı ve akımın ekonomik dağıtılması için, üç faz sistemini buldu. 1882'de Edison, halkın aydınlatmadan yararlanması için, New York'daki ilk güç istasyonunu kurduğu gibi, elektrikle aydınlatma yapacak ampulleri de üretmeye başladı.

1883'te, Edison, kendi elektrik ampullerinin bazılarının kullanım sırasında zamanla kararduğını görünce, bunun filament tarafından salınan bazı tanecikler tarafından meydana getirildiğini düşündü. Böyle bir ampule, metal bir levha yerleştirince bunun, ampul yanarken eksi yükle elektriklendiğini gördü. Çünkü, levhaya pozitif bir potansiyel bağladığında bir akım geçiyor, negatif bir potansiyel uygulandığında ise, bir etki görülmüyordu. Edison olayı, adı verilen bu olay, 1904 yılında Fleming ve 1906 yılında da Lee de Forest tarafından, elektronik anahtarın geliştirilmesinin önünü açtı. Bu yüzyılda, elektronik anahtar, Maxwell tarafından öngörülen ve Hertz tarfından keşfedilen elektromanyetik dalgaların, önce radyo ve televizyon yayıncılığında, sonra da, uzaktaki cisimlerin yerlerinin bulunmasında kullanımını sağladı. Bu anahtar, zaman içinde, karmaşık elektronik aletlerin yapımını, hesap makinelerinin ve elemanter karar verme ve hesap yapma becerisi gibi, bir yere kadar insan aklının bazı özelliklerini taşıyan bilgisayarların geliştirilmesini mümkün kıldı. Bu aletlerin endüstride yaygın olarak kullanıma girmesinin, yani 'otomasyon' sürecinin, daha az karmaşık kararlar gerektiren yerlerde insanın yerini alarak, ikinci bir endüstri devrimi yaratacağı ve insanı, aklın daha mekanik ve daha çok ekrara dayalı kullanımından kurtaracağı ileri sürülmektedir.

temellere dayanarak, verimli bir içten yanmalı motoru mümkün kılan teorik bir işlem çevrimi belirledi. Bu dört zamanlı ünlü çevrim, 1876'da ilk kez benzin makinesi patenti alan Alman N. A. Otto'nun makinesinde kullanılmıştır. Daimler de, benzin yakan kendi makinesini 1883'de ortaya koydu. Priestman, 1885'de ağır yakıt kullanan makinesini geliştirmekle birlikte, bunun problemleri, kesin olarak ancak on yıl sonra Rudolph Diesel tarafından çözülebildi.

Buhar türbininin mekanik yasası da uzun süredir biliniyordu. İskenderiyeli Hero, daha antik çağda, bu yasaya göre çalışan bir oyuncak inşa etmişti. On sekizinci yüzyıl sonuna doğru, Boulton, inşa edilecek bir buhar türbininin, buhar makinesi ticaretine darbe vuracağından korkmuştu. Ama, ortağı James Watt, 'Tanrı, nesnelere saniyede bin ayak yol alma imkanı vermedikçe, fazla zararı dokunamaz', şeklinde bir değerlendirme ile onun endişelerini yatıştırmıştı. Bununla birlikte, Fransa'da çelik ve hassas mühendislik kullanan Laval'ın, 1889 yılında geliştirdiği bir türbinde, rotor çevresinin hızı, saniyede 1500 ayak idi. Kazandan çıkıp, boşluk içine genişleyen buharın hızı, saniyede 4000 ayak civarında bulunmuştu. Verimli olması için, türbin rotorunun hızının bunun yarısı kadar olması gerekiyordu. Bu rotor hızları, o zaman henüz çok tehlikeli olduğu gibi, az ve sınırlı kullanım alanı bulduğu için kullanışlı da değildi. Laval, kendi türbinindeki buharın tek bir rotordan, bir adımda genişlemesine müsaade ediyor; böylece, bu büyük ve istenmeyen hızlara ulaşıyordu. İngiltere'de, Sir Charles Parsons, 1854-1931, geliştirerek, 1884 yılında patentini aldığı bir türbinde, buharın, birbirinden ayrı bir dizi kademede, bir kaç rotor üzerinde genişlemesine müsaade ederek, bunların daha makul hızlarda dönmesini sağladı. Laval türbinlerinin dakikadaki devir hızı 10,000 ile 30,000 arasında değişirken, Parsons türbininin hızı, dakikada 750 ile 18,000 arasında kalıyordu.

Termodinamik bilimi, mükemmel bir ısı makinasına çok daha yakın olan buhar türbinlerinin tasarımına, buhar makinelerinde olduğundan daha derin bir şekilde girdi. Buhar makinesinin verimi, onun gidip-gelme[35] hareketleri yapan bir makine olması nedeniyle, yapısal olarak sınırlıdır. Silindire her yeni buhar girişinde, silindir daha önce genişleyen buhar tarafından soğutulmuş olduğu

[35] reciprocating engine, (Ç.N.).

için kullanılabileceğini ileri sürmüştü. Bu öneriyi, ilk kez Amerika'da Horace Wells, 1844 yılında yaptığı diş ameliyatında uygulayarak gazın anestetik özelliklerini denedi. Wells'in bir dostu olan William Morton, eterin daha iyi bir anestetik olduğunu anlayarak, 1846'da, büyük ameliyatlarda eter kullanılabileceğini gösterdi. Ertesi yıl ise, Edinburgh'da Sir James Simpson, kloroformun, belirli durumlarda ve özellikle doğumlarda, en üstün bir anestetik olduğunu keşfetti.

Lakin, iyileşebilen ameliyat hastaları sayısı düşük düzeyde kalmayı sürdürdü. Bu, ameliyatlar sırasında sık sık enfeksiyon oluşmasından kaynaklanıyordu. Lister'in 1864'de yaptığı istatistik, kendi hastalarının yüzde 45'inin ameliyat sonrasında öldüğünü, dönemin diğer doktorlarının ise, her beş olaydan sadece birinde başarı kaydedebildiğini göstermektedir. Pasteur'ün mayalanma ve bozulma üzerine yaptığı araştırmaları, Lister'e, iltihaplı ameliyat yaralarının, mikro-organizmaların neden olduğu bir tür çürümeden kaynaklandığı fikrini vermişti. Bu nedenle, kendisi, mikro-organizmaları öldürecek kimyasal yöntemler aramaktaydı. O, bir çok bileşiği denedikten sonra, kömür katranından elde edilen fenol'ün iyi bir antiseptik etkisi yaptığını buldu. Lister, ameliyat yaptığı masaya ve hastalarının yaralarına, fenol'ün sudaki eriyiğini püskürttüğünde, ameliyat sonrasındaki kan zehirlenmelerinin büyük ölçüde azaldığını keşfetti. Onun, yeni antiseptik tekniğiyle yaptığı ilk ameliyat, 1865'de gerçekleşmişti ve 1868'e gelindiğinde, ameliyat sonrasındaki ölümlerin oranını, yüzde 45'den 15'e düşürmüş bulunuyordu.

Mikrobiyolojinin, cerrahideki uygulamasma karşılık, tıbbi uygulaması, Almanya'da Robert Koch, 1843-1910, ve Fransa'da Pasteur tarafından gerçekleştirildi. 1876'da, Koch, sığır şarbonu'na neden olan mikro-organizmaların, hayvan bedeni dışmda, et suyu jelatininden oluşan bir kültür ortamında da çoğaldıklarını keşfetti. Bu sayede, o, 1882'de tüberküloz basilini keşfettiği gibi, bir yıl sonra da, kolera mikro-organizmasını izole etti. Pasteur, Koch'un çalışmalarını tekrarlayarak, bunları daha da genişletti. Bazı bakterilerin, hayvan bedeni dışında çoğaltıldıkları zaman etkisizleştiğini buldu. Bir süre bırakılan tavuk kolerası kültürünün, tavuklara aşılandığı zaman hastalık yapmadığını keşfetti. Üstelik, aynı tavuklara, canlı kolera bakterisi enjekte edildiğinde de bunların yine sağlıklı kaldığını gördü; yani etkinliğini

vermekle, kükürt trioksit oluşuyor; bu da, su ile sülfürik asit meydana getiriyordu. Clement ve Desormes'in araştırmaları, sülfürik asit üretiminde, kullanılan güherçileyi azaltarak, ucuzluk sağladı. Yanan kükürte güherçile katmak yerine, doğrudan nitrik asit gazı elde etmek için, ayrı olarak asitle işleme sokuluyordu. Daha sonra, 1827'de Gay-Lussac, kurşun odadaki artık gazları kuvvetli sülfürik asit içinde absorbe ederek nitrik oksit elde edilebileceğini gösterdi. Lakin, Gay-Lussac'ın çalışmaları, hemen pratik bir uygulamaya dönüşmedi. Zira, sülfürik asit içinden azot oksitin geri kazanılması için, 1860'a kadar bir yöntem bulunmuyordu. O yıl, bir İngiliz asit üreticisi olan, Glover, yanan kükürtten, veya o zaman kullanılan piritten çıkan sıcak gazları azot oksit içeren asitten geçirerek asiti yoğunlaştırırken, tekrar kurşun odada kullanmak üzere azot oksiti ayırdı. Benzer şekilde, Fransız mühendisi Fresnel, 1810 yılında, başlangıç maddeleri olarak, yalnız kireç taşı ve adi tuz, ara maddesi olarak da amonyak kullanarak, soda yapmak üzere bir yöntem buldu. Fakat, pratik güçlükler nedeniyle, 1865 yılında Solvay biraderler Belçika'da bu yöntemi kullanan bir soda fabrikası kurana kadar, onun bu yöntemi kullanılamadı.

Fransız bilimcileri bir uygulama sahası hemen bulunmasa da, ayrıca bitki büyümesinin kimyasını incelemişlerdi. 1808'de, Saussure, 1767-1845, kapalı kaplarda büyüyen bitkilerin, tüm karbon ihtiyaçlarını, kapalı oldukları yerde bulunan gaz karışımındaki karbon dioksitten aldığını gösterdi. Bununla, bitkilerin, yapılarındaki maddeyi, topraktaki humustan aldıklarını iddia eden eski teorinin geçersizliği ortaya çıktı. Ayrıca, saf suda büyüyen bitkilerin, yakıldıklarında tohumları kadar inorganik kül verdiğini buldu. Bunun anlamı, bitkilerin inorganik maddesinin, ne yaratıldığı ne de yok edildiği idi. 1817'de, Pelletier ve Caventou, klorofili, yani bitkilerin yeşil rengini veren maddeyi izole ettiler. 1837'de Dutrochet, karbon dioksitin, bir bitkinin yalnız klorofil içeren kısımları tarafından ve ancak ışık altında soğurulduğunu gösterdi. Bununla, doğanın karbon dioksit çevrimi keşfedilmiş oluyordu: Bitkiler maddelerini, ışık etkisiyle, havadaki karbon dioksitten kazanıyorlardı. Bitkileri yiyen hayvanlar ise, karbon dioksiti tekrar üretiyorlardı. 1841'de, Boussingault, 1802-87, çeşitli tahıl ürünlerindeki karbon, hidrojen, oksijen ve azotun, bitkiye gübreden katılan miktardan daha fazla, inorganik tuzun ise, bundan daha az olduğunu gösterdi. Kendisi, iyi ürün dönüşümlerinin üstünlüğünü, yonca ve bezelye gibi, kendilerine verilen gübredeki azottan çok daha fazlasına sahip olan belirli bitkilere borçlu olduğunu gösterdi.

Fransa'daki çalışmaların sonuçları, özellikle Ecole Polytechnique'de eğitim gören Alman kimyacı Liebig tarafından ziraate uygulandı. Liebig'e göre bitkiler, Saussure'ün gösterdiği gibi, mineral tuzları yaratamayacağma göre, inorganik bileşenlerini topraktan elde etmeliydiler. Buna göre, eğer verimlilik korunacaksa, topraktan alınan tekrar yerine konmalıydı. O, bitki küllerinin mineral içeriğinin kimyasal analizi yoluyla, bunlarla aynı bileşiklere sahip olan ve esas olarak, potasyum ve fosfat tuzları içeren yapay kimyevi gübreler üretti. Liebig, her bitkinin kendi azotunu havadan aldığma inandığmdan, patentini aldığı hiç azot bileşiği taşımayan gübre başarılı olamadı. Ama o, hiç olmazsa, zirai kimya alanma büyük bir ilgi uyandırdı. Kendisinin, 1837 yılında Britanya Deneği'nin Liverpool toplantısında yaptığı, *Kimya ve Onun Ziraat ve Fizyoloji'deki Uygulamaları* başlıklı konuşma, olumlu karşılandı.

Liebig, İngiltere'yi 1842 yılmda tekrar ziyaret ettiğinde, başbakan Peel ve bir çok arazi sahibiyle görüşmeler yapmış bu arada, bir kimya kolejinin kurulması teklif edilmişti Kraliçe Viktorya'nın hekimi, Sir James Clarc, kuruluş için bağış toplamış ve 1845'de, Kraliçenin eşi olan Prensin başkanlığında, Kraliyet Kimya Koleji, kurulmuştu. Kurum için bir profesör belirlemesi istendiğinde, Liebig, öğrencilerinin en yeteneklileri arasında bulunan August von Hofmann'ı göndermişti. Başından itibaren, Hofmann'ın çalışması, kimyanın zirai cephesinden ziyade, endüstriyel tarafına yönelikti. Çünkü, o, kömür gazı endüstrisinin kimyasını, önce üretilen gazlara bakarak inorganik yönden, sonra da, kömür katranının içindekilere bakarak, organik yönden araştırınıştı. Kraliyet Kimya Koleji'nde bazı önemli kimyasal araştırmalar yapıldıysa da, arazi sahiplerinin kuruma olan ilgisi, bunun kendileri için fazla önem taşımadığını anlamaları üzerine hızla azaldı. Bu durumda, Kolej'in kapanma tehlikesi, ancak onun 1853 yılında, Kraliyet Maden Okulu ile birleştirilmesiyle geçiştirildi.

Arazi sahiplerinden biri olan, Sir John Lawes, 1814-1900, Rothamsted'teki kendi arazisinde. Liebig yanında öğrenim gören Joseph Gilbert ile zirai kimya alanında araştırmalar yaptı. Birlikte, ziraatte yapay gübre kullanımını inceleyerek, 1855'e kadar, zirai kimya konusundaki temel olgularm çoğunu keşfetmişlerdi. Liebig'in görüşlerine ters olarak, bitkilerin genellikle, optimum büyüme için, küllerinde bulunan oranda mineral tuzlarına

öğrencilerinden William Perkin, 1838-1907, o zaman üzerinde çalışmakta olduğu bazı anilin türevlerini oksitleyerek, ilacı yapmayı denedi. Buradan kinini elde ettiği gibi, onunla birlikte, çok iyi bir boya olduğu anlaşılan, açık mor renkli bir madde de çıktı. O günlerde, organik kimyacılar henüz moleküler yapı teorisini geliştirmemişlerdi ve organik bileşikler ile bunların tepkimeleri bilinmiyordu. Perkin'in kinin yapma girişimi gibi, bugün iddialı bulunabilecek sentezlere girilmesi ender değildi. Ama kinin, ancak 1945'te sentezlenebilecekti.

Perkin için, keşfinin endüstriyel değeri önemliydi. Ancak daha onsekizinde olmasına rağmen, boya maddesini büyük ölçüde imal etmek için bir fabrika açtı ve bir hafif kimya endüstrisi kurdu. Fransa'da, Perkin'in çalışmaları, Girard ve de Laire tarafından ileri götürüldü. Bu kişiler, anilin türevlerini değişik oksitleyici maddelerle işleyerek, diğer bir boya olan, magentayı[37] ürettiler. Bundan sonra, magentaya daha fazla anilin katarak, anilin mavileri, adı verilen bir dizi boya buldular. Londra'da Hofmann, Perkin ve Fransız kimyacıları tarafından hazırlanan bileşikleri araştırmağa devam ederek, 1863'te Hofmann menekşeleri denilen başka bir dizi boya daha buldu. İki yıl sonra, Hofmann, Berlin'de organik kimya kürsüsü başkanlığını almak üzere Kraliyet Kimya Koleji'nden ayrıldı. Aynı zamanda, bir Manchester kimya fabrikasında çalışmakta olan Alman kimyacı Caro, yeni kurulan büyük kimya fabrikası, Badische Soda und Anilin Fabrik'de müdür olmak üzere Almanya'ya döndü. Buradan itibaren, Almanya, kimya biliminde, kimya endüstrisinde ve özellikle kimya ticaretinde, gittikçe daha saygın bir konuma gelmeğe başladı. Hofmann, Bonn ve Berlin üniversitelerinin 1869'da tamamlanan yeni büyük laboratuvarlarını oluşturmağa yardım etti. Buralardan yetişen kimyacılar da, Almanya'ya bilimsel ve endüstriyel güç kattılar.

On dokuzuncu yüzyılın önemli doğal boyalarından iki tanesi, kök boya bitkisinden üretilen alizarin ve çivit fidanından ele edilen çivit mavisi idi. Yüzyılın sonuna gelindiğinde, Almanlar, her ikisini de sentezleyerek, bol miktarlarda üretmekteydiler. Bilimsel tarafta önemli şahıs, Adolf von Baeyer'di, 1835-1917. Kendisi, 1860 yılında, Berlin'de kimya yardımcı doçenti olmuştu. O ve öğrencileri, Graebe ve Liebermann, alizarinin, kömür katranının

[37] morumsu kırmızı renk, galibarda, (Ç.N.).

gerçekleştirmek denendi. Az miktarlarda sülfürik asit, uzunca bir süreden beri eczacılar tarafından üretilmekteydi. Sülfürik asiti, ticari amaçla bol miktarda üretmek için, ilk defa, Londralı bir eczacı olan Joshua Ward, 1736'da bir fabrika kurdu. Burada, içinde az miktarda su bulunan büyük cam küreler içinde, güherçile ile kükürt yakılıyordu. Birminghamlı bir hekim olan John Roebuck, kırılgan ve pahalı olan cam küreler yerine, 1746'da kurşun odalar kullanmağa başladı. Ward'mki ile birlikte, bu yenilik sülfürik asit fiyatını pound başına, 2 £'dan, 6 d'ye[36] düşürdü.

Arzda ortaya çıkan ikinci darlık, Britanya'da uzun bir süre hisedilmedi. Zira, soda bol miktarlarda, kıyılarda ve özellikle kuzeyde bol bulunan deniz yosununu yakarak elde ediliyordu. Darlık, özellikle Fransa'da etkili oluyordu. Bu nedenle, 1775'de, Paris Bilimler Akademisi, adi tuzdan soda yapılması için bir yöntem bulunması amacıyla, 12,000 frank'lık bir ödül koydu. Böyle bir yöntem 1789 yılında Orleans Dükünün hekimi olan Nicolas Leblanc, 1742-1806, tarafından bulundu. O, adi tuza sülfürik asit etkiterek, önce sodyum sülfat elde etmiş; bunu da odun kömürü ve kireçtaşı ile ısıttığı zaman, soda ve kalsiyum sülfit üretmişti. Başka bir Fransız kimyacı, ulusal boya endüstrisinin müdürü olan Berthollet, 1774'de Scheele tarafından keşfedilen klor gazının, pamuklu kumaşları hızla ağarttığını bulmuştu. Bu buluşu, 1786'da James Watt'a bildirdiğinde, o da bunu Glasgow'un tekstil ticaretiyle ilişkili olan kayınpederine iletmişti. Burada yöntem geniş ölçekte denenmiş, ve eskiden ağartma haftalar sürerken, klor ile bunun saatler ölçeğine düştüğü belirlenmişti. Bununla birlikte, zehirli olan klorun kullanımı başta tehlikeli olmuş ve ancak 1799'da, Glasgow'da John Tennant, gazı kireç ile birleştirince, ağartma tozu adıyla anılan, güvenli ve uygun bir ürün elde edilmişti.

Fransız devrimi sırasında, Fransız hükümeti, kimyacılardan, o gün varolan kimyasal iş alanlarından bir kaç tanesini inceleyerek, eğer mümkünse, bunların bazı yönlerini geliştirmelerini istemişti. Clement ve Desormes, sülfürik asit imalindeki tepkimeleri inceleyerek, 1806'da, kurşun odalarda yanmakta olan kükürte katılan güherçilenin, nitrik oksit adlı gazı çıkararak, süreci çok kolaylaştırdığını belirlediler. Bu gaz, havanın oksijeni ile birleşince, azot dioksit çıkıyor; bu, kükürtün yanmasmda fazla oksijenini sülfür dioksite

[36] d = penny adlı İngiliz parasının sembolü, (Ç.N.).

kaybetmiş organizmalar, hayvanları, normal etkin türlere karşı bağışık hale getirmekteydi. 1881'de, Pasteur, sığırları hastalığın etkin şeklinden koruyan, şarbonun etkin olmayan bir türünü hazırlayarak, koruyucu aşı kuramının diğer bir örneğini ortaya koydu.

Bu genel kuramın, açık bir örneği, hastalıkların mikrop teorisi daha ortaya çıkmadan da biliniyordu. Çocukların, bilinçli olarak, kızamık hastahğının hafif bir türü ile enfekte edilerek hastalığın ölümcül şeklinden korunmaları, bu yöntem 1720'de Lady Mary Whortley Montague tarafından Ortadoğu'dan getirildiğinden beri uygulanmaktaydı. Daha sonra, 1798'de, Gloucestershireli bir köy doktoru olan Edward Jenner, köyde süt sağımı ile uğraşan kızların nadiren kızamık olduklarını gözleyerek, çok daha hafif bir hastalık olan sığır kızamığının, insanları, kızamığa karşı bağışık hale getirdiğini buldu. 1880'lere gelindiğinde, hastalıkların mikrop teorisinde ussal bir temele dayanan aşı, artık yaygın olarak uygulanıyordu. Şimdi, bakterilerin, hastalığın belirtilerinden birinci derecede sorumlu olan kimyasal zehirler veya toksinler ürettiği, bedenin savunma güçlerinin de, bakterilerin ve onların toksinlerinin etkilerine karşı koymak için, antitoksinler ürettiği ileri sürülmekteydi. Bu şekilde, bedene enjekte edilen ölü bakterilerin, hastalığın hafif belirtilerine neden olarak, antitoksin üretimini uyaracağı ve bununla gelecekteki enfeksiyonlara karşı koruma sağlayacağı anlaşılıyordu. Durum böyle olduğu gibi, ayrıca, bir hayvanın vücudunda üretilen antitoksinin, diğer hayvanın vücudunda, kendi karşıtı olan bakterilere karşı savaştığı da keşfedilmiş bulunuyordu.

Mikroorganizmaların keşfi, doğadaki azot çevrimi pobleminin de aydınlatılmasına yardımcı oldu. Lawes'in, Rothamsted'deki asistanlarından biri olan Warrington, 1878'de topraktaki mikroorganizmaların amonyum bileşiklerinden oluşan azotlu gübreleri, önce nitritlere, sonra da nitratlara dönüştürdüğünü belirledi. O, ayrıca, mikroorganizmaların kloroform ile öldürüldüğünü; bu durumda bitkilerin, amonyum bileşiği halinde bolca azot verilse bile büyümeyeceğini göstererek, bitkilerin azotu ancak nitratlar şeklinde aldığını belirledi. 1885'te, Fransız kimyacısı, Bertholet havanın azotunu doğrudan kullanarak bunu amonyak'a dönüştürebilen başka türden mikroorganizmalar keşfetti. Bu mikro-organizmaların bazıları serbestçe

toprakta yaşamaktaydılar. Diğerleri ise, sebze bitkilerinin köklerindeki şişkinliklerde yaşıyordu. Eğer bu ikinci cins mikroorganizmalar öldürülürse, normal olarak bitkinin köklerinde bununla ilgili olan bu şişkinlikler oluşmuyor ve bitki, azotlu gübrelere gereksinim gösteriyordu. Bu mikroorganizmalarla, sebze bitkileri, gübre azotundan bağımsız bulunuyorlar; kök şişkinliğindeki organizmalar, havanın azotunu amonyağa, bunlar da diğer toprak organizmaları aracılığıyla nitratlara dönüşüyordu. Kanada ve Amerika'nınki gibi bazı bakir topraklar, belirli cinsten azotlayıcı mikroorganizmalara sahip bulunmadığından, sebze bitkilerine uygulanan dönüşümlü ekim başarısızlıkla sonuçlanmıştı. Fakat, yüzyılın sonunda, yonca, bezelye ve diğer sebze bitkileriyle ilişkili, azot bağlayıcı organizmalara ait kültürler artık genellikle bulunuyor ve bunların verimsiz toprağa aşılanması, dönüşümlü ekim uygulamasına olanak veriyordu.

Zirai kimya uygulamaları, yapay gübre endüstrisinin büyümesini etkiledi. Guano, yani deniz kuşlarının kuru gübre ve leşleri, 1839'dan itibaren, zirai amaçlarla Peru'dan ithal ediliyordu. Sir John Lawes, 1843'te Deptford'da, çözülmeyen fosfatların erimelerini sülfürik asitle kolaylaştırarak, süperfosfatlı gübre üreten bir fabrika kurdu. Önce, bir fosfat kaynağı olarak hayvan kemikleri kullanılıyordu. Fakat 1847'den sonra, o, Suffolk, Bedfordshire ve başka yerlerde bulunan fosfat minerali yataklarını kullanmağa başladı. Amonyak, 1815'ten sonra istenmeyen bir madde olarak, kömür gazından sülfürik asit yardımıyla ayrılıyordu. Ortaya çıkan amonyum sülfat ise, 1850'den sonra, yapay bir gübre olarak kullanıldı. Kimyasal gübrelerin üretiminde ilk adımı tamamlamak üzere, Şile'deki nitrat yatakları ile Almanya'da Strassfurt'daki sülfat yatakları, ancak 1852'den sonra işletilmeğe başlanarak, ham tuzlar doğrudan gübre olarak kullanıma girdi.

Büyük arazi sahipleri tarafından, kimya araştırmalarının, kendi topraklarını zengileştireceği düşüncesi ile kurulan, Londra'daki Kraliyet Kimya Koleji, zirai kimya konusunda önemli fazla bir çalışma yapmamakla birlikte, orada yürütülen çalışmalar, hafif kimya endüstrisinin gelişmesine yol açtı. Kolej'de profesör olan, Hofmann, hocası Liebig gibi, özellikle tıp alanındaki kimya uygulamalarına, büyük ilgi duyuyor, doğal ilaçların yapay olarak üretilebileceği ümidini taşıyordu. Hofmann, kininin, kömür katranı ürünlerinden yapılabileceğini düşünüyordu. Gerçekten, 1856'da onun

gereksinimleri olmadığını; çoğu bitkinin, amonyum tuzları veya nitratları gibi azot bileşikleri içeren gübreler istediklerini; sadece yonca ve bezelye gibi, sebze türü bitkilerin, bunlar olmadan da yetiştiğini gösterdiler. Ayrıca, eğer toprak nadasa bırakılırsa, içindeki azotun yavaş yavaş arttığını ve sadece yapay gübre kullanılarak, topraktan sürekli ürün alınmasına rağmen, onun verimliliğinin bozulmayacağını buldular. Gilbert ve Lawes'in çalışmaları, dikkatleri. azotun doğanın ekonomisindeki tekil konuma çekti. Bazı bitkilerin azot bileşiklerine ihtiyaçları olduğu halde, diğer bazıları ve toprak, kendi azotlarını hazırlıyor gibi görünüyordu. Bu olgular, doğadaki azot çevriminin o zamana kadar bilinmeyen ayrıntılarına ışık tutan mikrobiyolojinin gelişmesi ile açıklığa kavuştu.

Mikrobiyolojinin kurucusu, önce Strasbourg'da ve sonra Sorbonne'da kimya profesörü olan Lois Pasteur'dür, 1822-95. Pasteur, önce bira endüstrisini incelemiş; eskiden beri bilindiği gibi, aynı sıvıdan alınan iki örnekte, mayalanma sonucunda bazen farklı ürünlerin ortaya çıkması olgusunu araştırmıştı. Mayalanan içkilerin içinde, mikroskopla, küçük bira mayası organizmalarının varlığını kanıtlamış ve farklı bira mayası türlerinin, farklı ürünler verdiğini bulmuştu. 1863'de, şarabın ekşimesine, bir mikro-organizmanın neden olduğunu görmüş ve şarabı 55 C°'ye ısıtarak, mikro-organizmanın öldürülebileceğini göstermişti. Ertesi yıl, Fransız Ziraat Bakanlığı tarafından, ipekböceklerinin hastalıklarını araştırması istendiğinde, bir kaç ay içerisinde ipekböceklerinin iki hastalığına neden olan mikro-organizmaları izole etmiş ve bunların ayrılarak, üretim amacıyla kullanılabilmeleri için, hastalıksız yumurta, kurtçuk ve kelebeğin nasıl tanınacağını göstermişti. On yıl sonra da, sığır şarbonu ve tavuk kolerasını araştırmış, en son olarak da, 1880'lerde, insanları etkileyen bazı hastalıklara yönelmişti.

Pasteur'ün çalışmalarının tıbbi önemi, daha kendisinin insan hastalıklarına yönelmesinden bir süre önce, İngiltere'de, Kuaker-cerrah, Lord Lister, 1827-1912, tarafından değerlendirilmişti. Kimya artık cerrahlara, ameliyatlarda ağrıyı azaltan ama ameliyat sonrasındaki yüksek ölüm riskini azaltmayan anestezi maddelerini sağlayabiliyordu. 1799'da Humphrey Davy, azot oksitin, veya söylendiği gibi, güldürücü gazın, sarhoşluk ve uyuşukluk yaptığını keşfetmiş, azot oksitin ameliyatlarda hastayı bilinçsiz hale getirmek

ALTINCI KISIM

YİRMİNCİ YÜZYIL BİLİMİ: YENİ ALANLAR VE YENİ GÜÇLER

gazının su tarafından absorbe edilmesi için bir kule yaptı. Bu yöntem, 1863'te gazın atmosfere bırakılmasını yasak eden Alkali Yasası yürürlüğe girince, yaygın olarak kullanıma girdi. Soda fabrikalarında hidrojen klorit atıklarından, klor üretmek için bir yöntem, 1868'de St. Helens'de bir cam fabrikasının menajeri olan Henry Deacon tarafından keşfedildi. Hidrojen klorid ve hava, ısıtılmış küprik klorit üzerinden geçirilince, klor ve buhar veriyor; klor da, bundan sonra, ağartma tozu üretmek için kullanılıyordu. Aynı yıl, kimyacı Walter Weldon, manganez dioksit ve hidroklorik asitten klor elde ederken kullanılan eski usulü, manganez dioksiti geriye kazanmak için, kireçtaşı ve hava akımı kullanarak iyileştirdi. Son olarak, 1887'de Oldburyli alkali üreticisi Alexander Chance, soda fabrikalarındaki baca atığı kalsiyum sülfitten kükürt kazanmak için bir yöntem geliştirdi.

Bu gelişmeler, soda üretimi için Leblanc sürecini uygun bir verimliliğe ulaştırdı. Diğer taraftan, 1810'da Fresnel tarafından önerilen başka bir soda üretim yöntemi, 1865'de Belçikada Solvay kardeşler tarafından uygulanabilir hale getirildi. Leblanc sürecinden daha ucuz ve daha saf ürün veren ve Solvay süreci adını alan bu yöntem, 1873'te İngiltere'de Brunner ve Mond tarafından kullanıma sokuldu. Brunner ve Mond Fabrikaları hızla gelişince, onunla rekabet edebilmek için, Britanya'daki tüm soda fabrikaları 1890 yılında, Birleşik Alkali Şirketi'ni kurdular. Şurası ilginçtir ki, alkali endüstrisinin ileri gelen şahsiyetleri olan Brunner ve Mond, Britanya'da bilimsel araştırmaya para desteği sağlayan ilk kimya endüstricileridir. 1890'larda, Brunner, Liverpool Üniversitesi'ne para desteği sağlarken, Mond da, 1896'da, Davy-Faraday Laboratuvarı'nı, Kraliyet Kurumu'na hediye etti. Başından itibaren, kimya endüstrisinin daha büyük ölçekte olduğu Almanya'da, sanayiciler bilimsel araştırmaya maddi destek sağlamağa çok daha önce başlamışlardı.

On dokuzuncu yüzyıl sonuna doğru, Alman kimyacıları, özellikle, bir kimyasal tepkimenin ilerleyeceği en uygun şartları belirleyen yeni fiziksel kimyayı uygulayarak, ağır kimya endüstrisine yeni yöntemler sokmağa başladılar. Sülfürik asit üretiminde kurşun oda sürecine, temas süreci denilen bir alternatif bulundu. Bunda, sülfür dioksit ve havanın oksijeni, platin gibi bir katalizatör aracılığıyla doğrudan birleştiriliyordu. Temas süreci, kurşun oda sürecinde olduğundan çok daha yoğun bir asit veriyordu. Bu süreç, özellikle

1897'den itibaren, boyaların üretiminde daha yoğun asit kullanmak gerektiğinde uygulamaya kondu. Almanya, nitrat'lar ve amonyum bileşikleri ithaline fazlasıyla bağımlı idi. Bir savaş halinde ham madde akışı duracağından, Alman kimyacıların karşısına çıkan önemli bir sorun, gübre ve patlayıcılar için azot bileşiklerinin üretimiydi. Fritz Haber, amonyak vermek üzere, hidrojen ve azot arasındaki doğrudan birleşmeyi fiziko-kimyasal açıdan incelerken, bu tepkimenin yüksek basınç ve orta sıcaklıkları tercih ettiğini gördü. Aynı zamanda, Oswald, amonyak'ın azot oksitlerine ve oradan da nitrik asite dönüşümünü araştırdı. 1912'de, araştırmalar tamamlanarak, bunlar Badische Soda und Anilin Fabrik'de endüstriyel ölçekte uygulamaya sokuldu ve Almanya'ya Birinci Dünya Savaşında bol gübre ve patlayıcı maddeler sağladı.

Kimyasal tepkimelerin yürüyeceği en uygun şartların belirlenmesi için, bu tür fiziko-kimyasal yöntemlerin kullanılması, 20. yüzyılda endüstriyel uygulamaların karakteristik bir özelliğini oluşturmuştur. Kimya endüstrisi şimdi bir çok dallara ayrılmış bulunuyordu. Patlayıcı madde endüstrisinde, Nobel tarafından 1862'de İsveç'te, nitro-gliserin, dinamit ve gelignitlerin geliştirilmesi bir dönüm noktası oldu. Yapay liflerin yapımı, Joseph Swan'ın ekstrüzyon yöntemi ile nitro-selüloz iplikçikleri oluşturduğu 1883 tarihine gitmektedir. Bu süreci ticari kullanıma sokan, Fransız kimyacı Kont Chardonnet olmuştur. Isı ile sertleşen ilk plastik, yani bakalit, Columbia Üniversitesi'nden Leo Baekeland tarafından 1907'de yapılmıştır. Buna karşılık, ısı ile yumuşayan ilk madde olan selüloit, Birmingham'da Alexander Parkes tarafından icat edildi. Yedek maddeler araştıran Almanlar, iş görebilecek yapay bir lastiği, nihayet, I. Dünya Savaşı sonunda elde ettiler. Bu sırada, 1925'te, Fischer ve Tropsch, su-gazından yapay petrol ürettiler. 1935'te de, Bergius, kömürü hidrojenleyerek, hafif kimyasal maddeler endüstrisinde başka bir motor yakıtı geliştirdi. Bu yüzyılda, hafif kimyasal maddeler endüstrisinde dikkatler, önce boyalardan ilaçlara ve parfümlere dönmüştür. İlk boya'yı sentezleyen William Perkin, *Coumarin* adlı *doğal* bir parfümü de, 1868'de kömür katranı türevlerinden yapan ilk kimyacı idi. İlaç sentezi de boya üretimi ile ilişkiliydi. Bazı boyalar etkilerinde çok seçici idiler; örneğin bir boya, yünü boyadığı halde, pamuğu boyamıyabiliyordu. Veya, organik dokulara uygulandığında, bazı kısımları boyuyor, diğer kısımları boyamıyordu. Kemoterapi'nin kurucusu,

doğrular yayılıyor ve bundan sonra da kromozomlar ikiye ayrılıyordu. Her kromozomun yarıları, aster ışınları boyunca zıt yönlerdeki santrozomlara doğru gidiyor, orada, iki kardeş hücrenin çekirdeklerini oluşturuyordu. Bundan sonra, kromozomlar kromatin ağı içinde gelecek hücre bölünmesinde tekrar ortaya çıkana kadar gözden kayboluyordu. Kromozomlar kromatin içinde görünmeseler de, 1895'de Leipzig'de, Rabl, 1853-1917, bunların kişiliklerinin ağ içinde korunduğunu ileri sürdü. Bu hipotez, kromozomların, kalıtımın taşıyıcısı olduğu kabul edildikten sonra önem kazandı.

İki cinsiyet hücresinin birleşmesi durumunda ise, kromozomların oldukça farklı davrandıkları anlaşılıyordu. 1887'de Liége'de Van Beneden'in, 1845-1910, bulduğuna göre, bir yumurtanın oluşmasına götüren birincil hücre bölünmesinde, kromozomlar, aseksüel hücre bölünmesinde olduğu gibi, uzunlukları boyunca ikiye yarılmıyor, fakat her kromozom çifti birbirinden ayrılarak, her biri normal kromozom sayısının yarısına sahip olan iki hücre oluşuyordu. Bundan sonra her iki hücre de normal aseksüel süreçte olduğu gibi ikiye bölünüyor; ortaya çıkan dört üründen sadece biri, olgun bir yumurta haline gelirken, diğer üçü, çoğunlukla yozlaşan küçük cisimler oluşturuyordu. Aynı sürecin, spermatozoa oluşumunda da gerçekleştiği, yalnız burada, birincil ve ikincil bölünmenin her dört ürününün de, olgun sperm haline geldiği gözlenmekteydi. Buna göre, yumurtalar ve spermler, kendi türlerinin hücrelerindekinin yarısı kadar sayıda kromozoma sahip bulunuyorlardı. Fakat, cinsiyet hücrelerinin birleşmesi, o türün kromozom sayısını, bunların yarısı anneye diğer yarısı da babaya ait olmak üzere, tekrar normal değerine getiriyordu. 1894'de Strasburger, kromozom sayısı normal sayının yarısına eşit olan bazı bitki hücrelerinin, ayrı bir nesil oluşturduğunu gösterdi. Bu keşif, 1851'de Hofmeister tarafından bulunan, çiçek açmayan bitkilerdeki sıralı nesil değişmelerini açıklıyordu.

Bu sırada, spekülatif biyologlar, organizmaların kalıtım materyallerinin, kromozomların, cinsiyet hücrelerinin oluşumu sırasında sergilediği olayları göstereceğini postüle eden kalıtım teorileri geliştirmişlerdi. Nageli'nin etkisiyle, Weismann, her organizmanın kendi vücut maddesinden farklı bir kalıtım maddesine veya tohum plazmasına sahip olduğunu iddia etti. Bu madde ayrı ayrı birimlerden meydana gelmekte ve her biri, canlının belirli bir

olağan bileşeni olan antrasenin bir türevi olduğunu bulmuşlar ve kısa bir süre sonra, alizarini laboratuvarda sentezlemişlerdi. Buldukları yöntem, alizarini büyük miktarlarda üretmek için pratik değildi. Fakat, 1869'da, Graebe ve Liebermann ile, Badische Soda und Anilin Fabrik'den Caro, birlikte ticari açıdan yapılabilirliği olan başka bir yöntem geliştirdiler. Aynı yıl, İngiltere'de Perkin de, alizarin yapılabilecek iki ayrı yol buldu. Fakat, Almanlar endüstriyel güce sahip olduklarından, Perkin, emekli olduğu 1873 yılında dört yüz otuz beş ton üretebilirken, Badische Soda und Anilin Fabrik, yılda bin ton alizarin üretmekteydi. Sonunda, artık Liebig'in, Münih'deki kimya kürsüsünü devralan Baeyer, 1878'de, indigoyu sentezledi; ama yine teknik güçlükler dolayısıyla, boya 1897 yılına kadar büyük miktarlarda yapılamadı. Bu tarihte, Almanlar oldukça ilerdeydiler. En büyük altı Alman kimya fabrikası, 1886-1900 döneminde, dokuz yüz kırk sekiz boya patenti alırlarken, en büyük altı ingiliz firması sadece seksen altı patent alabiliyordu.

Almanlar, yalnız hafif kimya sanayinde önder konumdaydılar. Bu alanda, başından itibaren organik kimya gelişmeleri ve uygulamaları önem taşıyordu. Britanya kimya endüstricileri, mesleklerinin gelişmesinde, kimyasal araştırmaların önemini anlamakta geciktiler. Bu yüzden, bu yüzyıla kadar sürekli araştırma gerektirmeyen, ağır kimyasallarm üretiminde başta bulunan konumlarını korudularsa da, hafif kimya endüstrisinde geride kaldılar. Örneğin, 1909'da, Britanya'da kullanılan boyaların yüzde doksanı Almanya'da üretiliyordu. Buna karşılık, başta ağır kimyasal ürünler olmak üzere, Britanya'nın kimya ihracaatı, kimyasal ithalata göre, 644,000 £ fazlalık veriyordu. On dokuzuncu yüzyılda, kimya endüstrisine sokulan önemli pratik yenilikler, gerçekte esas olarak, Britanyalı kimya üreticileri tarafından gerçekleştirilmişti. Gördüğümüz gibi, asit üreticisi, Glover, 1860 yılında, kurşun oda süreciyle sülfürik asit yapılırken nitrik oksidi geriye kazanmak için Gay Lussac tarafından önerilen yöntemi, pratik hale getirdi.

Britanya'da hükümet 1823'te adi tuzdan alınan gümrüğü kaldırınca, burada, Fransa'da keşfedilen Leblanc soda yöntemi benimsenerek, bu sonradan oldukça geliştirildi. Bu süreç, hidrojen klorid ve kalsiyum sülfit gibi, iki önemli yan ürün veriyordu. Elde edilen gelişmeler bu maddelerle ilgiliydi. Stoke Prior'da bir alkali üreticisi olan William Gossage, 1835'te hidrojen klorid

42. Bölüm

Modern Biyolojinin Bazı Yönleri

1870'LERDEN İTIBAREN deneysel biyoloji alanında kaydedilen bir çok teknik gelişme, hücrelerin aseksüel çoğalması ve cinsiyet hücrelerinin birleşmesinde yer alan süreçleri daha yakından gözlemeye imkan verdi. Akromatik mikroskop, güçlü bir daldırma merceği ve alt kademe aydınlatması kullanılarak daha da geliştirilmişti. Buna ek olarak, doğal boyalar yanında yeni keşfedilen anilin boyaları ve bazı inorganik tuzların, seçici olarak organik hücrelerin bazı kısımlarını, özellikle çekirdeği, boyadığı görülmüştü. 1840'lardan beri bilindiği gibi, organik hücre aseksüel olarak bölünme ile çoğalıyor ve bunda önce çekirdek ikiye bölünüyordu. 1870'lerde Berlin'de Hertwig, 1849-1922. Cenevre'de hayvanlar üzerinde çalışan Fol, 1845-92, ve Bonn'da bitkiler üzerinde çalışan Strasburger, 1844-1912, tarafından gösterildiği gibi, seksüel üreme, erkek ve dişi hücrelerinin çekirdeklerinin birleşmesini gerektiriyordu. Buna dayanarak, Hertwig ve Strasburger 1884'te, hücre çekirdeğinin kalıtımın fiziksel temeli olduğunu ileri sürdüler.

Yeni teknikler, sakin durumdaki adi hücre çekirdeğinde temel anilin boyalar tarafından kuvvetle boyandığı için 1879 yılında Kiel'de Flemming, 1843-1915, tarafından kromatin adı verilen, ince bir materyal ağı bulunduğunu gösteriyordu. Aseksüel üremede, hücre bölünmesi zamanı yaklaşınca, kromatinin kromozom adı verilen bir çok ayrı ipçiğe[1] ayrıştığı, bunların her birinin boylu boyunca birbirine benzeyen yan yana iki iplikçikten oluştuğu bulundu. Kromozomlar, genellikle çift oluyor ve bunların verilen bir hayvanın hücrelerindeki sayısı da değişmiyordu. Kromozomlar, ayrı ayrı ipçikler şeklinde ortaya çıkınca, çekirdek mambranının yok olduğu ve çekirdeğin iki yanında santrozom denilen iki noktasal cismin yer aldığı keşfedildi. Santrozomlardan, çekirdek ekvatorunda bulunan kromozomlara doğru, aster[2] ismi verilen ışınsal

[1] filament. (Ç.N.).
[2] yıldız

Ehrlich, 1854-1915, organik boyalar bazı organik hücreler tarafından soğurulup, diğerleri tarafından soğurulmadığına göre, parazit mikro-organizmalar tarafından alındığı halde, bunların enfekte ettiği sağlam hücreler tarafından alınmayacak zehirli maddeler yapmanın mümkün olduğunu düşündü. Böylece, mikroorganizma öldürülecek ve ona ev sahipliği yapan doku onun neden olduğu hastalıktan kurtulacaktı. Ehrlich, bir çok bileşik hazırlayarak, bunları denedi. Bunlardan, *Salvarsan* ile, özellikle, frengi, verem dutu ve diğer spiroşet enfeksiyonlarda başarı sağladı. Alman boya endüstrisinin kimyacıları, daha sonra, *Pamaquin* (1926) ve *Mepacrine* (1930) adlı Malarya parazitine karşı zehirli olan maddeleri ve 1935'de de Prontosil adlı kırmızı boyayı, yani ilk sülfonamid ilacı, ürettiler. Büyük tıbbi önem taşıyan diğer bir kimyasal araştırma doğrultusu da, doğal olarak bulunan, vitamin, hormon ve canlı organizmalar tarafından üretilen, *Penisilin* gibi diğer doğal antibiyotiklerin sentezidir.

iki genin, aynı kromozom üzerinde birbirlerine yakın konumda oldukları zaman, uzakta olmalarına göre daha büyük bir etki yaptıklarını buldu. Muller de, 1935 yılında, böyle bir konum etkisinin, küçük bir kesimin yer değiştirmesi gibi, fark edilmeyen bazı kromozom düzenlenmelerine neden olarak, bir gen mutasyonunun doğuracağı olayların aynısını üreteceğine işaret etti. Bunun neticesinde, Goldschmidt, 1938 yılında, tüm varsayılan gen mutasyonlarının, kromozon düzenlenmeleri olduğunu ileri sürerek, belirli bir karakteristiği belirleyenin, genler olduğu fikrinin bırakılarak, onun yerine, belirleyenin bir bütün olarak kromozomun düzeni olduğu kavramının konmasını ileri sürdü. Ama onun bu teklifi geniş bir kabul görmedi.

Mendel, faktörlerini, organizmaların erişkin durumundaki karakteristiklerinin, örneğin bezelye bitkilerinin erişeceği son boyun belirleyicileri olarak görmüştü. Daha sonra, organizmaların karakteristiklerinin yalnız genetik yapılarına değil, aynı zamanda çevre etkilerine de bağlı olduğu anlaşıldı. 1928 yılında Bridges, dev meyve sineği yumurtalarının, eğer larvalar uygun gıda miktarına sahip değillerse, ancak normal büyüklükte bir böcek haline geliştiklerini göstererek, bunun genlerin son karakteristiklerden çok, gelişme süreçlerini kontrol ettiğini kanıtladı. Böyle süreçler, aynı genin mutantlarının[8] kontrolu altında, bazı tırtılların derisinde pigment birikme hızını ölçen Goldschmidt ile, 1931'den itibaren, *Neurospora* adlı mantar mutantlarında, genetik yoldan kontrol edilen biyokimyasal büyüme ve metabolizma süreçlerini araştıran Beadle tarafından incelendi. Normal mantarların aksine, X-ışınları tarafından etkilenen *Neurospora* mantarları, normal *Neurospora*'nın metabolik süreçlerinin bir veya bir kaç adımını kaybetmiş olmaları nedeniyle, basit kimyasal maddelerden, gövdelerini oluşturan materyalleri meydana getiremiyorlardı. Buna göre, mutantlara, o adım veya adımların normal ürünlerinin sağlanması gerekiyordu. Bir takım gelişme safhalarını kaybetmiş olan bir dizi mutanta sağlanan maddelerin kimyasal doğası, mantar tarafından normal durumda yürütülen biyokimyasal sentezler hakkında bir fikir veriyordu.

Gen ve kromozomların, organizmaların erişkin karakteristiklerini değil, onların gelişme süreçlerini kontrol ettiği kavramı, genetik ile embriyoloji arasında olabilecek verimli bir birleşme için ümit veriyordu. Şimdiye kadar, her

[8] mutant = genleri mutasyona uğramış canlı, (Ç.N.).

şekilde davranıyor: diğer ikisi gene üçe bir oranında uzun ve kısa bitkiler olarak ürüyordu. Mendel. bu sonuçları. her bitkinin boy uzunluğu için, ana ve babadan aldığı birerden, karakter belirtici toplam iki faktöre sahip olduğu şeklinde yorumladı. Başat[4] olan uzunluk faktörü, kısalık faktörüne galip geldiği için, çiftleştirmeden sonraki birinci nesilde, tüm bitkiler uzun boylu oluyordu. Bu nesil kendi içinde döllendiğinde, yavrulardaki faktörler şu şekilde düzenlenebiliyordu: ikisi de uzun için; ikisi de kısa için: biri kısa. biri uzun için; ve yine, biri kısa, biri uzun için. İlk iki kombinasyon, ya kısa veya uzun. saf nesil verecek, diğer iki kombinasyondan ise, uzunların kısalara oranı 3 kat olan bir nesil üreyecekti. Mendel'in sonuçları, kalıtım için tanecik türü bir teori olduğunu kanıtlıyordu ve o da bunu, böyle bir teori ortaya atmış olan Nageli'ye göndermişti. Fakat Nageli, Mendel'in buluşlarına, bunların 'ussal değil ampirik' olduğunu düşünerek, belki de kendisi türleri değiştiren evrimsel faktörlere, onların kararlılığını etkileyen kalıtımsal faktörlerden daha fazla ilgi duyduğu için, önem vermemişti. Mendel gerçekte, incelediği bitki karakteristiklerinde herhangi bir değişkenlik olduğunu inkar etmişti. Bu bakımdan, çağdaşı olan biyolojik düşüncedeki evrimci tavır, ona yabancıydı. Yüzyılın sonunda, gelişme ve evrim düşüncesi, daha önceki gücünü kaybetmiş bulunuyordu. Türlerin kararlılığı, 'tohum plazmasının sürekliliği' ve süreksiz mutasyonların değişmelere neden olduğu konularında o dönemde canlanan görüşler nedeniyle, Mendel'in sonuçları takdir edilerek, bu iddialar içinde kendine bir yer buldu.

1901-4'ten itibaren, çeşitli biyologlar, örneğin Amerika'daki Sutton ve Montgomery ve Avrupa kıtasında de Vries ve Boveri, Mendel'in faktörlerinin davranışının; yumurta ve sperrnin üreme ve birleşimi sırasında kromozomların davranışına benzediğine işaret ettiler. Bu nedenle, kromozomların Mendel'in birim faktörlerini taşıdığı anlaşılıyor ve bu, kromozomların tohum plazması birimlerini taşıdığı şeklindeki Weismann teorisiyle uyuşuyordu. Eğer, bir çiftin her kromozomu bir Mendel faktörü taşıyorsa, bir organizmanın bununla ilgili karakteri, Mendel'in buluşunun da gösterdiği gibi, iki faktör tarafından kontrol ediliyordu. Cinsiyet hücrelerinin oluşumunda kromozom çiftinin ikiye ayrılması, yumurta veya sperın içindeki karakteri belirleyen tek bir faktör

[4] dominant, (Ç.N.).

bırakıyordu. Fakat, cinsiyet hücrelerinin birleşmesi, döllenmiş yumurta içinde, ana ve babaya ait birerden, toplam iki faktörü bir araya getiriyordu. Eğer, ana ve baba farklı ise, ikisinin başat olanı, yavrudaki ilgili karakteri belirleyecekti. Çekinik[5] faktör ise, değişmiyor, fakat sonradan gelen nesillerde, tesadüfen kendi cinsinden bir faktörle birleşerek tekrar ortaya çıkıncaya kadar, uyur durumda kalıyordu. Kalıtım faktörlerinin sayısı, kromozom çiftlerinin sayısına göre fazla olduğu için, Sutton, bu faktör bağlanmasını, bir kromozom içinde bir çok faktörün birbiriyle bağlı olduğu şeklinde tahmin etti. 1906 yılında, Bateson ve Punnett, kokulu bezelye çiçeğinde bu faktör bağlanmasını keşfettiler: Bazı renk ve polen karakteristikleri, kalıtımda genellikle birlikte aktarıldığı için, aralarında böyle bir ilişki bulunmalıydı.

20. yüzyılın ilk yıllarında ortaya çıkan ve başta, Morgan, Muller, Bridges ve Sturtevant'dan oluşan Amerikan genetikçiler ekolü, kalıtımı incelemek için özellikle uygun bir hayvanı, meyve sineğinde[6], buldular. Bu böcek, sadece dört kromozoma sahip olup, yumurtadan erişkin döneme on iki günde geçiyordu. Meyve sineği kullanılarak, genellikle birlikte kalıt bırakılan karakteristiklerin, bazen üreme sürecinde ayrıldıkları görüldü. 1911 yılında Morgan bu olguyu, ilişkili faktörleri, veya şimdi dendiği gibi, genleri taşıyan kromozomların bu karakteristiklerin bulundukları yerler arasındaki bir noktada kopmuş olması ve her birinin kırılan diğer bir kromozomun benzer parçası ile birleşmiş olması şeklinde yorumladı. Eğer, böyle bir kırılmanın olasılığı, kromozomun boyu üzerinde aynı ise, üreme sırasında ilişkili karakteristiklerin birbirinden ayrılma frekansından, iki gen arasındaki uzaklığın bir ölçüsü elde edilebilir ve kromozom üzerinde genlerin bulunduğu yerlerin bir haritası çıkarılabilirdi. 1917'de Plough, iki kromozomun böyle bir yeni düzen veya 'parça değişimi'[7] oluşturduğunu kanıtladı ve bu temele dayanarak, meyve sineğinin ve diğer bazı organizmaların kromozom haritaları oluşturuldu.

1933'te, Bridges ve başkaları, meyve sineğinin ve diğer böceklerin larvalarına ait tükürük bezi hücrelerinde çok büyük kromozomlu çekirdekler buldular. Böyle kromozomların uzunlukları boyunca bir dizi şerit gözleniyordu;

---

[5] recessive, (Ç.N.).
[6] fruit fly, (Ç.N.).
[7] crossing over, (Ç.N.).

çekirdeği dışında ve görünüşe göre ona bağlı olmayan, organize edici maddeleri üreten bir merkez bulunduğunu gösterdi. Spemann, sinir evokatörü[9] denilen, sinir dokusunu üreten madde üzerinde çalışırken, bunun etkilerinde hiç de seçici olmadığını buldu. Kurbağadan alınan evokatör, semenderlerdeki sinir dokusunun da oluşmasını sağlıyordu. Bu sefer oluşan, kurbağa değil, semender sinir dokusu olduğu için, evokatörün sadece sinir dokusunun oluşmasını desteklediği ve sinir dokusunun özgül karakterini diğer faktörlerin belirlediği anlaşılıyordu. Organizatörler, cansız maddelerdi. Zira, bu hücrelerin etkilerini, hücresiz bazı özler de yapabiliyordu. Needham ve başkaları, 1936'da, sinir evokatörünün belki bir sterol olduğunu, yani seks hormonları ve D vitaminini de kapsayan bir organik bileşikler gurubu olduğunu gösterdiler. Düzenleyici yumurtalarda olduğu gibi, mozaik yumurtalarda da, embriyonun gelişmesini organize eden merkezlerin, yumurtanın sitoplazması içinde olduğu bulunmuştu. Bununla beraber, gelişmenin özgül karakterinin yine başka faktörler tarafından belirlendiği anlaşılıyordu.

Embriyologların buluşlarını dikkate almak için, Amerikalı genetikçiler, Morgan, Bridges ve Sturtevant, yumurta sitoplazmasının çekirdekdeki kromozomların genleri tarafından kontrol edildiğini ve kalıtım veya turlerin evrimi için sitoplazmanın fazla bir önemi olmadığını ileri sürdüler. Sitoplazmik faktörler tarafından kumanda edilen cins karakterleriyle ilgili bazı durumlar, bu şekilde genetik teorisi aracılığıyla açıklanmıştı. Bazı salyangozların gelişmesinde, kabuğun aldığı, sağ veya sol yönlü helezon sarılmanın, dişinin yumurtasının sitoplazması tarafından belirlendiği ve buna, içinde hemen tamamen çekirdek malzemesi bulunan erkek sperminin bir etkisinin bulunmadığı gösterilmişti. Sturtevant'ın 1923'te belirttiğine göre, yumurtanın sitoplazması, yumurtanın çıktığı salyangozun genetik yapısına bağlı ve sağ yönlü helezon kabukları veren sitoplazmayı yöneten gen, başat idi. Farklı türlerin çiftleşmesinde olduğu gibi, özgül mertebede karakter farkları bulunduğunda, dişinin yumurtasının sitoplazması yavrunun karakteristikleri üzerine oldukça etkili oluyordu. Goldschmidt'in böcekler ve Michaelis'in bitkiler üzerinde 1937'de gösterdiği gibi, sitoplazmanın etkisi, çiftleşen türler arasındaki farklar büyüdükçe artıyordu. Böyle durumlar, yine çekirdeğin,

[9] Çağırıcı, uyandırıcı, (Ç.N.).

karakteristiğini belirlemekteydi. Her seksüel üremede, tohum plazmasının iki kat artmasını önlemek için, Weismann, 1887'de, seksüel birleşmeden önce, hem erkek ve hem dişinin tohum plazmalarının, ikiye bölünerek, iki taraftan gelen birer yarının birleşerek, yavrunun tohum plazmasını oluşturduğunu postüle etti. Kromozomun, yumurta ve sperm oluşumundaki, davranışı aydınlatıldıktan sonra, Weismann, tohum plazmasını kromozomlarla özdeşleştirmeğe girişerek, kromozomların uzunlukları boyunca birimlere bölünmüş olduğunu iddia etti.

Nageli'nin spekülasyonlarından diğer biri, organizmaların tohum plazmalarının içinde bir iç kuvvet olduğu ve bunun ani ve büyük mutasyonlara yol açtığı düşüncesi; organik evrim tarihini, Kelvin gibi fizikçilerin Dünya'nın yaşı için yaptığı kısa süreli tahmini değerlerle bağdaştırmak amacıyla, Amsterdam'da de Vries, 1848-1935, tarafından ele alındı. 1885'ten itibaren de Vries, organizmalarda böyle mutasyon değişimleri aramağa başlayarak, bunu Amerikan akşam çuha çiçeğine[3] ait yabani bir kolonide buldu. Burada bazı bitki bireyleri, açık bir şekilde normalden farklı idi. De Vries, bunlardan bir kaç nesil içinde diğer varyantları da elde etti. İngiltere'de, Bateson, 1861-1926, ve Danimarka'da Johannsen de, 1857-1927, böyle mutasyonlar aradı. Johannsen, kendi kendini dölleyen fasulyalar yetiştirerek, bunlardan ister en ağır, isterse en hafif ürün ekilsin, tohumlarının hepsi aynı ağırlıkta olan saf nesiller üretti. Fakat, bir durumda, mutasyon olduğunu buldu. Bir fasulyanın ortalama boyu birden bire değiştiği gibi, bu değişme yeni gelen nesillerde de korunmuştu. De Vries ve diğerleri, şimdi, kalıtım ve mutasyon konusunda yapılmış eski çalışmaları araştırınca, bunları, Mendel tarafından 1866 ile 1869 arasında yayınlanmış olan makalelerde buldular.

Brno'lu bir rahip olan Mendel, 1822-84, manastırdaki bahçesinde, 1857 ile 1868 arasında, kokulu bezelye çiçeği yetiştirme deneyleri yapmıştı. Bu bitki genellikle kendi kendini döllerse de, Mendel yapay olarak, uzun biriyle kısa birini döllendirmeğe girişti. Buradan elde ettiği tohumlar sadece uzun bitkiler vermişti. Bu bitkileri kendi kendini döllemeğe bıraktığında ise, ortaya çıkan ikinci nesilde, uzun bitkilerin sayısı, kısalarınkinin üç katıydı. Böyle üreyen kısalar, daima saf kısa olarak ürüyor, fakat, uzun bitkilerin sadece üçte biri aynı

[3] evening primrose, (Ç.N.).

iki bilim, ayrı kalmıştı. Çünkü, embriyologlar tarafından bulunan ve bireysel organizmaların gelişmesini kontrol eden faktörlerin, genetikçilerin dediği gibi, çekirdeğin kromozomlarında değil, döllenmiş yumurtanın çekirdek dışındaki hücre materyalinde, yani sitoplazmada toplanmış olduğu görünüyordu. Bazı embriyologlar, özellikle Boveri, Loeb ve Jenkinson, gerçekten 1917'den itibaren, bir organizmanın ait olduğu, kol, sınıf, takım, cins ve belki türü belirleyen temel karakterlerin, döllenmiş yumurtanın sitoplazması içindeki faktörler tarafından kontrol edildiği ve sadece Mendel'in bezelyelerinin uzunluk veya kısalığı gibi değişken karakterlerin ve belki tür karakterlerinin. çekirdek içindeki faktörler tarafından belirlendiğini iddia ediyordu.

Böyle bir bakış, embriyologların, on dokuzuncu yüzyıl sonlarına doğru yükselen, 'gelişme mekaniği' ekolünün buluşlarına dayanıyordu. 1880'lerde, Haeckel'in öğrencilerinden biri olan, Roux, 1850-1924, hocası da içinde olmak üzere tüm embriyologların, sadece embriyo gelişmesi sürecini betimlediklerini, ama bunun nedenlerini açıklamadıklarına işaret etti. Roux, embriyologların, kendi deyimiyle, embriyonun gelişme mekaniğini açıklayabilmeleri için, yeni bir yaklaşım benimsemelerini; betimlemeden vazgeçip, deneye başvurmaları gerektiğini ileri sürdü. Böyle bir ilkeyi kendisi de benimseyen Roux, iki taraflı simetriye sahip bir hayvanın orta düzleminin, onu meydana getiren döllenmiş yumurtanın ilk bölünme düzlemi tarafından belirlendiğini keşfetti. Ama bölünme düzlemi de, spermin yumurtaya giriş doğrusu tarafından belirleniyordu; giriş doğrusuna gelince, o da, daha döllenmeden önce, yumurta sitoplazmasının, spermin gireceği noktada toplanması ile önceden belirlenmiş bulunuyordu.

Yumurtalara çeşitli yönler vererek ve onları gelişmeleri sırasında döndürerek, Roux, yer çekimi kuvvetinin embriyonun gelişmesinde hiç bir etkiye sahip olmadığını gösterdi. Buna göre, bir embriyonun gelişmesi, tümüyle kendi içindeki mekanik kuvvetler tarafından belirlenmekteydi. Weismann'ın izinde giderek, bu kuvvetlerin yumurtanın tohum plazmasından kaynaklandığını düşünen Roux, 1888'de, bu görüşü destekleyeceğini beklediği bir deney yaptı. Döllenmiş bir kurbağa yumurtasının ilk bölünmesiyle oluşan iki hücreden birini, sıcak bir iğneyle öldürünce, kalan canlı hücrenin, yarım bir embriyo haline geliştiğini buldu. Roux, gelişme kuvvetlerini yöneten faktörlerin,

yumurtanın parçalanmasıyla bölündüğünü, öyle ki, kardeş hücrelerin birinden, sadece bir yarım embriyonun gelişebildiğini düşündü. Ama, Harwig'in gösterdiği gibi, eğer ölü hücre dikkatle yerinden alınırsa, kalan canlı hücre, normal bir embriyo şeklinde gelişiyordu. Buna ek olarak, 1891 yılında Driesch'in, 1867-1941, keşfettiği gibi, döllenmiş bir deniz kestanesi yumurtasının beşinci bölünmesine kadar çoğalan hücrelerin hepsi, birbirlerinden ayrıldıkları takdirde, küçük, fakat tamam olan embriyolar üretiyordu. Bunun üzerine, Driesch, Roux'nun mekanik bakış açısına şiddetle karşı çıkarak, her yumurta içinde, embriyonun tümlüğünü koruyan bir iç dirimsel kuvvet veya amaç olduğunu ve bunun kaybolan parçaları yeniden ürettiğini öne sürdü.

Diğer çalışmalar, her iki yöndeki keşiflerin de doğru olduğunu; döllenmiş yumurtaların, mozaik ve düzenleyici olmak üzere iki temel sınıfa ayrıldığını ve bunlar arasında da bir çok geçiş derecesi bulunduğunu gösterdi. Bir mozaik yumurtanın parçaları daha baştan itibaren farklılaşmakta, yumurtanın ilk bölünmesi ile oluşan iki hücrenin ayrılması, yarım embriyolar vermekteydi. Düzenleyici yumurtalar ise, başta o kadar farklı olmuyordu. Birinci, ikinci ve hatta beşinci bölünmede ortaya çıkan hücreler, bütün bir embriyo veriyordu. İkinci durumda, hatta, yumurtanın dilimli hücrelerden oluşmuş bir küre şeklini aldığı daha sonraki safhalarda da ayrılmış hücre grupları tarafından bütün embriyolar oluşturulabiliyordu. Tüm embriyolar ancak, hücrelerden oluşan küre, kutuptan kutba doğru, uzunlamasına kesilirse, gelişiyor; diğer kesimlerden anormal embriyolar çıkıyordu. Tek bir kutbu içine alan bir hücre gurubu, yeniden dilimli bir küre halini alıyor; fakat, bundan sonraki safhayı, yani bardağa benzeyen, gastrulayı oluşturmuyordu. Diğer yandan da, öteki kutup tarafındaki bir grup hücre, anormal büyüklükte bir gastrula üretiyordu. Her iki kutuptan hücrelerin yer aldığı bir kombinasyon ise, normal bir gastrula oluşturuyordu.

Bu keşifler, düzenleyici yumurtalar durumunda, ilk oluşan hücre küresinin kutuplarının, embriyonun daha sonraki gelişmesini düzenleyen bazı kimyasal maddeler ürettiğini düşündürüyordu. Bu kimyasal organizatörler, özellikle Almanya'da, Spemann, 1869-1941, tarafından incelendi. O, 1920'lerde, hem kara ve hem suda yaşayan hayvanların yumurtalarında, hücre

bu, kromozomların, diske benzeyen bir çok birimlerden oluştuğunu gösterınekteydi. Önce, bu birimlerin gerçek genler olduğu düşünüldü. Fakat, kromozom kırılmalarının neden olduğu etkiler, genlerin, gözlenen kromozom şeritlerindan daha küçük olduğunu belirtiyordu. Ama, bir genin, hangi şeritle ilişkili olduğu bulunabiliyordu, zira tükrük bezi hücresinin dev bir kromozomunda bir parça değişimiyle ortaya çıkan yeni düzen mikroskopla gözlenebiliyor ve belirli şeritlerin dev kromozom üzerindeki yerleri, kromozom haritasındaki genlerin konumundan tanımlanabiliyordu.

Kromozomların parça değişimleri ve düzen yenilemeleri, bir tür içindeki genetik yapıların birbiriyle karışmasını açıklamağa yardımcı oldu. Bir ana-babanın tek bir kromozomuyla ilişkili olan birtakım karakteristikler, bunu izleyen ilk yavruda ikiye ayrılırken, daha sonraki nesillerde, daha da dağılarak, seyrelebiliyordu. Böylece, doğal seçimin önünde, etki yaparak, uygun olanı seçeceği, pek çok değişik seçenek olacaktı. Uygun oldukları takdirde, çekinik genler kendilerini gösterecek ve ilişkili oldukları karakteristikler tür içinde genelleşecek olsalar da, sadece bu mekanizmayla, yeni hiç bir karakteristik ortaya çıkamayacaktı. Lakin, diğer araştırıcıların başka türler içinde belirlediği gibi, meyve sineğinin karakteristiklerinde, kendiliğinden değişmeler de oluyordu. Bunlar, ilişkili genlerin yapısındaki değişikliklerden veya mutasyonlardan ileri geliyordu. Mutasyonların çoğu, yani yüzde 90 kadarı, ölümcül ve kalanları çekinik idi. 1927'de Muller, X-ışınlarının meyve sineğinde mutasyon hızını arttırdığını gösterdi. Ertesi yıl da, yüksek sıcaklığın aynı etkiyi yaptığını gördü. Bu yapay mutasyonlar ile, kendiliğinden olanlar aynı doğaya sahipti. Bu yüzden, doğal mutasyonların radyasyon nedeniyle ortaya çıkabileceği düşünüldü. Ama 1930'da Muller'in gösterdiği gibi, Dünya yüzeyindeki doğal radyasyon, kendiliğinden mutasyon hızını açıklamak için gerekenden beş yüz kere daha azdı.

Modern genetiğin ilk günlerinde, Mendel faktörlerinin veya genlerin, tamamen bağımsız ve farklı nesneler olduğu düşünülüyordu. Onların etkileri, mutasyonun kendi nedensel etkenlerinin dışında, aynı kromozom üzerindeki diğer genlerin veya çekirdeğin, hücrenin ve bir bütün olarak organizmanın oluşturduğu çevre ve içinde bulunduğu diğer fiziksel şartlar tarafından değiştirilemezdi. Fakat, 1925 yılında, Sturtevant, aynı karakteristikleri üreten

sitoplazma üzerindeki genetik kontrolu ile açıklanabilirdi. Bununla birlikte, son zamanlarda, görünüşe göre çekirdek kontrolundan bağımsız, sitoplastik kalıtım durumları da keşfedilmiş bulunuyor. Böyle, nesilden nesile sitoplazma ile aktarılan karakter belirlenişine, plazma-genez[10] adı verilmektedir.

Mendelci genetik bilimi, bir zaman için embriyolojiye uzak kalırken, Darwin'in organik evrim teorisi içinde kendine erkenden bir yer bulmuştur. Analizine gitmemekle birlikte, Darwin, doğal seçim kuvvetleri tarafından üzerine etki edilen organik dünyadaki çeşitlenmeyi ve doğanın, uyum kabiliyeti olan yeni karakteristiklere sahip çeşitleri korurken, buna sahip olmayanları ortadan kaldırdığını, gözlemlemişti. Genetik bilimi, bir kaç çeşitlenme kaynağını birbirinden ayırt ederek, organizmalardaki kalıtım konusunda böyle bir analizi verebiliyordu. Varyantlar[11], mutasyon sonucu yeni bir genin ortaya çıkması ile, veya mevcut genlerin yeni bir kombinasyonuyla ve kromozom içindeki kısımların, silinme, tekrarlanma, yerini değiştirme, tersine çevirme gibi değişiklikleriyle, ve kromozom takımlarındaki, cinsiyet hücrelerinin üremesine giden birincil hücre bölünmesinde, ayrılmanın gerçekleşememesi sonucu, kromozom sayısının ikiye katlanması gibi nedenlerle meydana gelebilirdi. Genetik değişmenin değişik tipleri, farklı cinsten evrimsel değişmeye yol açabilirdi. Kromozom sayısının ikiye katlanması, yola çıkılan türdekinden farklı bir kromozom sayısı belirttiği için, bir nesilde yeni bir tür üretilmiş oluyordu. Diğer taraftan, mutasyon geçirmiş bir genin etkisi, diğer genlerin toplu etkileri tarafından frenlenebilirdi. Bu şekilde, gen mutasyonu yoluyla evrim, Darwin'in, türlerin değişiminde olduğuna inandığı şekilde, yavaş ve azar azar gerçekleşebilirdi. 1944 yılında Goldschmidt, gen mutasyonunun, yalnız, 'mikro-evrim'i, veya bir tür içindeki, değişen çevre koşullarına kendini uyduracak gelişmeyi, sağladığını iddia etti. Diğer taraftan, 'makro-evrim', veya bir türün diğer bir tür haline gelişi, kromozom materyalinin, yani kromozom şekilleriyle bunların yönettiği biyokimyasal tepkime sistemlerinin, tümüyle yeniden düzenlenmesi sayesinde olabiliyordu.

Darwin teorisi, bilimsel dünyada genellikle kabul edilen, organik evrim teorisi iken, Lamarckçılık da bazı destekciler bulmuştu. 1920 ile 1937 arasında,

---

[10] plasmagenesis, (Ç.N.).

[11] değişikliği olan örnekler, (Ç.N.).

McDougall, bir çok sıçan neslini, sonunda elektrik şoku bulunan bir yoldan sakınarak, yiyeceğe ulaştıran bir diğer yolu tercih etmek üzere eğitmişti. Ardı ardına gelen nesillerde, eğitim süresinin gittikçe kısaldığı görülmekteydi. Lamarckçı bakış açısı için daha da çarpıcı bir kanıt, bakteri ve protozoa üretilen araştırmalarda gözlenmiştir. 1930'lardan itibaren Jennings, bazı protozoanın kendilerini, yüksek sıcaklık, zehirli kimyasallar gibi yabancı çevre şartlarına uyum sağlamak üzere değiştirdiklerini göstermiştir. Kazanılan değişiklikler kalıtsaldı, zira organizmaların tekrar eski şartlara uyum sağlaması, yeni duruma uyumları kadar yavaş gelişmekteydi. 1938'den sonra Hinshelwood, bakteri hücresinin gelişmesini, sürecin kinetiğini inceleyerek, kimyasal bir reaksiyon olarak ele aldı ve benzer sonuçlar buldu.

Son yıllarda, bakterilerin ilaçlara dayanıklı soylarının ortaya çıkması, oldukça önemli bir problem olarak önümüze gelmiş bulunmaktadır. Genellikle, böyle bakterilerin gelişmesi, ilaçla ölmeyen mutant organizmaların tesadüfen ortaya çıkarak, doğal seçme ile başat hale gelmesine bağlanmaktadır. Ama, Hinshelwood, bakterilerin kendilerini ilaçlara uyum sağlayacak şekilde değiştirebildiğine inandırıcı nedenler arasında, bakteri bulunan ıslak bir ortamda, öldürücü dozun altında bulunan bir ilaç konsantrasyonunda, sadece bir kaç mutant değil, hemen tüm bakterilerin yaşadığına ve koloniler kurduklarına özellikle işaret etmektedir. Onu eleştirenler ise, her bakterinin canlı kaldığını ve ilaca dayanıklı bir mutant oluşturduğunu ileri sürmektedirler. Hinshelwood, bu görüşün, olayın niceliksel çizgilerini gözardı ettiğini iddia etmektedir. Bakteri hücresinin bölünme hızının, ilaçlı ortamda büyük ölçüde düşeceğine, halbuki gözlenen organik madde üretim hızının oldukça büyük olduğuna işaret etmektedir.

Lamarckçılık, öteden beri, oldukça muhalif çeşnili bir azınlığın düşüncesi olmuştur. Bu niteliği, biraz ona benzeyen, Michurin'ci teorinin 1940'larda, Sovyetler Birliği'nde ortaya çıkmasıyla güçlenmişti.

43. Bölüm

Relativite Teorisi

İLK MODERN BİLİMCİLER, Dünya hakkında formüle ettikleri teorilerde, evrende özel gözlem noktaları bulunduğu ve bazı imtiyazlı gözlemcilerin buralardan, kozmik olaylara baktığı ve onları kontrol ettiği şeklindeki, eski ve ortaçağlarda revaçta olan kavramları terketmeğe gayret etmişlerdi. Onlar, Ay ve gezegenlerin, eskilerin düşündüğü gibi, Dünya'dan daha güçlü ve mükemmel nesneler olmayıp, aynen ona benzediğini göstermeğe çalışmışlardı. Calvinistlerle birlikte eski modern bilimciler, gök cisimlerini kendi yörüngelerinde hareket ettiren ve Dünya'daki olayları gözleyerek, onları yöneten meleksi ruhlar hiyerarşisini gökten aşağıya indirmişlerdi. Nihayet, on yedinci yüzyıl bilimcileri, gök cisimlerinin hareketlerini, Dünya'da geçerli olan mekanik yasaları ile yorumlayarak, göklerin ve Dünya'nın aynı maddeden yapılmış olduğunu ve aynı güç tarafından yönetildiğini anladılar. Fakat, nasıl Calvinistler meleksi varlıklar hiyerarşisinin kozmik yönetimini reddettikten sonra da, evrenin tek ve mutlak bir hakimi olduğu kavramını korumuşlarsa, on altı ve onyedinci yüzyıl bilimcileri de, evrende özel bir ayrıcalıklı gözlem ve kontrol noktası bulunduğu görüşüne bağlı kalmışlardı. Copernicus için Güneş, kendi sisteminde nezaret ettiği her şeyi yöneten, fiziksel bir mutlak hükümdardı. Kepler de buna benzer bir görüşü paylaşıyordu; kendi bilim ve teolojisini birleştirerek, Güneş'in, Tanrı'nın ikametine uygun bir yer olduğunu ileri sürmüştü. Newton sisteminde de, Tanrı, kozmosun ayrıcalıklı yegane gözlemci ve yöneticisi idi. Tanrı için, Newton, şunları yazmıştı:

'O, ebediyen vardır ve her yerde bulunur; daima, her yerde olduğu için, O, sürekliliği ve uzayı meydana getirir....bir bedene sahip olmayan O, seven, akıllı, her yerde var olan, sonsuz uzay içinde gözünün önündeymiş gibi, her şeyi yakından ve tam olarak gören ve kendine aşikar olduğu için, her şeyi tam olarak anlayandır.'

Buna göre, Newton'un mutlak uzay, zaman ve hız gibi büyüklüklerin ve mutlak uzaym tümünü dolduran bir *esir* ortamı olduğuna dair görüşleri, evrende tek bir ayrıcalıklı gözlemci bulunduğu kavramı ile ilişkiliydi. Benzer şekilde, bunu izleyen tüm teorilerde de, ilke olarak, kozmik *esir* ortamında durağan olan imtiyazlı bir sistemler ve gözlemciler takımı bulunuyordu. Zira, teoriye göre, bunlar hareketli cisimlerin mutlak hızını ölçebilirlerdi. Dünya ve içindekilerin mekanik tek düzeliğinden tamamen emin olan onsekizinci yüzyıl Fransız filozofları bile, olayların ilke olarak, ayrıcalıklı bir gözlemcisi olduğu düşüncesinden kendilerini tam olarak kurtaramamışlardı. Newtoncu bir düşünce alışkanlığıyla Laplace, belirli bir anda tüm taneciklerin konum ve hızlarını bilirse, geçmişte olanların tümünü bilebilecek ve gelecekte olacakları da önceden görebilecek, ilahi bir hesap uzmanı, tasavvur etmişti. Bu şekilde, Einstein, evrendeki tüm konumların eşdeğer ve her gözlemcinin birbiri hakında aynı bilgiyi elde etmeğe muktedir olduğunu belirten hipotezini, fiziğin temeline yerleştirene kadar, ilk modern bilimciler tarafından başlatılan felsefe eğilimi tamamlanmamış bulunuyordu.

Esir teorilerinin ortadan kalkışı, 1887 yılında Amerika'da Michelson, 1852-1931, ve Morley, 1838-1923, tarafından gerçekleştirilen, Dünya'nın *esir* içindeki hızı ile, buna dik doğrultudaki hızının ölçülmesi deneyine götürülebilir. Her iki doğrultudaki ışık hızları da, aynı bulunmuştu. Michelson'a göre, bu sonuç, *esirin* Dünya ile birlikte sürüklendiğini gösteriyordu. Lakin, 1893 yılında Londra'da Lodge, 1851-1940, tarafından, yüksek hızla dönen iki büyük disk kütlesi arasından geçen ışığın hızının değişmediğinin gösterilmesi, *esirin* diskler tarafından sürüklenmediğini kanıtlıyordu. Yıldızlardan gelen ışığın aberasyonu da, *esirin* Dünya ile birlikte hareket etmediğinin bir kanıtıydı. Böylece, Michelson ve Morley'in deneyi, ışığın dalga titreşimlerini taşıyan ve uzayı dolduran maddesel bir *esir* olduğu görüşünün terkedilmesine yol açtı.

Michelson ve Morley deneyinin bir açıklaması, 1892 yılında, Fitzgerald tarafından ileri sürüldü: O, görüldüğü gibi, madde, elektrik yüklü taneciklerden meydana geldiği için, esir'e göre durağan olan bir çubuğun boyu, yalnızca çubuğun tanecikleri arasındaki elektrostatik denge tarafından belirlenir; ama çubuk esire göre hareket ediyorsa, onun tanecikleri bir manyetik alan meydana getireceğinden, tanecikler arasındaki uzaklığın alan tarafından değiştirileceğini,

bunun da boyu kısaltacağını ileri sürmüştü. Böylece, Michelson-Morley deneyinde kullanılan aletin boyu, alet Dünya'nın hareketi yönünde kullanıldığında, ışık hızının azalmasını tam olarak karşılayacak kadar kısalmış olacaktı. Ama, Fitzgerald kısalmasını ölçmek için yapılan tüm girişimler başarısızlıkla sonuçlandı. Örneğin, bir tel, Dünya'nın hareketi doğrultusuna getirilince, boyu kısalacağından, elektrik iletkenliği artmalıydı. Fakat, deneyler bunun doğru olmadığını göstermişti. Böyle deneyler, hareketli bir sistemde Fitzgerald kısalmasının, o sistemdeki gözlemciler tarafından belirlenemeyeceğini; böylece, sistemin mutlak hızını ölçemeyeceğini; optik ve elektromanyetik olaylara ait yasaların mutlak hızdan bağımsız olduğunu gösteriyordu. Öyle ise, bir cismin mutlak hızı denilen şey bilinemeyecekti; bu durumda, mutlak uzay ve mutlak zaman çerçevesi ve bu çerçevedeki maddeyi meydana getiren *esir*den de vazgeçilebilirdi. O zamanlar Bern'de yaşayan Einstein, 1905 yılında, eğer birbirine göre düzgün doğrusal hızlarla hareket eden tüm sistemlerde doğa yasalarının aynı olduğu ve boşluktaki ışık hızının daima aynı kaldığı kabul edilirse, fiziksel olayların daha ekonomik olarak ele almabileceğini ileri sürdü. 1908 yılında Ritz, Michelson-Morley deneyini, ışık hızının, kaynağın hızına bağlı olduğunu kabul ederek, açıklamağa çalıştı. Fakat, 1913 yılında Leiden'de de Sitter, 1872-1934, bu doğru olsaydı, birbiri çerçevesinde dönen iki yıldızın anormal bir hareket göstereceklerini, halbuki bunun gözlenmediğine işaret etti. Einstein'ın ışık hızının sabit olduğunu ve kaynak ile gözlemcinin hızından bağımsız olduğuna dair kabulü. bu şekilde doğrulanmış oluyordu. Şimdi, ışığın titreşim dalgalarını taşıyacak durağan bir esir'de olmadığına göre, bu tür hızlar arasında toplama kuralının geçerli olacağına dair Newtoncu görüş de terk edilmeliydi.

Einstein'a göre, ışık hızına eklenen her hız, aynı sonucu; yani boşluktaki sabit ışık hızını verecekti. Bir cismin, bir gözlemciye göre ölçülen hızı, hiçbir zaman ışık hızından daha büyük olamazdı. Işıktan hızlı gittiği düşünülecek bir cismin, ilke olarak, bu hızının ışık sinyalleri ile ölçülmesi olasılığı yoktu. Newton'un mekanik yasaları. bir kuvvet uygulanması durumunda, hız ve kinetik enerjide olacak artıma, bir sınır koymamaktaydı. Kinetik enerjinin, kütle bileşeni, sabit kalırken, hız bileşeni artacaktı. Einstein, sabit bir kuvvet uygulanması durumunda, hız ışık hızına doğru artarken, cismin kütlesinin de

artacağını gösterdi; yani, kuvvet, cisme enerjiyi kütle şeklinde de veriyordu. Zira, ışık hızı limitine yaklaşılırken, kinetik enerjinin hız bileşeni daha fazla artamayacaktı. Bu nedenle, enerji, kütle'ye eşdeğerdi. Bu eşdeğerliliği, Einstein, enerji miktarının, kütle ile ışık hızının karesinin çarpımına eşit olduğu şeklinde, bir bağıntı ile ifade etti. Bu bağıntı, daha sonra, yüksek hızlı elektronun kütlesi ölçülerek doğrulandı. Gerçekten, kütledeki artışın, umulan değeri ile gözlenen değeri uyuşuyordu.

Einstein'ın postülatları, ayrıca, Fitzgerald kısalmasının cisimlerdeki gerçek bir fiziksel değişim olmadığını, fakat cisimlerin göreceli hareketleri nedeniyle bir görüntüden ibaret olduğunu belirtiyordu. Eğer birbirine karşı, göreceli bir harekette bulunan bir dizi referans sisteminde bulunan gözlemciler, birbirinin aynısı olan ölçü çubukları ve saatlere sahip iseler, ışık sinyalleri kullanan bir gözlemcinin yaptığı ölçmelerde, diğer gözlemcilerin çubukları, kendine göre hareket doğrultusunda kısalmış ve saatleri de kendisininkine göre yavaşlamış görünür. Bu olaylar, her gözlemci tarafından aynı şekilde gözlenir ve doğa yasaları, göreceli harekette bulunan her sistemde aynı şekilde ortaya çıkar. Herhangi iki gözlemcinin ölçümleri tamamen simetriktir. Özellikle, ikisi de, yekdiğeri için aynı göreceli hızı belirler. Bu şekilde, ayrıcalıklı gözlemci, mutlak hız veya mutlak uzay yoktur. Bir çubuğun boyu, onu ölçen gözlemcinin göreceli hızına bağlıdır. Aynı şekilde, zaman da, onu ölçen saatin göreceli hızına bağlıdır. Üstelik, göreceli hıza sahip iki gözlemci, aynı yerde cereyan etmeyen olayları, eş zamanlı olarak gözlemleyemezler. 1908 yılında, Einstein'in hocası olan Minkowski, 1864-1909, düzgün bir göreceli harekette bulunan gözlemcilerin, gözledikleri iki olaya aynı yer ve zaman aralıklarını veremeyecekleri halde, iki gözlemin, zaman ve uzayının birlikte oluşturdukları bir aralığa, ayni değeri vereceklerini gösterdi. Minkowski'nin bulduğuna göre, eğer zaman, c ile gösterilen ışık ile çarpılarak, bir gözlemci için iki olay arasındaki zaman aralığı T ve uzay aralığı S ise, $S^2-c^2T^2$ her gözlemci için aynı olacaktır. Minkowski, $S^2-c^2T^2$ ifadesinin kare köküne, iki olay arasındaki uzay-zaman aralığı, adını verdi. Bu terim, her gözlemci için aynı olduğu için, dört boyutlu uzay-zamanda mutlak bir büyüklüktür. Buna karşılık, uzay ve zaman aralıkları ayrı ayrı alındığında, bu özelliğe sahip değillerdir.

1905 yılmda yayınladığı, 'Özel Görecelik Teorisinde[12]' Einstein, yalnız, düzgün göreceli harekette bulunan sistemleri incelemişti. Fakat, 1915'deki, *Genel Teori*'sinde, ivmeli hareketleri de ele almıştır. Buradaki başlangıç noktası, Newton mekaniğinde eskiden beri bilindiği gibi, bir cismin kütlesel çekim kuvveti altında düşmesini incelerken kullanılan kütle değeriyle, mekanik kuvvetler etkisiyle ivmelenmesini bulmak için kullanılan kütle aynı değere sahipti. Bu nedenle, gravitasyonel alanlar ile, ivmelerin eşdeğer olduğu görülüyordu. Buradan hareket eden Einstein, bunları özdeş yapmağa çalıştı. Kendisi, başlangıçta durmakta olan bir asansörde bulunan bir gözlemcinin, yanındaki cisimlerin aniden yere doğru ivmeli bir hızla düşmelerine bakarak, asansörün, sanki kütle çekim alanlarından etkilenmeyen boş bir uzayda, bir mekanik kuvvet tarafından yukarı doğru çekildiği için ivmeli bir harekete başladığı sonucunu çıkarabileceğine işaret etti. Benzer şekilde, eğer asansör serbestçe düşmekte olsaydı, içindeki gözlemci, asansörde serbest bulunan diğer cisimlerin havada asılı kaldığına bakarak, kendisinin boş bir uzayda ve her tür mekanik veya gravitasyonel kuvvet etkisinden uzakta olduğunu sanabilecekti Diğer taraftan, dışarıdaki bir gözlemci ise, ilk durumda asansörün durmakta olduğunu, ikincisinde de, ivmeli bir hareketle düşmekte olduğunu düşünecekti. Böylece, cisimlerin ivmeli hareketleri hakkındaki hükümler, gözlemcinin kendi durumuna göre görecelidir.

Gravitasyonel alanlarla, göreceli ivmeleri birbirine bağlayabilmek için, Einstein, eğer Minkowski'nin dört boyutlu uzay-zamanı eğri ise, her ikisinin de, geometrik olarak açıklanabileceğini ileri sürdü. Örneğin, delikleri çevresi çanak gibi çukur olan bir bilardo masasındaki top, sanki deliğe doğru çekiliyormuş gibi davranacak ve deliklere doğru ivmelenecektir. Bilardo topunun hareketi, ya bilardo masasının geometrisi ile, veya deliklerin, uzaktan etkiyen çekim kuvvetlerinin merkezi olduğu kabulü ile açıklanabilir. Benzer şekilde, gravitasyonel hareketler, ya uzaktan etki ile, veya uzay-zamanın eğrisel geometrisi ile açıklanabilir. 1915'de yayınlanan, *Genel Görecelilik İlkesi*'nde Einstein, birbirine göre herhangi bir şekilde harekette bulunan her gözlemci için, doğa yasalarının aynı olduğunu; uzay-zaman geometrisinin non-Euclidyen olduğunu; tüm gravitasyonel hareketlerin uzay-zamanın en kısa yolları üzerinde

[12] Special Theory of Relativity, (Ç.N.).

gerçekleştiğini ve uzay-zamanın verilen bir bölgesinin eğriliğinin, o bölgede bulunan madde miktarına bağlı olduğunu belirten postülatlarını ileri sürdü. Bu postülatları birleştiren Einstein, kendi uzay-zaman modeli olarak, Euclidyen olmayan geometrilerden, Bernard Riemann, 1826-66, tarafından geliştirilen, kısıtlı birini seçti. Einstein'in modelinin özelliği, onun içindeki, birbirine göreceli olarak hareket eden tüm gözlemcilerin, birbirlerine simetrik ve eşdeğer olması ve gravitasyonel alandaki hareketlerle tanımlanabilecek jeodezikler, yani Euclid geometrisindeki doğrulara karşı gelen, yollar çizmesi idi.

Teorisini geliştiren Einstein, uzay-zaman içerisinde, büyük kütleli bir taneciğin çevresinde oluşan en kısa yolun, tanecik etrafında dönen bir elips olduğunu gösterdi; halbuki Newton teorisi, böyle bir yolu, durağan bir elips olarak vermekteydi. Fransız astronom Leverrier, 1811-77, Merkür gezegeninin elips şekilli yörüngesinin, Güneş etrafında döndüğünü göstermişti. Onun bulduğu dönme miktarı ile Einstein tarafından hesaplanan, yakın bir uyum içindeydi. Daha da önemli olan, Einstein'in, gravitasyonel alanın ışık üzerine olan etkileri hakkındaki öngörüleri idi. İvmeli hareketlerin, ışık titreşimlerini etkilediği daha önceden de bilinmekteydi. Fakat şimdi, gravitasyonel alanlar göreceli ivmeleri etkilediğine göre, gravitasyon, ışığı da etkilemeliydi. Işık enerjiye sahip olduğundan, onun kütlesi de olmalı ve böylece, gravitasyonel alanlar tarafından da saptırılmalıydı; veya, ışık maddenin varlığı nedeniyle eğrilmiş olan uzay-zaman bölgelerindeki eğri yollar üzerinde hareket etmeliydi. 1919 ve 1922 yıllarındaki Güneş tutulmaları sırasında, yıldızlardan gelen ışığın Güneş yanından geçerken ölçülen sapması, Einstein tarafından öngörülen teorik değerler ile oldukça iyi bir uyum göstermişti. Bununla beraber, 1929 ve 1947 yılında yapılan ölçümlerde bazı farklılıklar görüldü. Ama 1952 yılındaki tutulma sırasındaki sonuçlar, görecelik teorisini yine destekliyordu. Einstein, ayrıca, kuvvetli bir gravitasyonel alanda bulunan atomların yaydığı ışığın, alandan uzaklaşırken bir miktar enerji kaybedeceğini ve bu yüzden kızıla doğru kayacağını da öngörmüştü. Eğer, gravitasyonel alana, göreceli bir ivme olarak bakılırsa, aynı kızıla kayma, ışık kaynağının ivmeli bir şekilde uzaklaşması ile de ortaya çıkmalıydı. Böyle bir kızıla kayma, 1923 ile 1928 yılları arasında, Güneş yüzeyindeki demir, titanyum, ve siyanür iyonundan çıkan spektral çizgilerde de gözlendi.

20. yüzyıl ortalarına kadar, genel görecelik teorisi, yalnız, Merkür'ün yörüngesinin dönmesi; ışığın gravitasyonel alanda sapması ve gravitasyonel alanda ışığın kızıla kayması gibi belirtilen üç durumu açıklamıştır. Ama bunlar ve özellikle, ilk defa olarak gravitasyonel ve elektromanyetik olayları birbirine bağlayan son ikisi, başlı başına oldukça önem taşımaktadır. Einstein, dönme hareketlerinin bir dereceye kadar genel teori içine alınabileceğini 1916 yılında göstermişse de, görecelik teorisini dönme hareketlerine uygulamak zorluk göstermektedir. Dünya'nın kendi ekseni etrafında döndüğüne ilişkin, — Dünya'nın kutuplarında basık olması, bir sarkacın ve jiroskopun Dünya'ya göre doğrultularını değiştirmeleri, vb., gibi— klasik kanıtlar, ya Dünya'nın kendi ekseni etrafında döndüğü, veya evrenin Dünya etrafında döndüğü şeklindeki bir kabul ile açıklanabilir. Fakat, ikinci kabulde, evrendeki cisimlerin teğetsel hızlarının Dünya'dan uzaklaştıkça giderek artacak ve ışık hızına doğru yaklaşacak olması nedeniyle güçlükler çıkar.

44. Bölüm

Kuvantum Teorisi ve Atomun Yapısı

ON DOKUZUNCU yüzyıl sonunda, daha önceleri madde ve değişimlerin sürekli olduğuna ilişkin görüşlerin baskın olduğu bir çok alanda, tanecikler ve süreksiz değişimler ile ilgili teoriler ortaya çıkmıştır. Bu tür teorilerin tümü değilse de çoğunluğu, ondokuzuncu yüzyıl boyunca tanecik teorilerine eğilim gösteren Almanlar tarafından geliştirilmişti. Hücrenin tüm canlı varlıkların temel birimi olduğuna dair teori hemen tümüyle bir Alman buluşu idi; Nageli ve Weismann ile, hiç olmazsa başlangıçtaki spekülatif evrelerinde, kalıtımın otonom bir tohum plazması içindeki bir tanecik mekanizması ile işlediği şeklindeki teori de buna eklenebilir. Fechner, Weber, Riemann, Kirchhoff ve Clasius gibi Almanlar, elektriği, yüklü taneciklerin aracılığıyla algılamışlardı. Faraday, Kelvin, Maxwell ve Fitzgerald gibi İngilizler ise, elektriğin, sürekli bir *esir* içindeki uzamaların sonucu olduğunu düşünüyorlardı: Gördüğümüz gibi, Maxwell, kendi *esir* modelinin temelinde yatan elektrik tanecikleri fikrini geliştirmeği başaramamıştı. 1881 yılında, Faraday'ın elektroliz yasaları hakkında düşüncelerini açıklayan Alman, Helmholtz şunları söylüyordu:

'Faraday yasalarının en çarpıcı sonucu belki şudur: Elemanter maddelerin atomlardan oluştuğu hipotezini kabul edersek, artı kadar eksi yüklü elektriğin de, elektriğin atomları gibi davranan elemanter kısımlardan meydana geldiğini sonucuna varmaktan kaçınamayız.'

Bu içerme, Faraday'ın gözünden kaçmamıştı. Fakat, o, maddenin atom teorisi gibi bunu da reddederek, 'maddenin her yerde varolduğu ve onun tarafmdan işgal edilmeyen bir uzay parçası bulunmadığı', şeklindeki bir görüşü tercih etmişti.

Elektriğin araştırılması yanında, tanecik teorilerinin geliştirildiği diğer bir alan da, sürekli dalga teorisinin on dokuzuncu yüzyıl boyunca oldukça başarılı olduğu, ışık, ısı ve diğer elektromanyetik ışınımların araştırılması idi.

Bunun başlangıç noktası, kimyasal elementlerden yayılan çizgisel spektruma karşılık, sürekli bir ışınım spektrumu gösteren, karacisimlerden yayılan ışık ve ısının incelenmesinde karşılaşılan bir problemdi. Deneyler, karacisimlerin, verilen bir sıcaklığa kadar ısıtıldığı zaman, belirli bir dalga boyunda maksimum bir ışınım enerjisi verdiğini; bu maksimumun dalga boyunun ise, sıcaklık artarken azaldığını gösteriyordu. Laboratuvar sıcaklıklarında, bu maksimum, spektrumun görünen kısmında idi: Cisim önce, kızıl bir ışıma yapıyor, sonra sıcaklık arttırılırsa, portakal, sarı, beyaz ve son olarak da mavi renklerini alıyordu.

Bu tür olaylar, ışığın dalga teorisi ile açıklanamıyordu. Lord Rayleigh'in 1900'de gösterdiği gibi, elektromanyetik ışınım, eğer doğal titreşiciler tarafından verilseydi, maksimum miktarda enerji emisyonu yapılan bir dalga boyu bulunmayacaktı: Dışarı verilen enerji miktarı, ışınımın dalgaboyu azalırken, sınırsız bir şekilde artacaktı. Gerilmiş bir tel gibi, doğal bir titreşen, bir sürü titreşim modlarına sahiptir. Tel için, ilk titreşim modu, tel uzunluğunun yarım dalga boyuna eşit olduğu durumdadır. Bunu izleyen modlar ise, yarım dalgaboyunun, 2, 3, 4, 5 gibi, sonsuza kadar giden katlarında oluşmaktadır. Böylece, çok kısa dalga boylarında, sonsuz sayıda titreşim modu bulunmaktadır. Enerjinin eşit dağılımı ilkesine göre, her titreşim modu, aynı miktarda enerjiye sahip olmalıdır. Öyle ise, karacisim ışınımında enerjinin çoğu, spektrumun görünen kısmında değil, mor ötesi ve X-ışını kısmı gibi, çok kısa dalga boylarında yayılmalıdır. Karacisim ışınımı konusunda, Wien, 1864-1928, tarafından 1896'da yayınlanan model kullanılmadan yalnızca termodinamik ilkelere dayanan analiz başta olmak üzere, tüm teorik çalışmalar başarılı olamamıştı.

Problem için bir çözüm, 1900 yılında, o zaman Berlin'de olan Max Planck, 1858-1947, tarafından önerildi. Onun işaret ettiğine göre, eğer karacisim ışımı, süreksiz olarak, kuvantumlar halinde veriliyor ve bir kuvantumun enerjisi, ışınımın frekansıyla orantılı ise, spektrumun kızıl ucuna doğru, daha uzun dalgaboylarındaki emisyon, kuvantumların enerjisi küçük olacağı için, alçak sıcaklıklarda daha kuvvetli gerçekleşiyordu. Buna karşılık, daha yüksek sıcaklıklarda ise, daha fazla enerji bulunduğu için, kısa dalgaboylarındaki daha büyük enerjili kuvantumların emisyonu sağlanıyordu.

Bu şekilde, Planck, maksimum miktarda enerji emisyonunun belirli bir dalgaboyunda gerçekleşeceğini ve bu maksimumun sıcaklık artarken, kısa dalgaboyuna doğru kaydığını açıklayabiliyordu. Planck'ın kuvantum teorisi, 1905 yılında, Einstein tarafından, Dulong ve Petit yasasına göre sabit olması gereken atomik ısıların, bundan niçin saptığını ve ışığa hedef olan metal yüzeylerden çıkan elektron emisyonunu açıklamakta kullanıldı. O. ayrıca, ışık ve genel olarak elektromanyetik ışınımın, uzayda tanecik, veya ilerde kullanılacak deyimle, fotonlar halinde yayıldığını ileri sürüyor ve böylelikle, aynı yıl yayınlayacağı relativite teorisinde *esirin* reddedilmesinin doğurduğu boşluğu da kapatmış oluyordu.

Kuvantum teorisinin en önemli uygulaması, atomun yapısının araştırılması olmuştur. Gördüğümüz gibi, tuz çözeltileri içinden elektrik geçirildiği zaman gözlenen elektroliz yasaları, 1881'de Helmholtz'u, elektriğin tanecikler şeklinde varolduğunu ileri sürmeğe götürmüş ve 1891 yılında Johnstone Stoney de, bu tanecikleri elektronlar olarak adlandırmıştı. Alçak basınçtaki gazlardan geçen elektrik, elektriğin tanecik karakterli olduğuna dair yeni bir kanıt daha veriyor ve bununla, atomların incelenmesi için bir yöntem de elde edilmiş bulunuyordu. Çok alçak basınçtaki bir gazla dolu olan bir tüpteki iki levha arasında bir elektrik boşalması olduğunda, üç cins ışın gözlenmiyordu: Bunlar, eksi yüklü levhadan, artı levhaya giden katod ışınları; ters yönde giden pozitif ışınlar ve katod ışınları metal bir yüzey gibi bir maddeye çarptığı zaman çıkan X-ışınları idi.

İlk olarak geniş bir şekilde incelenen, katod ışınları oldu. Bunların doğrular boyunca yayıldığı anlaşılıyordu. Zira, bunların önlerine bir nesne konduğunda keskin gölgeler oluşuyordu. Ayrıca, hafif bir çarkı döndürebildiğine göre, bunların oldukça büyük momentuma da sahip olduğu görülüyordu. Bu nedenle, katod ışınlarının, doğrusal hareket yapan taneciklerin akımı olduğu gibi; bu taneciklerin elektrik ve manyetik alanlarda saptığı gözlendiğine göre, elektrik yüklü de olması gerekiyordu. 1897 yılında, Cambridge'de J.J. Thomson, 1856-1940, bir elektrik ve bir manyetik alanı, meydana gelen sapmalar birbirini yok edecek şekilde, ayarlayarak, bu taneciklerin hızını ölçtü. Manyetik alanın taneciğe uyguladığı kuvvet, taneciğin hızına bağlıyken, elektrik alanınki böyle değildi. Thompson'un deneylerinde,

elektrik ve manyetik alanların şiddetlerinin oranı, taneciklerin hızını veriyor ve bu bir kez bulununca, taneciklerin yük bölü kütle oranı, sadece manyetik veya elektriksel sapmalarından bulunabiliyordu.

Thomson, bu taneciklerin yükünün eksi olduğunu ve boşalma tübüne koyduğu her gazın katod ışınınında, yükün kütleye oranı aynı bulunduğuna göre, bu taneciklerin her maddede bulunan bir bileşen olduğunu gösterdi. Asit çözeltilerinin elektrolizinde, hidrojen iyonlarının yük bölü kütle oranının, yaklaşık ikibin kere daha küçük olduğu anlaşılınca, Thomson, hidrojen iyonunun kütlesinin, katod ışını taneciğinin, yani elektronun kütlesinden yaklaşık ikibin kere daha büyük ve yükünün işareti farklı olmakla birlikte, elektron ile aynı şiddete sahip olduğu sonucunu çıkardı. Thomson'un öngörüleri, bir elektronun yükü ölçülünce doğrulandı. Bu ölçümü gerçekleştirenler arasında, başta, Amerika'da 1913 ile 1917 yılları arasında elektrik yüklü yağ damlacıklarının farklı yönlerdeki elektrostatik ve gravitasyonel alanlardaki hareketini inceleyen Millikan, bulunuyordu. Onun bulduğuna göre, bir damlacığın üzerine aldığı en küçük yük, alabileceği daha büyük yüklerin en küçük ortak katı kadardı. Kendisi, bunu tek bir elektronun yükü olarak kabul etti. Bu yük miktarı, bir hidrojen iyonunun yükünün ters işaretlisi idi. Buna göre, hidrojen atomu, bir elektrondan 1836 kere daha ağırdı.

Bu temellere dayanarak, Thomson, 1904 yılında kimyasal elementlerin atomlarının, artı yüklü bir küre tarafından birarada tutulan elektronlardan oluştuğunu ileri sürdü. O, atomun tüm kütlesinden elektronların sorumlu olduğunu düşünüyor ve buna göre, hidrojen atomunda 1836 tane elektron bulunduğuna inanıyordu. Fakat, radyoaktivite üzerine yapılan çalışmalar, Thomson'un atom modelinin kısa sürede bırakılmasına neden oldu. Radyoaktif elementlerin, gazların elektrik boşalma tüplerinde üretilenlere benzer şekilde, üç cins ışınım yaptığı bulundu. Bunların birincisi, pozitif ışınlara benzeyen, iki kere iyonize olmuş helyum iyonlarından oluşan artı yüklü alfa ışınları idi; ikincisi, biraz daha hızlı olmakla birlikte, katod ışınlarına benzeyen ve elektronlardan oluşan beta ışınları; ve son olarak da, elektrik yükü taşımayan, ve X-ışınları gibi elektromanyetik ışınım olan, ama daha kısa dalgaboya sahip bulunan gama ışınları idi. Önce Manchester'de, sonra da Cambridge'de çalışan Rutherford, 1871-1937, alfa taneciklerinin genellikle madde içinden geçtiğini,

fakat yirmi binde bir gibi, az bir kısmının da çok büyük sapmalar yaptığını ve çoğu kere de yolu üzerinde geriye doğru saçıldığını gösterdi. Bundan da, atomun güçlü bir saptırıcı kuvvete veya çekirdeğe sahip olduğu ve bunun yarıçapının, bir bütün olarak atomun çapı ile karşılaştırıldığında, çok küçük olduğu anlaşılıyordu. 1911 yılında Rutherford, atomların, kütlelerinin çoğuna sahip, artı yüklü küçük bir çekirdek ve çekirdek çevresindeki yörüngelerde, Güneş etrafında dönen gezegenler gibi hareket eden elektronlardan meydana geldiğini ileri sürdü. Verilen bir elementin atomunun çekirdeğindeki artı yüklü taneciklerin sayısı, o elementin periyodik cetveldeki sıra numarasına eşitti. Bu, atomu bir bütün olarak elektrik bakımından nötr yapmak üzere, elektronların sayısı için de geçerliydi. Rutherford'un atom modelini kanıtlayıcı bir husus, alfa taneciklerinin, ağır elementleri, hafif olanlara göre daha fazla saptırmasıydı. Bu her halde, çekirdeğin yük ve kütlesinin daha büyük olmasından ileri geliyordu. Üstelik, bir radyoaktif elementin, iki yük taşıyan bir alfa taneciği verdiği de gözlenmişti. Bu şekilde oluşan yeni element, periyodik cetvelde iki hane geride olup, Rutherford teorisine göre, bunun çekirdeğinde iki tane daha az artı yük bulunmalıydı. Halbuki, tek bir eksi yüke sahip olan beta taneciğinin emisyonu, periyodik cetvelde bir hane önde olan bir element vermişti. Yani, onun çekirdeğinde fazladan bir artı yük vardı. Bir elementin atom ağırlığı, kabaca onun atom numarasının veya çekirdek yükünün iki katı olduğundan, bir atomun çekirdeğinin, atom ağırlığına eşit sayıda hidrojen çekirdeklerinden, veya protonlardan meydana geldiği ve elektronların sayısının bu yükü tekrar atom numarasına geri getirmesi gerektiği kabul ediliyordu.

Klasik görüşlere göre, Rutherford atom modelinin doğasında bir hata bulunuyordu. Yörünge elektronlarının, çekirdeğin elektrostatik alanında hareket eden birer yük olmalarından dolayı, sürekli olarak ışınım yapmaları gerekiyordu. Bunun sonucu olarak, elektronların kinetik enerjisi azalacağından, bunların spiral şeklinde hareket ederek, zamanla çekirdek üzerine düşmeleri gerekiyordu. O zamanlar, Rutherford ile çalışmakta olan Niels Bohr, 1913 yılında, bu modelin yeni kuvantum teorisi ile kurtulabileceğine işaret etmiştir. Eğer, ışınım sürekli olarak değil ve ancak belirli kuvantumlar halinde yayınlanabiliyorsa, elektronun üzerinde hareket ederken, ışınım yapmayacağı bazı kararlı yörüngeler olduğunu ve ışınımın yalnız bir elektronun bir

yörüngeden diğerine sıçradığı sırada gerçekleştiğini kabul etmek, haklı olacaktı. Bu şekilde, elementlerin atom spektrumlarının, sürekli bandlardan değil, keskin çizgilerden oluştuğunu açıklamak mümkün olacaktı. Bir elektron bir yörüngeden diğerine sıçradığı sırada yayınlanan kuvantumun enerjisi veya ışınımın frekansı, elektronun bu iki yörüngedeki kinetik enerjilerinin farkından belirlenmeliydi. Eğer yörüngeler belirliyse, bunlar arasındaki enerji farkı da belirli olmalı ve spektrumdaki her çizgi, böyle iki yörünge arasındaki belirli bir elektronik geçişe karşı gelmeliydi. Buna dayanarak Bohr, elektronun arasında sıçrama yapabileceği, temel yörüngeleri, 1, 2, 3, 4, v.b., değerlerini alan N gibi bir kuvantum sayısı ile belirleyerek ve ikinci yörüngeden birinci yörüngeye sıçramayı bir çizgi ile, üçüncüden ikinciye sıçramayı ise başka bir çizgiyle, vb. göstererek, hidrojenin atom spektrumunu niceliksel olarak açıklamağı başardı.

Daha yüksek ayırma gücü olan aletler, atom çizgilerinin daha ince bir yapısının olduğunu göstermişti. Bu olayı açıklamak için, 1915 yılında Münih'te Sommerfeld, N kuvantum sayısına sahip temel bir elektron yörüngesinin, 1, 2, 3, 4,...N gibi değerler alabilen, ek bir K kuvantum sayısı ile belirlenen, bazı yan yörüngeler içerdiğini ileri sürdü. Sommerfeld, bu ek yörüngeleri, şekli bir daireden basık bir elipse kadar değişen elipsler olarak betimlemişti. Bir elektron, basık bir elips yörünge üzerinde atom çekirdeğinin yakınından geçtiği sırada, hızı ve Einstein'in relativite teorisine göre kütlesi artacağından, Güneş'in etrafındaki Merkür gezegeninin yörüngesinde olduğu gibi, çekirdek etrafında bir presesyon hareketi yapacaktı. 1896 yılında Leiden'de Zeeman'ın keşfettiği gibi, atom bir manyetik alan etkisinde olduğu zaman gözlenen, atom spektrumundaki çizgilerin yarılmasını açıklayabilmek için de, teoriye -(K-1),....,0,.....,+(K-1) gibi değerler alan, başka bir ek M kuvantum sayısı sokulmalıydı. Son olarak da, atom spektrumundaki daha ince çizgi çokluklarını açıklayabilmek için, yörüngesi üzerinde giden elektronun, iki ayrı yönde spin yapabileceği düşünülerek, 1925 yılında, Uhlenbeck ve Goudsmit tarafından, iki zıt değer alabilen S gibi bir spin kuvantum sayısı teklif edilmişti.

1925 yılında Hamburg'da Pauli, bir atomda, iki elektronun aynı kuvantum sayıları takımına sahip olamayacağı ilkesini formüle etmişti. Bu kısıtlama, elementlerin atomlarının mümkün olan elektronik yapılarını sınırlıyor ve belirliyordu. Temel kuvantum sayısı N, 1'e eşitse, K ve M ek

kuvantum sayıları en küçük değerlerine eşit olacağından, bunun tanımladığı yörüngede sadece tek bir elektron, veya spinleri ters yönlü olan iki elektron olabilirdi. İlk temel yörünge, bu durumda, tek yörünge elektronu olan hidrojeni veya, iki yörüngesinden ilki dolu olan helyumu içine alıyordu. Temel kuvantum sayısı N, 2'ye eşit olduğunda, K, ek kuvantum sayısı 1 veya 2 değerini alabilir ve K=1 olduğu zaman M, 0 değerini; K=2 olduğunda da M ancak, -1, 0, +1 değerlerini alabilirdi. İkinci temel yörüngede, buna göre, dört ek yörünge olacak ve bunların her biri, ters yönde spine sahip ikişer elektron barındırabilecekti. Bu durum, bundan sonraki sekiz elementi, yani, lityum, berilyum, bor, karbon, azot, oksijen, flüor ve neonu içine alıyordu. Bu şekilde, atom spektrumunun incelenmesinden elde edilen kuvantum sayıları, elementlerin sahip olduğu elektronik yapıları belirliyordu. Bu şekilde elde edilen elementlerin elektronik sınıflandırılması, daha önceki periyodik sınıflandırma ile geniş ölçüde örtüşüyordu.

Elementlerin elektronik sınıflandırılması, kimyasal bileşik yapma yönünde az veya hiç eğilim göstermeyen asal gazların, helyum ve neonda olduğu gibi, bir elektronik zarf veya alt zarf dolduğu zaman ortaya çıktığına işaret ettiğinden, dolmuş zarf veya alt zarfın, özellikle kararlı bir elektronik yapı oluşturduğu görülüyor ve şimdi dikkatler kimyasal birleşme teorisi üzerine yoğunlaşıyordu. 1919'dan 1921 yılına kadar Amerika'da Langmuir, kimyasal elementlerin, bileşikleri içinde, asal gazların kararlı elektronik yapılarını meydana getirecek şekilde birleştiğine ilişkin bir teoriyi geliştirdi. O, element atomlarının bunu iki şekilde, yani elektron alarak ve vererek, veya elektronu ortak kullanarak yapabileceğini ileri sürdü. Bunlardan ilki, elektrovalentlik ve diğeri de kovalentlik olarak isimlendirilir. Örneğin, asal neon gazına göre, sodyum bir fazla; flüor ise, bir eksik elektrona sahiptir. Birleşerek, elektrovalent sodyum flüorid'i meydana getirirken, sodyum atomları fazla elektronlarını flüor atomuna verirler; böylece, her ikisi de, neonun kararlı elektronik yapısına sahip olurlar. Bu sırada, çekirdek yükleri sabit kaldığından, sodyum atomları artı yüklü, flüor atomları ise eksi yüklü hale gelir ve aralarındaki elektrostatik kuvvet onları bir arada tutar. Neonun yapısındakinden bir eksik elektrona sahip olan iki flüor atomu, birer elektronlarını diğer atom ile paylaşarak, farklı tipte bir bağlantı yaparlar ve kovalent bir flüor molekülü meydana getirirler. Burada her iki atom da elektrik bakımından nötr olup,

aralarında değiş-tokuş ettikleri elektronlar tarafından, birbirlerine sabit bir bağ uzaklığında, rijit bir şekilde tutulurlar. Halbuki, elektrovalent bileşiklerde, elektriksel olarak yüklü iki iyon, örneğin, sulu çözeltilerde olduğu gibi, bazı durumlarda birbirlerinden bağımsız olarak hareket edebilirler. Daha sonraları, saf elektrovalentlik ve kovalentliğin ender olduğu ve bağların çoğunun her iki tipin bir karışımı olduğu kavrandı. Zira, bir çok kovalent bileşiğin bir dipol momenti olduğundan, bağ içindeki yüklerin arasında bir uzaklık olduğu anlaşılmakta; buna karşılık, elektrovalent iyonların elektronik zarflarının da polarize veya çarpılmış olduğu görülmekteydi.

Bohr'un atom modeli, kimyacılara, moleküllerin yapısını yorumlamaya ve kimyasal birleşmelerin gelişme yönünü belirlemeğe yarayan bir model sağlarken; bu, sadece hidrojen tipi atomların spektrumunu açıkladığı ve bu durumda bile, çizgilerin gözlenen bağıl şiddetine bir yorum getiremediğinden, fizikçiler için daha az tatmin edici oldu. Sommerfeld'in öğrencilerinden biri olan Werner Heisenberg, 1925 yılında, Bohr atom modeli gibi tüm mekanik modellerin bırakılması gerektiğini ve başka bir yaklaşım ele alınarak, spektral çizgilerin frekans ve şiddetleri gibi, direkt olarak ölçülebilen büyüklüklerin, doğrudan matematik denklemler içine yerleştirilmesi gerektiğini iddia etti. Heisenberg, bu şekilde, daha önceki Bohr teorisinde güçlük çıkarmış olan Zeemann olayını açıklamağı başarabilmişti. Diğer bir yaklaşım da, 1925'de Louis de Broglie tarafından yapılan bir öngörüye göre, madde ve ışınımın, hem tanecik ve hem de dalga özellikleri taşıdığına dayanmakta idi. Daha sonraları, elektronların, protonların ve alfa taneciklerinin dalga özellikleri taşıdığı, ışık ve X-ışınları gibi girişim şekilleri oluşturduğu bulunmuştu. Fakat, daha 1926'da, Erwin Schrödinger de, elektronların bir dalga şekli olduğunu kabul ederek, Heisenberg gibi, aynı olguları açıklamıştı. Buna göre, Bohr'un, kararlı elektron yörüngelerindeki elektronların açısal momentumlarının, $(h/2\pi)$ nin bir tamsayı katına eşit olması şartı, kararlı bir yörünge çevresinin, elektron dalgaboyunun bir tamsayı katı olması şartına, eşdeğerdi. Burada, "h" sembolü, ışınımın enerji kuvantum'unun büyüklüğünü, onun frekansına bağlayan Planck sabitini göstermektedir.

Bununla beraber, Schrödinger şemasında, elektronlar artık belirli bir yörüngede hareket etmiyorlardı. Onun denklemleri, atom içindeki elektrik yük

yoğunluğunun, çekirdekten dışa doğru bir dalga şeklinde dağıldığını; ve bu dalganın tepe noktalarının, daha önceki Bohr atomunda, yörünge olan uzaklıklara karşı geldiğini gösteriyordu. Schrödinger, dalga şekillerine, atom içindeki yüklerin gerçek dağılımı olarak baktı ise de; Born, 1926 yılında, dalganın herhangi bir yerdeki yüksekliğinin, o noktada bir elektron bulma olasılığı olarak yorumlanması gerektiğini ileri sürdü. Born'un görüşü, elektron'un yerinin tam bir kesinlikle bulunamayacağını; ve belirli bir noktada sadece onun bulunma olasılığının belirlenebileceğini ifade ediyordu. Bu, 'Belirsizlik İlkesi' madde ve ışınımın doğasındaki, dalga-tanecik dualliğinden[13] ve genellikle, nesnelerin karakteristiklerinin deney sırasında kaçınılmaz olarak değiştirildiği olgusundan kaynaklanıyordu. Eğer, bir elektronun konumu kesin olarak ölçülmek isteniyorsa, bu belirleme için, çok küçük dalgaboylu ışınım kullanılması gerekiyordu. Fakat, böyle ışınımlar, yüksek enerjili kuvantumlara sahip olduklarından, bunların çarpması, elektronun enerji ve momentumunu değiştirecekti. Benzer şekilde, bir elektronun momentumunu ölçmek için, alçak enerjili kuvantumlar kullanılması gerekiyordu. Böyle kuvantumların dalgaboyları ise büyük olduğundan, elektronun konumu da buna uygun olarak belirsizleşecekti. Madde ve ışınımın, gözlenen dalga-tanecik dualliği, aynı zamanda, tanecik özellikleri ile dalga özellikleri arasında, hangi tekabül kurallarının bulunduğu problemini ortaya koyuyordu. Planck, bir kuvantumun enerjisinin, frekansı ile Planck sabiti h'nın çarpımına eşit olduğunu gösterdi. De Broglie ise, bir taneciğin hızının, onunla ilişkili dalgaların grup hızına eşit olduğunu buldu. Bir dalga paketinin grup hızı, onu oluşturan tek tek dalgaların hızından daha küçüktür. Bu, bazen, su dalgalarında da gözlenebilir. Büyük bir vurma dalgasının[14] tepesi, küçük dalgalardan oluşan bir grubun yavaşça peşi sıra ilerler. Daha sonra, Sir Charles Darwin, 1927'de, bir taneciğin iki olası spin modunun, bir dalga titreşiminin polarizasyonla birbirinden ayrılan iki enine bileşenine karşı geldiğini belirtti.

Schrödinger, kendi atom modelini geliştirirken, çekirdek etrafındaki üç boyutlu uzayda elektron dağılımını dikkate alarak, atomun yapısını belirleyen dört kuvantum sayısından üçünü nicelik olarak elde edebiliyordu. Bu şekilde

[13] ikilik, (Ç.N.).
[14] beat wave, (Ç.N.).

geliştirilen kuvantum mekaniği çok verimli olmuştu. Fakat, bu teori relativistik değildi, zira Schrödinger zamanı dördüncü boyut olarak ele almamıştı. 1928 yılında, Dirac, relativistik bir kuvantum mekaniği kurdu. Bunu yaparken, Schrödinger teorisinde yer almayan, elektronun spiniyle ilişkili dördüncü kuvantum sayısına karşı gelen terimleri elde etti. Dirac, bundan başka, daha sonra keşfedilecek olan, kütlesi bir elektronunkine eşit, ama yükü, onun zıddı olan bir taneciğin, yani pozitronun varlığını da öngördü. Lakin, relativistik dalga mekaniği karınaşık olup, Schrödinger teorisine göre henüz daha az uygulama imkanı bulmuştur.

Heisenberg ve Schrödinger'in dalga mekaniği, atomların dış elektronlarının davranışını ele almak için tasarlanmış birer teori idi. Bir yandan da, atomun çekirdeği yoğun bir şekilde inceleniyor ve kuvantum mekaniğini burada da uygulamağa yönelik çalışmalar büyük güçlüklerle karşılaşıyordu. Atomun kütlesinin büyük bir kısmının toplandığı çekirdeğin incelenmesi, elementlerin atom ağırlıklarının belirlenmesine yarayan yeni bir yöntemin gelişmesiyle başladı. Bu yöntem, alçak basınçlı gazla dolu tüplerden elektrik geçtiğinde ortaya çıkan pozitif ışmların analizine dayanıyordu. 1912 yılında, J. J. Thompson, farklı gazların verdiği pozitif ışınların, elektrik ve manyetik alanlar tarafından saptırıldığında farklı şekilde davrandığını, dolayısıyla bunların elektronlar gibi, her tür maddenin ortak bir bileşeni olamayacağını bulmuştu. Kendisi, pozitif ışm taneciklerinin yük bölü kütle oranlarını belirlemiş ve taneciklerin kütlelerinin atom ağırlıklarına eşit olduğunu bulmakla, bunların artı yüklü gaz atomları olduğu anlaşılmıştı. Lakin, o, neon için iki farklı tanecik cinsi olduğunu gördü. Hidrojene göre, bunlardan birinin kütlesi 20, diğeri ise 22 idi. Her iki cinsin aralarındaki oran, 10/1 olduğundan, ortalama kütle 20.2 olup, bu, neonun bilinen atom ağırlığı, yani 20.18 ile iyi bir uyum içindeydi. Bu şekilde, neonun, izotop adı verilen, farklı kütleye aynı çekirdek yüküne ve aynı sayıda yörüngesel elektrona sahip, iki farklı atom şeklinin olduğu görülüyordu.

Aynı zamanda, Prout'un hipotezinde, yani, elementlerin atomlarının tam sayıda hidrojen atomundan meydana geldiği hakkındaki postülatda da bir gerçeklik payı olduğu anlaşılıyordu. Çünkü, iki neon izotopunun atom ağırlıkları da, hidrojenin atom ağırlığının bir tam katı idi. Daha sonraları,

Cambridge'de Aston'un, 1877-1945, yaptığı çalışmalar, elementlerin izotoplarının, genellikle hidrojenin atom ağırlığının, (veya standart referans maddesi olarak alman, kütle numarası 16 olan oksijen izotopunun atom ağırlığının onaltıda birinin) bir tam katı olmadığını gösteriyordu. 1927'de Aston, hidrojen ve uranyum gibi, çok hafif ve çok ağır elementler için, genellikle Prout'un hipotezinden beklenene göre, biraz daha büyük kütle bulmuştu. Buna karşılık, demir civarındaki, ortalama atom ağırlığına sahip elementler, beklenenden biraz daha hafif çıkmıştı. Bu sapmaları, elementlerin paketleme kesri[15] olarak adlandıran Aston, elementlerin kütle numarası, yani Prout hipotezine göre çekirdekte olması beklenen tanecik sayısına üzerine, paketleme kesrini taşıyarak, düzgün bir eğri çizilebileceğini gösterdi. Paketleme kesri, verilen bir elementin kararlılığının bir ölçüsü olarak alınıyordu, zira büyük paketleme kesrine sahip olan çok ağır elementler radyoaktif olup, bunlar aniden enerji şeklinde kütle kaybederek, daha küçük paketleme kesrine sahip olan hafif atomlara bozunabilirdi. Bu temele göre, demire yakın bölgede bulunan, ortalama atom ağırlığına sahip elementler ve Aston'un eğrisine tam uymayan bazı hafif elementler, özellikle, kütle numarası dördün katları olan, helyum, karbon ve oksijen izotopları çok kararlıydı. Bu, alfa taneciklerini de kararlı bir birim olarak gösteriyor ve böylelikle onun daha ağır çekirdekler içinde bulunabileceğine işaret ediyordu.

Önceleri, Thompson ve Aston'un çalışmalarının, atom çekirdeğinin proton ve elektronlardan meydana geldiğini gösterdiği sanılıyordu. Örneğin, iki neon izotopundan birinin, 22 proton ve 12 elektrondan; diğerinin ise 20 proton ve 10 elektrondan meydana geldiği; böylelikle, her ikisinin de, çekirdek yükünün 10, fakat atom ağırlıklarının sırayla 22 ve 20 olacağı düşünülüyordu. Alfa ışını deneylerine dayanan Rutherford, 1920 yılında, atom çekirdeğinin bu taneciklerin hepsini içine alamayacak kadar küçük olduğunu göstererek, eğer çekirdekte nötron, yani ağırlığı proton kadar olan, fakat yüksüz tanecikler bulunsaydı, atom çekirdeğinde elektronların bulunduğu fikrinden vazgeçilebileceğini ileri sürdü. 1932 yılında, onun öğrencisi olan Chadwick, alfa tanecikleriyle berilyum bombardıman edildiğinde, ender uzunlukta menzile sahip bazı taneciklerin yayındığını keşfetmişti. O, bu taneciklerin,

[15] packing fraction, (Ç.N.).

elektrik ve manyetik alanlar tarafından saptırılmadığını, diğer elementlerden proton kopardığına göre, kütlesinin proton mertebesinde olduğunu bulmuştu. Aynı yıl, Amerika'da Anderson ve İngiltere'de Blackett, kozmik ışınların ve gama ışınlarının pozitron, yani elektronların artı yüklü karşıtlarının, ortaya çıkmasına neden olduğunu keşfetmişlerdi. Bu taneciklerin varlığı, 1928 yılında Cambridge'de Dirac tarafından öngörülmüştü. O zaman, Heisenberg, atom çekirdeğindeki nötron ve protonların, bir pozitron değişimi süreciyle, yani bir proton pozitron kaybederek nötron; bir pozitron alan nötron da bir proton haline gelerek, bir arada tutulabileceğini iddia etmişti. Böyle bir süreç, aralarında kovalent kimyasal bir bağ olan iki atom arasındaki, iki yörünge elektronunun değişimine benzemekteydi. Dirac ve Pauli ile birlikte, Heisenberg, bu fikri, elektrik alanlarına da uygulamış, iki yüklü tanecik arasındaki kuvvetin, aralarında, bir tanecik foton yayarken, diğerinin bunu soğurması şeklinde, bir foton alış verişinden kaynaklandığı kabulüne dayanarak, elektrostatik kuvvete ait Coulomb ters kare yasasını elde etmişti. Lakin, bu durumda ortaya bazı güçlükler de çıkmıştı. Onların hesapları, taneciklerin yarıçapı sıfıra giderken, sonsuza doğru büyüyen başka kuvvetlerin de olması gerektiğini gösteriyordu.

Atom çekirdeğindeki bağlayıcı kuvvetleri, alış-veriş bazında ele alabilmek için, diğer bir girişim, 1935 yılında Japonya'da Yukawa tarafından gerçekleştirildi. O, çekirdekteki proton ve nötronların, bir mezon tipi olan ve sükunet kütlesi elektronunkinin ikiyüz katı kadar olan nötral bir taneciğin değişimiyle bir arada tutulduğunu iddia etti. Başka mezonlar 1938 yılında Pasadena'da Anderson tarafından kozmik ışınların ikincil ürünleri olarak bulunmuştu; Yukawa'nın mezonu ise, 1947 yılında Bristol'de Powell tarafından keşfedildi. 1931 yılında Pauli, radyoaktif elementlerin yayınladığı elektronların, değişen miktarlarda enerjiye sahip olduğunu dikkate alabilmek için, nötrino adlı diğer bir taneciğin, yani nötral bir elektronun varlığını postüle etti. Nötrinoların aynı anda yayınlandığını ve bu sırada, radyoaktif bozunumda çıkan toplam enerji miktarı sabit kalacak şekilde, enerjinin değişen miktarlardaki kısmını alıp götürdüklerini ileri sürmüştü. Bu tanecikler şimdiye kadar deneysel olarak keşfedilememişlerdi. Ama, nüfuz edici güçlerinin çok büyük olması beklendiğinden, nötrinoların belirlenmeleri güç olacaktı. Bir sistem içinde bulunan iki taneciğin, aynı kuvantum sayıları takımına sahip olamayacağını postüle eden Pauli ilkesi, yörünge elektronlarına olduğu kadar,

atom çekirdeğine de uygulanmıştı. Atom çekirdeğinde, biri nötronlar ve diğeri de protonlar tarafından işgal edilen, iki ayrı enerji düzeyi kümesi olduğu ileri sürülmüştü. Bunların her ikisi de, yörünge elektronlarının enerji düzeylerini tanımlayan kuvantum kurallarına uymaktaydı. Atom çekirdeğinin birinci düzeyler kümesinde, dört tanecik için yer bulunuyordu. Bunlar, spinleri zıt olan iki nötron ve yine spinleri zıt olan iki proton idi. Böylece, ilk çekirdek zarfı tamam olduğu zaman, özellikle kararlı bir yapı olan, alfa taneciği veya helyum çekirdeği veriyordu. Bundan sonra da, 8, 20, 50, 82 veya 126 proton veya nötron ile tamamlanan diğer zarflar oluşabiliyordu. Bu durum, çeşitli atomların kararlılığını ve bolluğunu açıklayabilirdi. Örneğin, çekirdeğinde 82 proton taşıyan kurşun, üç doğal radyoaktif serinin de kararlı son ürünüdür. En bol rastlanan kurşun izotopu ise, çekirdeğinde 126 nötron taşımaktadır.

Temel taneciklerin keşfi ile 20. yüzyılda açılan en ilginç alan, belki de nükleer tepkimelerin araştırılmasıdır. Ağır elementlerin radyoaktifliği, 1902 yılında, Rutherford ve Soddy tarafından, atomun kendiliğinden gerçekleşen bir dönüşümü olarak farkedildi. Yapay bir atom dönüşümünün ilk örneği ise, 1919 yılında Rutherford, azotu alfa tanecikleri ile bombardıman ettiğinde, hızlı protonların ortaya çıkışıyla keşfedildi. 1921'den 1924'e kadar, Rutherford ve Chadwick, alfa-ışını bombardımanı ile helyum, karbon ve oksijen gibi, atom ağırlıkları dördün katları olan, kararlı elementler dışındaki, kalsiyuma kadar tüm elementlerden proton elde etmişlerdi. 1925 yılında, Blackett, bu süreçle daha ağır elementlerin de üretildiğini; azot alfa tanecikleri ile bombardıman edildiğinde, oksijen ve hidrojen çekirdeklerinin ortaya çıktığını gösterdi.

Alfa tanecikleri yanında, atomların başka taneciklerle bombardımanı da araştırıldı. 1932'de, Cockroft ve Walton, protonları yüksek enerjilere hızlandırdıktan sonra bunlarla lityumu bombardıman ederek iki helyum çekirdeği elde ettiler. Ertesi yıl, Lawrence ve Livingston, yüklü tanecikleri hızlandırmak için, siklotron cihazını geliştirdiler. Bununla, bir proton ve bir nötrondan oluşan ağır hidrojen veya döteron ile bombardıman sonucu ortaya çıkan olayları incelediler. 1932 yılında nötronun keşfinden sonra, başta, o zaman Roma'da olan Fermi tarafından, nötron bombardımanının sonuçları araştırıldı. O, parafin mumu veya su gibi, çok hidrojen içeren bir ortam içinden geçerken yavaşlayan nötronların, nükleer tepkimeler doğurmakta özellikle etkin

olduğunu buldu. Uranyumu nötronlarla bombardıman eden Fermi, 1934 yılında, uranyumdan daha ağır olduğunu sandığı, diğer bir radyoaktif element elde etti. Berlin'de bu çalışmayı ele alan Hahn, 1937 yılında, atom numaraları 93'den 96'ya kadar olan birkaç uranyum ötesi elementi meydana çıkardığını iddia etti. Lakin, 1938 yılında Paris'teki Joliot-Curie'ler, uranyumun nötronlarla bombardımanından üretilen maddelerin radyoaktif karakteristiklerinin, çok daha hafif olan radyoaktif elementlerinki gibi olduğuna ve özellikle radyo-lantanınkine benzediğine işaret ettiler. Meseleyi yeniden ele alan Hahn ve Meitner, 1939'da, lantan ve diğer orta atom ağırlığına sahip elementlerin, uranyum bombardımanı ile üretildiğini buldular. Bu, uranyum çekirdeğinin ikiye parçalandığını gösteriyordu. Uranyumun yüksek paketleme kesri, uranyum çekirdeğinin daha hafif parçalara bölündüğü zaman, kütle kaybı dolayısıyla ortaya çok enerji çıkacağını gösteriyordu. Diğer taraftan, uranyumun kütle numarası bölü çekirdek yükünün yüksekliği, bu süreç içinde çok sayıda nötron çıkabileceğine işaret ediyordu. 1939 yılında, Joliot-Curie, uranyumun bozunumunda nötronların ortaya çıktığını gösterdi; öyleki, bir uranyum çekirdeğinin fisyonu[16], uygun koşullar altında, civarındaki başka çekirdeklerin de parçalanmasına neden oluyordu. Bu koşullar, atom reaktöründe olduğu gibi kontrol edilebilir, veya atom bombasında olduğu gibi kontrolsuz olabilirdi. 1942 yılında, artık Şikago'da çalışan Fermi, ilk atom reaktörünü meydana getirdi; 1945 yılında da, Amerika'da başkaları, bombayı imal ettiler. Hidrojen ve diğer hafif elementlerin yüksek paketleme kesri, bunların daha ağır elementlere dönüşümü sırasında da enerji elde edilebileceğini gösteriyordu. Gerçekten de, böyle bir çekirdek füzyonu[17], gerekli yüksek sıcaklıklar uranyum çekirdeğinin parçalanmasıyla sağlanarak, hidrojen bombasında gerçekleştirildi.

[16] fisyon = parçalanma, (Ç.N.).
[17] fusion = birleşme, (Ç.N.).

45. Bölüm

Astrofizik ve Evrenin Yapısı Hakkında Teoriler

ON DOKUZUNCU Yüzyılda, gözlemsel astronominin görüş alanı, başta gittikçe daha büyük aynalı teleskopların yapılması, yıldızların spektrumunun incelenmesi ve fotoğraf tekniklerinin kullanılmağa başlaması gibi, bir dizi teknik ilerlemeye bağlı olarak oldukça genişlemişti. Karacisim ışımını teorisinin kullanılması, yıldızların yüzey sıcaklıklarının kestirilmesine olanak vermiş olup, atom fiziği teorileri de, bu sıcaklıkların ve yıldızların ışınım yayma güçlerini açıklayabilmek için çekirdek tepkimelerini akla getirmekteydi. Diğer yönden de, yeni yöntemlerle sağlanan bilgiler, onsekizinci yüzyıl sonunda William Herschell tarafından ortaya konan görüşe, yani, Samanyolu'nun, Güneş'i de bir üye olarak içeren, yıldızlardan oluşan bir galaksi[18] bütünü ve gözlenen küçük beyaz bulutsuların çok uzaklardaki benzer yıldız galaksileri olduğuna, niceliksel bir kesinlik kazandırmıştır. Yıldız galaksilerinin büyüklüğü, bağıl hızları ve onları birbirinden ayıran uzaklıklar, artık hesaplanabiliyor ve bilinen evrenin uzaysal boyutları ve tarih ölçeği hakkında değerler verilebiliyordu. Bununla birlikte, özellikle tarih tahminleri, hesaplayanın teorik bakış açısına göre oldukça değişebilmekteydi.

Güneş sistemi dışında yapılan ilk uzaysal tahminler, en yakındaki yıldızların, Dünya'nın Güneş çevresindeki bir yıllık yörünge hareketi sırasında görünen hareketlerine dayanmaktaydı. Aberasyon etkileri dışındaki böyle paralaks hareketleri, ilkin Güney Afrika'da Henderson tarafından 1832'de gözlenmiş ve bunlar öncelikle, Konigsberg'de Bessel, 1784-1864, ve Pulkova'da Struve, 1793-1864, tarafından, yıldızlararası uzaklıkları belirlemek için kullanılmıştır. Yıldız paralaksı yöntemi, sadece en yakın yıldızların uzaklıklarını kestirmek için kullanılabilirken, 1912 yılında çok daha uzun menzili olan başka bir yöntem keşfedildi. Parlaklıkları düzgün olarak değişen yıldızların iki tür olduğu; bunların birincisinin, birbirini periyodik olarak örten çift yıldızlar; ikincisinin ise, Cepheid değişkenleri denilen, parlaklığının

[18] galaxi (İng.): yıldızadası, (Ç.N.)

zamanla özel bir şekilde değişmesiyle ayırt edilen, yıldızlar olduğu bulundu. Harward'da olan Miss Leavitt, 1912 yılında, aynı periyoda sahip Cepheid değişkenlerinin, aynı ışıklılığa sahip olduğunu buldu. Böylece, yakındaki Cepheid değişkenlerinin uzaklığı bir kere yıldız paralaksı yöntemi ile ölçülünce, aynı periyoda sahip olan tüm diğerlerinin uzaklığı, ışık şiddetinin uzaklığın karesiyle azaldığı olgusunu kullanarak, görünen parlaklıklarından belirlenebilecekti. Kısa süre sonra geliştirilen ve temelde benzer olan diğer bir yöntem de, aynı tür spektruma sahip olan yıldızların, içkin parlaklıklarının aynı olduğu kabulüne dayanmakta ve böylece, bunların görünen parlaklıkları, Dünya'dan olan uzaklıklarının bir ölçüsü olmaktaydı.

1918 yılında, Mount Wilson'a 100-inçlik bir aynalı teleskop kuruldu. Bununla, Shapley, yıldız uzaklıklarını belirleme yöntemleri kullanarak, galaksimizin şekil ve büyüklüğünü araştırdı. Onun bulduğuna göre, galaksimiz yassı bir disk şeklinde olup, düzlemini, Samanyolu düzlemi oluşturuyor ve bunun çapı, ışığın bir yılda aldığı yolun 300.000 katı ve kalınlığı ise, böyle bir ışık yılının 10.000 katı[19] olmaktaydı. 1924 yılında, kendisi de Mount Wilson'da olan Hubble, çoğunun, ilk defa 1845 yılında İrlanda'da Lord Rosse tarafından gözlenen ve spiral bir yapıya sahip olduğu bulunan küçük beyaz bulutsuları araştırdı. Hubble, yakında bulunan spiral bulutsuların bazılarının yıldız bireylerinden meydana geldiğini çözümlemeyi ve bunların içindeki Cepheid değişkenlerini belirlemeyi başardı. Böylece, Hubble, spiral bulutsuların, Güneş sisteminden birmilyon ışıkyılı mertebesinde uzakta ve Samanyolu galaksi sisteminin tamamen dışında olduğunu göstermeyi başardı. Hubble ayrıca, yakındaki bulutsuların parlaklıklarının, ortalamanın yarısı ile iki katı arasına düştüğünü ve yıldız bireyleri arasında olduğundan daha yoğun bir guruplaşma meydana getirdiğini buldu. Bu nedenle, daha sönük bulutsuların uzaklıkları, bunların görünen parlaklıklarına bakarak, tanımlanabilecekti. Hubble, bu şekilde, görünen bulutsuların en uzak olanlarının, 500 milyon ışıkyılı uzakta olduğunu buldu.

Diğer önemli bir araştırma doğrultusunu, Avusturyalı fizikçi Doppler'in, 1803-53, 1845 yılında bulduğu bir olgu, yani bir dalga hareketinin kaynağının, gözlemciye göre yer değiştirmesi halinde, dalganın gözlenen frekansının

---

[19] modern ölçümler, disk çapının 80.000 ışıkyılı, disk kalınlığının ise bunun otuzda biri kadar olduğunu göstermektedir, (Ç.N.).

değişmesi sağlıyordu. Bir gözlemciye göre uzaklaşmanın hızı, dalga hareketinin frekansını azaltıyordu; yani ışık halinde, ışının kızıla kayıyordu. Buna karşılık, bir yaklaşma hızı frekansı arttırıyor ve ışık titreşimleri de spektrumum mavi ucuna doğru kayıyordu. Doppler ilkesiyle, 1868 yılında Londra'da Huggins,1824-1910, Sirius yıldızının, güneş sisteminden saniyede yirmidokuz mil hızla uzaklaştığını buldu. 1912'de, Amerika'da Lowell gözlemevinden Slipher, aynı yöntemle, Andromeda bulutsusunun saniyede 125 mil hızla güneş sistemine yaklaştığını belirledi. Fakat 1917'de, bu durumun istisnai olduğunu, yakın bulutsuların çoğunun, saniyede 400 mil mertebesinde bir hızla, uzaklaşmakta olduğunu keşfetti. Daha uzaktaki bulutsuların spektrumları 1929'da Mount Wilson'da Humason tarafından incelendiğinde, o, bunlardan yayılan ışığın, güneş sisteminden uzaklıkları ölçüsünde gittikçe kızıla kaydığını gördü. 1930 yılında, Hubble, bir galaksinin verdiği ışığın kızıla kaymasının, onun güneş sistemine olan uzaklığıyle doğru orantılı olduğunu belirten bir yasa önerdi. Doppler ilkesinin ışığında, Hubble yasası, her galaksinin bizim galaksimize uzaklığıyla orantılı bir hızla bizden uzaklaştığını belirtiyordu. En uzaktaki galaksiler, ışık hızının yedide birinin civarı gibi, çok büyük hızlarla bizden uzaklaşmaktadırlar[20].

Eğer galaksilerin geçmişteki hızları hep sabit olsaydı, 1,8 milyar yıl önce[21] bunların bir arada bulunmuş oldukları düşünülebilir. Sonra, galaksiler birbirlerinden uzaklaşmağa başladıklarında, bu, ölçülebilir kozmolojik zaman için bir başlangıç noktası vermiş ve evrenin bugünkü yaşı için bir limit oluşturmuştur[22]. Lakin, Eddington, galaksilerin uzaklaşma hızlarının zamanla arttığını ve evrenin yaşının üst sınırının, 10-90 milyar yıl arasında olduğunu iddia etmiştir. Diğerleri de, kızıla kaymanın Doppler olayı ile ilgisinin olmadığını ve galaksilerin yerlerinde durduğunu savunmuşlardır. Zwicky, kızıla kaymanın, galaksilerarası maddenin, içinden geçen ışık üzerine uyguladığı gravitasyonel sürüklemeden kaynaklandığını ortaya attı. MacMillan da, benzer şekilde, ışınımın büyük galaksilerarası ortamdan geçerken yavaş yavaş enerji kaybettiğini, Hubble yasasının gerektirdiği gibi, kaynak ne kadar uzaksa, bunun

---

[20] 1998 yılına gelindiğinde, gözlenen uzaklaşma hızları ışık hızına çok yaklaşmış bulunmaktadır. (Ç.N.).

[21] Bugünün tahminlerine göre, 15-18 milyar yıl önce, (Ç.N.).

[22] 20. yüzyıl sonuna gelindiğinde, bu konudaki görüşler farklılaşmış ve bir Standart Model çerçevesinde toplanmış bulunmaktadır, (Ç.N.).

da o kadar etkili olduğunu düşünüyordu. Milne, ışınımın yayınım yasalarının zamanla değişebileceğini, böylelikle 500 milyon yıl önce, uzaktaki bir galaksi tarafından yayılan ve bugün Dünya'dan gözlenen ışığın, bugünün ışınımına göre daha kırmızı olması gerektiğini ifade etti. Yıldızların enerjilerinin eşit gibi göründüğü olgusundan hareket eden Jeans, daha önce, başlangıçta enerjinin yıldızlar arasında random dağılmış olduğunu kabul ederek, evrenin geçmiş yaşının üst sınırının 10^{12} ile 10^{13} yıl arasmda olduğunu hesaplamıştı.

Evrenin geçmişinin süresi hakkındaki tahminler, kullanılan kozmolojik teoriye, evrenin sonlu mu, yoksa sonsuz mu, Euclidyen mi yoksa non-Euclidyen mi, genişliyor mu yoksa durağan mı, eğer genişliyorsa verilen bir epoktaki genişleme hızının ne olduğuna fazlaca bağlı olduğu için, büyük ölçüde birbirinden ayrılıyordu. Örneğin, Jeans'in tahmini, genel relativite teorisinin ortaya çıkışmdan önce yapıldığından, bu teori onun hesaplarını tümüyle şüpheli kılıyordu. Yirminci yüzyıldaki kozmoloji teorileri de, ondokuzuncu yüzyıldaki *esir* teorileri kadar sayıca çok ve çeşitli olup, bir bakıma, onların tarihsel varisi oldukları da söylenebilir. Bunların her ikisi de, doğa olaylarını, kozmik bir süreklilik yardımıyla; birincisinde geometrik bir uzay-zaman, ikincisinde ise, her şeyin içine geçen mekanik bir *esir* ile açıklamağa çalışan bir geleneğe aittir. Bu geleneğe, kendi relativite teorisiyle, *esir* modelleri icadına bir son veren ve bu yüzyılın evren modellerinin ilkini kuran Einstein'in çalışmaları da dahildir.

1917 yılında, Einstein, evrendeki maddenin sonlu mu yoksa sonsuz mu olduğu problemini ele aldı. Mach'ın görüşünü benimseyerek, bir cismin kütlesinin evrendeki diğer maddenin miktarı ile belirlendiğinden yola çıkan Einstein, madde sonsuz olsaydı, her maddenin sonsuz kütle ve atalete sahip olacağına işaret etti. Diğer taraftan, eğer evren, Euclid uzayı içinde sonlu bir sınıra sahip olsaydı, evren içindeki madde, dışardaki boş uzay ile dengede olamaz ve böyle bir evren kararlı bir sistem oluşturamazdı. Bu güçlükleri yenmek için, Einstein, evrenin sonlu bir hacmi olabileceğini, fakat sonlu sınırları olamayacağını ileri sürdü. Örneğin, uzay, alanı olan, fakat sınırı yani kenarı olmayan iki boyutlu bir küre yüzeyinin, üç boyutlu bir benzeri olabilirdi. Bir küre yüzeyindeki tüm elemanter alanlar, simetrik olup, birbirine eşdeğerdir; bunların üç-boyutlu benzerleri olan küresel uzaydaki elemanter hacimler de böyledir. Böylece, küresel uzayda, maddenin birim hacimleri de birbirinin

aynısıdır ve Euclid uzayında bulunan sonlu bir evrenin kenarındaki tanecikler gibi, özel sınır durumları yoktur. Özel sınır durumları olmamasından dolayı, Einstein'ın dünyasındaki tüm gözlemciler, özel relativite teorisinin gerektirdiği gibi, eşdeğer olacak, yani aynı olayları gözlemleyecek ve aynı bilgileri alacaklardır.

Genel relativite teorisine göre, bir madde parçası, kendisini gravitasyonel alan olarak gösteren, uzayın yerel bir eğriliği ile bağlantılıdır. Bu nedenle, uzayın eğriliği, Einstein dünyasında noktadan noktaya değişir. Fakat, yerel eğrilikleri düzgün hale getirerek, veya buna eşdeğer olarak, evrendeki maddeyi hacim içinde ortalayarak, uzayın genel ortalama eğriliğini bulmak kabildir. Bir küre yüzeyindeki birim alanların sayısı, nasıl onun yarıçapını belirlerse, Einstein dünyasındaki maddenin birim hacimlerinin sayısı da, onun küresel uzayının eğrilik yarıçapını belirler, Uzayın ortalama eğriliğini, evrendeki madde miktarına bağlayan bir denklem çıkaran Einstein, Samanyolu, Andromeda ve diğerleri gibi, kendi yerel galaksi takımımızdaki madde yoğunluğunun, evrenin geri kalan kısmındaki madde yoğunluğunun aynısı olduğunu kabul ederek, evrendeki madde miktarını ve uzayın eğriliğini hesaplamıştır.

Einstein, kendi evren modelini, uzaktaki galaksilerin büyük kızıla kayma değerlerinin gözlenmesinden önce inşa etmişti. O, evrendeki cisimlerin hızlarının, ışık hızına göre küçük olduklarını kabul ettiğinden, onun dünyasının uzay yapısı zamanla değişmiyordu. Gerçekten, zaman, Einstein dünyasmda ayrı bir boyut idi; uzay-zaman, bir silindirin dört boyutlu bir benzeri veya küresel uzay ile doğrusal zamanın bir kombinasyonu idi. Mach'ı izleyen Einstein, içinde madde bulunmayan bir evrendeki bir taneciğin, kütle veya ataletinin olamayacağını düşünmüştü. Fakat, 1917 yılında de Sitter, eğer uzay-zaman, bir kürenin dört boyutlu bir benzeri olacak şekilde uzay ve zaman birleştirilirse, bunun gerekli olmadığını gösterdi. Emstein evrenine sokulan bir test taneciğinin, örneğin bir galaksinin, bir gözlemciye göre başlangıç hızı yoksa, sükunette kalacak; fakat, de Sitter'in dünyasında, gittikçe artan hızlarla hemen uzaklaşmağa başlayacaktı. De Sitter dünyası, hareket dolu olduğu halde içinde madde yoktu. Einstein dünyası ise. madde dolu olduğu halde hareket içermiyordu. Bunların her ikisi de, aşırı modeller olup, daha sonraları, evrenin şimdiki halinin değil ama, kozmik evrimin ilk baştaki veya sondaki durumunu gösteren olası modeller olarak ele alınmışlardı.

Einstein'in dünyasındaki çoklukların kararlılığı, gravitasyonel çekim ile kozmik bir itme arasındaki bir dengeye bağlı idi. Halbuki de Sitter dünyasının boşluğu, kozmik itmenin baskınlığına dayanıyordu. Genellikle, evrenin bir genişleme içinde olduğu şeklinde yorumlanan Hubble yasası yayınlandıktan sonra, Eddington ve eski bir öğrencisi olan Lemaitre, Einstein dünyasının kararsız olduğunu ve onun, kozmik itmeyi veya gravitasyonu tercih eden bir tedirgeme sonucunda, ya genişleyeceğini veya tekrar büzüleceğini gösterdi. Eğer Einstein dünyası genişlerse, galaksiler birbirlerinden uzaklaşacaklar ve zamanla, evrendeki madde yoğunluğu sıfıra doğru gidecek ve bu da de Sitter dünyasının şartlarını oluşturacaktı. Einstein ve de Sitter'in 1932'de gösterdikleri gibi, eğer evren Hubble yasasının ifade ettiği gibi bir genişleme içindeyse, sonsuz bir Euclid uzayı içine genişleyen sonlu bir madde miktarı, dünya için olası bir model olarak düşünülebilirdi. Hubble'ın kendisi, evren için, statik bir Euclidyen modeli tercih ediyordu, zira genişleyen modeller üzerine yapılan çalışmalar, evrendeki madde miktarının yalnız galaksilerde bulunan madde miktarının bin katı olduğunu gösteriyordu. Galaksiler arasında toz şeklinde bulunan bu kadar madde miktarı, Hubble'ın düşüncesine göre, galaksiler arasında gerçekten kaybolandan daha fazla ışık soğuracaktı.

İcadedilen daha başka bir çok dünya modelinin çeşitliliği, bir dünya modelinin belirlenmesi için üç büyüklüğün gerekmesine rağmen, gözlemlerin bunlardan yalnız ikisini vermesinden kaynaklanıyordu. Bu üç bilinmeyen büyüklük, evrenin kütlesi, uzayın eğriliği ve bir kozmolojik sabit idi. Bu kozmolojik sabit, Einstein tarafından, bir cismin kütlesinin, evrendeki diğer maddeler tarafından belirlendiğini öne süren Mach'ın koşulunu sağlamak için ortaya atılmıştı. İşte bu kozmolojik sabit, Einstein teorisindeki kozmik itici kuvveti veriyordu. Gözlem tarafından belirlenen iki büyüklükten ilki, kızıla kaymaların Doppler olayından kaynaklandığını kabul ederek bulunan, evrenin genişleme hızı olup; ikincisi de, kendi yerel galaksi gurubumuzda gözlenen ortalama madde yoğunluğuna eşit olduğunu kabul ederek belirlediğimiz, evrenin ortalama madde yoğunluğu idi. 1932 yılında de Sitter, hem kozmolojik sabitin ve hem de uzayın eğriliğinin, eksi, artı ve sıfır değerlerini alabileceği göre, olası dünya modellerinin dokuz temel tipini belirledi.

Çeşitli olası dünya modelleri arasında, karar verebilmek için, gereken gözlemsel kriterler bulunmadığmdan, en çok Eddington ve biraz da Milne gibi, bazı kozmologlar, bilimsel yöntemin temel işlemlerinden hareketle, evrenin doğasına ait teorik sistemler çıkarmağa uğraştılar. Bilim adamını, yalnız ağının örgüsünden kaçamayan balıkları tutabilen bir balıkçıya benzeten Eddington, bilimsel yöntemin karakteristiklerinin, bilimsel bilginin doğasını ve içeriğini belirlediğini ileri sürdü. Bilimsel yöntem, dünyanın doğasını yansıtan bir ayna olmayıp, gördüğü hayalleri yapısı sayesinde belirleyen bir kaleydoskop idi. Bazı eleştirmenler, bilimsel yöntemin ağının, 'yakalanan' ve incelenen doğal olayların niteliksel çizgilerini belirleyemeyeceğini iddia etmişlerse de, Eddington, bu argümanı, bilimin, olayların niteliksel değil, yalnız niceliksel ve ölçülebilir yanları ile ilgilendiğini söyleyerek cevaplamıştır.

Eddington, fiziksel bilimlerin yönteminde, uzunluk ölçümünü temel alıyordu. O, uzaysal ölçümlerde, bir standart ölçü çubuğunun iki ucunun gözlenmesi ile, ölçülecek uzunluğun iki ucunun gözlenmesinden oluşan, dört belirleme gerektiğine işaret etmiştir. Böyle bir yöntemsel işlem, fiziksel bilimler için temel konumdaydı. Eddington, bunun, uzay-zamanın dört boyutu olduğunu belirten temel kavramla ilişkili olduğunu düşünüyordu. Kendi sistemini geliştiren Eddington, deneysel olarak belirlenmiş hiçbir sayı kullanmadan, proton ve elektronun kütlelerinin oranı gibi, boyutsuz sayılardan oluşan evrensel sabitleri hesaplamağa girişti. Doğanın böyle saf sayılarla ifade edilen evrensel sabitlerinin üç ana guruba ayrıldığı görüldü. Bunların mertebeleri, 10^{80}, 10^{40} veya 2.10^{3} den küçüktü. Eddington, ilk takımın, evrendeki toplam tanecik sayısı, N'ye; ikinci takımın ise N'nin kare köküne bağlı olduğunu; ama üçüncü takımın N'den bağımsız olduğunu belirtmişti. Eddington, hesaplarını sonlu bir dünya modeline ilişkin teoriye, yani Einstein'in statik modelinin genişleyen bir türüne dayandırıyordu. N sayısını, o, Einstein dünyasının kütlesini protonun kütlesine bölerek hem doğrudan ve hem de daha soyut yoldan, yani elektronun kütlesinin, yükünden ve evrendeki tüm diğer taneciklerin varlığından kaynaklandığını kabul ederek hesaplamış ve her iki halde de 10^{79} mertebesinde bir değer bulmuştu.

Eddington, uzunluk ölçümünü fizikte temel almış ve evrenin yapısal özelliklerini bulmak için saf sayılara ilgi duymuşken, Milne, zaman ölçümünü temel almış ve kozmik olayların zaman içinde değişimiyle ilgilenmişti. Einstein'ı izleyen Milne, evrendeki tüm gözlemcilerin eşdeğer ve ışığın her gözlemciye göre aynı hıza sahip olduğunu dikkate almıştı. Bundan sonra, o, uzunlukların belirlenmesinin, ışığın bu uzunlukları aşmak için gereksineceği zamana indirgenebileceğini, böylece Einstein ve Eddington'un, uzayda ölçüm yapmak için gerekli gördükleri rijit ölçme çubuklarına lüzum olmadığını gösterdi. Böylece, uzunluk ölçümü, zaman ölçümüne bağlı oluyordu ve Milne, genellikle, evrenin uzaysal yapısını ilgilendiren teorilerin, zamanın işleyişine ait teorilere bağlı olduğunu belirtti. O, galaksiler gibi uzaktaki cisimler gözlenirken, bize gelen ışığın, cisim ne kadar uzakta ise, evren tarihinde o kadar zaman önce yola çıkmış olduğu olgusuna işaret etmiştir. Bugün görünen ışık, yakın bir galaksiden bir milyon yıl önce, veya uzaktaki bir galaksiden 500 milyon yıl önce yola çıkmış olabilir. Bu nedenle, evrenin eşzamanlı bir resmini tasarlamak için, ne kadar uzağa gidersek, zaman gecikmesini o kadar çok düzeltmemiz gerekir. Fakat, uygulanan düzeltme, kullanılan zaman ölçeğine bağlıdır; öyleki, farklı zaman ölçekleri kullanılarak, farklı dünya modelleri kurmak mümkündür.

Milne, iki zaman ölçeğinin temel olduğunu belirtmişti: T zaman ölçeği olarak bilinen ilkinde, zaman birimleri, ışık titreşimleri tarafından oluşturulmakta; T zaman ölçeği adlı diğerinde de, sarkaçlı saat ölçeği bir yaklaşım sağlamaktadır. Eğer T ölçeği benimsenirse, bir galaksiden gelen ışığın kızıla kayması, onun uzaklığı ile orantılı bir hızla bizden uzaklaştığını gösterir. Zira, relativite teorisi, bir gözlemciye göre hareket eden bir zaman kontrolörünün işaretlediği zaman birimlerinin, (bu durumda kontrolör, galaksideki ışık titreşimlerinin kaynağıdır) kontrolörün gözlemciye göre hızıyla orantılı olarak uzamasını gerektirmektedir. 1932 yılında, Milne, uzaklaşmayı hesaba katmak için, başlangıçta (galaksiler için varsayılabileceği gibi) topluca uzayın sınırlı bir bölgesinde bulunan aynı hıza sahip serbest cisimlerin, bir zaman sonra aralarındaki uzaklıkla orantılı bir hızla birbirlerinden uzaklaşacaklarını ve daha büyük hıza sahip olanların, verilen bir süre sonunda daha uzakta olacağını gösterdi. Böyle bir olay, eğer galaksiler boşluğa bırakılan gaz molekülleri gibi düşünülürse, termodinamiğin ikinci yasasının bir gereğidir.

T ölçeğine göre, Hubble yasası, galaksilerin uzaydaki küçük bir yerde bir arada iken, 2 milyar yıl[23] önce birbirlerinden uzaklaşmağa başladıklarını göstermektedir.

Eğer galaksi sayısı sonlu ise, genişleyen evrenin kenarında, hızlı giden bir galaksideki gözlemcilerin, evren hakkında, başlangıçtaki yerinden çok uzağa gidemeyen yavaş galaksilerdeki gözlemcilere göre farklı bir manzara elde edecekleri anlaşılıyor. Böylece, evrendeki tüm gözlemcilerin birbirlerine eşdeğer oldukları ilkesini korumak için, sonsuz sayıda galaksi olmalıdır. O zaman, ufkumuzun sınırlarındaki galaksilerdeki gözlemciler, bizim göremediğimiz diğer galaksileri görebilirler. Sonsuz sayıda galaksi olması durumunda, evrendeki tüm gözlemciler, cT yarıçaplı küresel evreni algılayacaklardır; burada c ışık hızı ve T de, galaksilerin birbirlerinden uzaklaşmağa başladıkları andan itibaren geçen zamandır.

Eddington, doğa sabitlerinin değerlerinin, tüm zamanlar için sabit olduğunu ve bunların, evrenin genişleyerek oluşumunu veren Einstein modelinin karakteristikleri tarafından belirlendiğini düşünüyordu. Fakat Milne, iki zaman ölçeğinden hangisi alınırsa alınsın, zamanla bir şeyin değiştiğini gösterdi. T ölçeği teorisine göre, gravitasyon sabiti ve Planck sabiti zamanla değişiyorlardı; öyle ki, cisimler gittikçe daha ağır ve atom-altı olaylar daha belirsiz olmaktaydı. T ölçeğinde, gravitasyon ve Planck sabitleri değişmiyorlar, fakat, bu ölçekteki bir zaman birimindeki ışık titreşimleri sayısı zamanla artıyor ve verilen bir kaynaktan çıkan ışığın dalgaboyu kısalıyordu. T ölçeği açısından bakıldığında, geçmiş zamanın süresi sonsuz ve galaksiler durağan idi. Kızıla kayma, galaksilerden gelen ışığın, verilen bir zaman biriminde çok daha az ışık titreşimleri olan bir epokta kaynaklandığını gösteriyordu.

Evrenin bir başlangıcı ve sadece 2 milyar yıllık bir yaşı olduğu kabulünün getirdiği güçlüklerden kurtulmak için, evrenin sonsuz zamandan beri var olduğunu postüle eden diğer bir teori de, Cambridge matematikçileri, Bondi, Gold ve biraz sonra da Hoyle tarafından 1948'de ileri sürülen, 'sürekli yaratılış' teorisidir. Bondi, Gold ve Hoyle, evrenin her gözlemciye, tüm geçmişte taşıdığı ve tüm gelecekte taşıyacağı özelliklerin aynısını göstereceğini

[23] Hubble yasası günümüzde de, yeni gözlemlerle düzeltilmekte ve bu süre şimdi 15-18 milyar yıl arasında tahmin edilmektedir, (Ç.N.).

kabul ederek, Einstein'in uzaydaki her gözlemcinin eşdeğer olduğu ilkesini, zaman boyutu içine de soktular. Dendiği gibi, bu 'mükemmel kozmolojik ilke', galaksilerin uzaklaşmasının getirdiği ortalama yoğunluktaki azalmayı gidermek için, onları, evrenin her santimetre kübünde, saniyede 10^{-48} gram madde üretildiği varsayımına götürdü. Böyle bir yaratılma hızı, farkedilemeyecek kadar küçük olsa da, gözlenebilen evren için toplam miktar her saniye 50.000 yıldızın doğumuna eşdeğer olup, çok büyüktü.

Şimdiye kadar teklif edilmiş olan, evrenin uzay ve zaman içindeki yapısını ilgilendiren bu çeşitli teorilerde, kuramın, gözleme ağır bastığı görülmekte ve artık bu alanda ilerlemenin, ampirik bilgiye bağımlı olmasa da onun gelişmesinden oldukça yararlanacağı anlaşılmaktadır. Mount Palomar'a 1949 yılında kurulan 200 inçlik aynalı teleskop, daha şimdiden, evrenin yaşını iki kat uzatarak 4 milyar yıla çıkaran sonuçlar vermiş ve bununla, 'sürekli yaratılış' teorisinin yenmeğe çalıştığı güçlüklerden bazılarını ortadan kaldırmış bulunmaktadır. Uzayda Mount Palomar teleskobundan daha da uzağa erişebilen yeni radyo astronomi, başta Ryle ve Cambridge'deki arkadaşlarının elinde, uzayın verilen bir hacmi içindeki radyo kaynaklarının sayısının, galaksimize olan uzaklığın küpüyle arttığını belirleyerek, verilen bir hacimdeki kaynak sayısının, 'daimi durum' veya 'sürekli yaratılış' tipi teorilerin öngördüğü gibi sabit kalması hatta azalması yerine, bunun aksine bir sonuç vermiştir. Astronomi tekniğinde kaydedilen bu tür gelişmeler, yıldızların yapısının incelenmesi gibi, astrofiziğin diğer alanlarına da etkiler yapacağa benzemektedir; hem de buna Dünya'daki maddelerle yapılacak laboratuvar deneyleri de yardımcı olabilecektir.

Yıldızların yapısını araştıran modern teoriler, 1913 yılında Princeton'da Russel'in, çok sayıda yıldızın parlaklığının, onların yüzey sıcaklığına bağlı olduğu, şaklinde yaptığı bir gözleme dayanmaktadır. Bu yıldızlar tek bir sıra oluşturmuş ve Russel bu sıranın, genel yıldız evriminin değişik safhalarına karşı geldiğini ileri sürmüştü. Helmholtz tarafından teklif edilen gravitasyonel çökme teorisini izleyerek Russel, bir yıldızın başlangıçta yaygın bir bulutsu kitlesi olup, sonra bunun kütle çekimi altında büzüldüğünü, bu sırada gittikçe daha sıcak ve daha yoğun hale gelirken, kritik bir yoğunluğa eriştiğinde, büzülmenin artık yayılan ışınımı karşılamağa yetmediğini ve yıldızın yavaşça soğuduğuna

inanıyordu. Bu şemaya göre, yıldızlar büyük iken alkor halinde, sonra büzülürken önce beyaz sonra mavi ve sonunda da, küçük ve soğumuş iken tekrar kızıl olmalıydı.

Lakin, 1914 yılında Yerkes gözlem evinde bulunan Adams, Sirius'e eşlik eden küçük yıldızın, akkor cisimler tarafından verilen bir ışık yaydığını; cismin bir akcüce oldıuğunu ve Russel'in sınıflandırmasının belirttiği gibi, tüm küçük yıldızların bir kızıl cüce olmadığını keşfetti. On yıl kadar sonra, Adams, Sirius'un küçük arkadaşının, büyük bir gravitasyonel kızıla kayma gösterdiğini ve bunun yıldızın hacmi küçük olsa da, çok büyük bir kütleye sahip olduğunu belli ettiğini açıkladı. Adams'ın keşfi, bir kaç yıl önce, Eddington ve Jeans tarafından ileri sürülen bir hipotezi destekliyordu. Buna göre, bir yıldızın içindeki yüksek sıcaklıklarda, bir atomun dış elektron zarfları iyonlaşma nedeniyle boşalacak ve atomun hacmi çok küçük kalacaktı. Bu nedenle, yıldızların gravitasyonel büzülmeleri, daha önce düşünüldüğünden çok daha ileriye gidebilir ve dünya üzerinde rastlananlara göre çok daha büyük madde yoğunlukları meydana getirebilirdi. Kothari ve Chandrasekhar gibi Hintliler, Jüpiter gezegeninden daha fazla madde taşıyan cisimlerin içlerinde, atomları parçalayacak derecede büyük gravitasyonel basınçlar meydana geleceğini ve böyle bir cismin kütlesi artarken hacminin gerçekte küçüleceğini gösterdiler.

Eddington ve diğerleri, kütle çekiminin büzülme yönündeki kuvveti sıcaklığın dördüncü kuvveti ile değiştiğinden ve bu, yıldız içinde büyük değerler alan, ışınımın dışarı doğru basıncı ile dengelendiğinden, yıldızların çoğunda fazla büyük bir yoğunluk olmadığını gösterdiler. Üstelik, yıldız içlerinde atomlardan sökülen elektronlar da, bir gazın molekülleri gibi davranacak ve yüksek sıcaklıklarda, üstteki maddenin gravitasyonel basıncına karşı koyacaktı. 6000 derece yüzey sıcaklığına sahip olan Güneş için, Eddington, gravitasyonun büzücü kuvvetine karşı koyabilecek elektron ve ışınım basınçlarını üretebilmek için, iç sıcaklığın 20 milyon derece mertebesinde olması gerektiğini hesapladı. Bundan başka, o, bir yıldızın yayabileceği toplam ışınımın, onun büyüklüğüne değil, kütlesine bağlı olduğunu buldu. Çünkü, verilen bir kütledeki yıldızın büzülmesi, onun sıcaklığını arttıracak ve bu da, ışınımı yayan yüzey alanının küçülmesini dengeleyecekti. Bu teoriye dayanarak, Eddington, Güneş'in geniş ölçüde, demir

ve periyodik cetvelde onun civarında olan orta atom ağırlıklarına sahip elementlerden meydana geldiğini kabul ederek, Güneş'in teorik ışıklılığını hesaplamağa çalıştı. Teorik sayı, yaklaşık yüz kere daha büyük bulununca, Eddington, bundan Güneş'te ve diğer yıldızlarda çok miktarda hidrojen olması gerektiği sonucunu çıkardı.

Atom fiziğinin gelişmesinin ortaya çıkardığı gibi, yıldız içlerindeki yüksek sıcaklıklarda elektronlarını kaybeden atomların termal hızları, laboratuvarlarda çekirdek tepkimelerini incelemek için kullanılan yapay olarak hızlandırılmış taneciklerin hızlarıyla aynı mertebede olacaktı. Bu nedenle, yıldız içlerinde çekirdek tepkimeleri olması ve ışınım olarak yayılan enerjiyi bunun sağlaması mümkün görüldü. 1938 yılında, Cornell'de Bethe ve Almanya'da Weizsaecker, hidrojeni helyuma dönüştüren ve Güneş içinde bulunan sıcaklıkta gerçekleşebilecek bir çekirdek tepkimesi zinciri ortaya koydular. Gösterdiklerine göre, kütlesi 12 olan karbon izotopu, ardı ardına üç protonla çarpışarak, atom ağırlıkları artan azot izotopları oluşturmakta ve dördüncü proton, kütlesi 15 olan azot izotopu ile birleşerek bir helyum atomu verirken, baştaki karbon atomunu da yeniden üretiyordu. Bir helyum atomu, dört protondan biraz daha hafifti. Burada kaybolan kütle, tepkime zinciri içinde enerjiye dönüşmekteydi. Bir yıldız içindeki hidrojenin helyuma dönüşme hızı, ve böylece ışınımın yayılma hızı, yıldızdaki karbon miktarına bağlı idi. Spektrumuna bakarak, Güneş'te yüzde bir oranında karbon olduğu anlaşılıyordu. Bu sayı ile, Bethe, karbon-azot çevrimi ile Güneş'te teorik enerji üretim hızının, Güneş'in gözlemsel ışınım yayma hızına eşit olduğunu gösterdi.

Eddington, bir yıldızın ışıklılığı ile kütlesi arasındaki kendi bağıntısından, Güneş'in ya yüzde 35, veya yüzde 90, hidrojen içermesi gerektiğini hesaplamıştı. Eddington'un alt tahminine dayanan hesaplar, ortalama olarak bugünkü enerji yayma hızını korursa, Güneş'e, gelecek için 35 milyar yıl ömür biçiyordu. 1947 yılında, Hoyle, Eddington'un üst tahminini kullanmak için nedenler vererek, Güneş ve yıldızların, genellikle hidrojen yedeklerini yıldızlararası ortamdaki maddeden tazeleyebileceklerini ileri sürdü.

Hoyle, yıldızlar ve galaksiler arasındaki uzayda, çok seyrelmiş olarak dağınık duran maddenin önemine dikkat çekti. Dedikleri arasında, yıldızların ortamdan topladığı maddenin, ikili sistemler oluşturabileceği, böyle oluşan iki

yıldızın, ortamdaki gazın kendilerine çarpma etkisinin yanlarında değil, en dış taraflarında daha büyük olması nedeniyle, birbirlerine doğru itilerek, yaklaşacağı ve sonuçta birbiri çevresinde dönmeye başlayacakları da bulunuyordu. 1936 yılında, Lyttleton, Güneş sisteminin, böyle ikili bir sistemden, Güneş'in eşi ile, araya giren başka bir yıldızın çarpışmasından sonra oluşmuş, Güneş'in gravitasyonel alanının geride kalan bazı parçaları çekerek, bunlardan da gezegenlerin çıkmış olabileceği, hipotezini ortaya attı. Yıldız çifti teorisini geliştirerek, Hoyle ve Lyttleton daha yenilerde, Güneş'in eşinin, küçük ve yoğun bir yıldız olmuş olabileceğini, bunun büzüldükçe daha hızlı döndüğünü ve sonunda bir çok parçaya bölündüğünü; bunların bazılarının Güneş'in çekim alanı tarafından yakalanmış olabileceğini iddia ettiler. Çift yıldızların yıldızları arasındaki bilinen uzaklıkların ortalamasının, Güneş ile gezegensel maddenin büyük kısmı arasındaki uzaklık mertebesinde olması, bu teoriyi desteklemektedir.

46. Bölüm

İtalya ve Almanya'da Bilim ve Milliyetçi Akımlar

ALMANYA ve İtalya'da, diğer tarihsel hareketler gibi bilimlerin yükselmesi de modern dönem içinde pek farklı olmayan bir gelişme çizgisi izlemiştir. Alman ve İtalyanlar, modern bilimin öncüleri olup, ilk başarı doruklarına, karşılıklı olarak, Kepler ve Galileo'nun çalışmaları ile onyedinci yüzyılın başındaki on yıllarda erişmişlerdi. Fakat, onlar bu gayretlerini sürdürememişler ve yeniden bunlarla karşılaştırılabilecek bilim adamı çıkarmaları için iki asır geçmesi gerekmiştir. Geç ortaçağ döneminde, Alman ve İtalyan ülkeleri Avrupa'nın en kültürlü yöreleri olup, özellikle, bilimin ikiz kökleri olan pratik tekniklerde ve teorik disiplinlerde üstün durumda idiler. Modern çağın başlarında bu ülkelerin insanları bilimin gelişmesi açısından uygun bir düzeyde bulunuyorlar ve bu nedenle öncü konumunda idilerse de, diğer alanlarda liderliği kaybettikleri zaman, bilimdeki öncülüğü de yitirdiler. Büyük coğrafi keşiflerin doğurduğu fırsatlar, İngiltere, Fransa ve Hollanda tarafından daha etkin olarak kullanıldı ve bu ülkeler, diğer alanlarda olduğundan aşağı kalmayan bir şekilde, bilimde de Avrupa'nın gayretlerinin asıl merkezleri oldular. İngiltere ve Fransa orta ve geç ondokuzuncu yüzyıl içine kadar, bu öncülüklerini korudular.

Bu arada, Alman ve İtalyanlar, yaşamın çoğu kesiminde, temeli onaltıncı yüzyılda atılmış olan geleneklere bağlı kalmıştı. Siyasi olarak, bu ülkeler, İngiltere ve Fransa gibi birleşik milli devletlerin aksine, bir sürü küçük prensliklere bölünmüş durumda bulunuyorlardı. Bilime karşı, canlı bir ilgiyi sürdürmekle birlikte, onlar yeni çok az şey gerçekleştirdiler. 1815'den önce kurulan doksan civarında bilimsel derginin elli üç tanesinin Alman, dokuzunun İtalyan, onbeşinin Fransız ve onbirinin İngiliz olması; birer derginin de, Amerika, İsviçre, İsveç, Hollanda ve Belçika'da çıkması ilginçtir. Bu kadar sayıda bilimsel derginin kurulabilmesi için, bilime karşı, İtalyanlar, ve özellikle Almanlar arasında oldukça büyük bir ilgi bulunması gerekir. Bununla birlikte,

bu ilginin dikkat çekecek derecede yeni gelişmeler üretecek kadar etkin olmadığı görülmektedir. Almanların ve İtalyanların bilimi, geç onsekizinci yüzyılda canlanma işaretleri gösterdiğinde, önceki yüzyılda elden düşürdükleri dizginleri yeniden ele aldılar. Galvani ve Volta, Floransa Deney Akademisi'nin deneysel geleneğini sürdürdüler. Alman doğa-filozofları ise, Copernicus'un ve Kepler'in eski çalışmalarındaki spekülatif geleneği ele aldılar ve Kepler'i Newton'un üzerine yücelttiler. Bunların her ikisi de, geleneğe bağlılıktan ve milliyet yakınlığından kaynaklanıyordu.

İtalyanlar ve Almanlar, onsekizinci yüzyılın karanlık bir döneminde, önemli yönde bir katkıda bulundular. Bu, tarihsel gelişim için, bir his ve anlayış geliştirmeleridir. Bu, his ve anlayış, doğal aleme ve insan toplumuna karşı durağan ve mekanik bir bakış açısına sahip olan, İngiliz ve Fransızlara kolaylıkla ulaşamamıştır. Böyle bir anlayış, başta, İtalyan Vico'nun, 1668-1744, *Yeni Bilim*'iyle ortaya çıkmış ve özellikle Alman doğa-filozoflarının yer aldıkları düşünce ekolü tarafından geliştirilmişti. Doğal dünyanın genel bir gelişme sürecinin ürünü olduğu görüşünün, Almanları embriyoloji alanında, ayrı organizmaların gelişiminin incelenmesinde, nasıl dikkate değer başarılara götürdüğünü görmüştük. Lakin bu bakış açısı, önceleri hemen ampirik bilimsel araştırmalara götürebilecek gibi değildi. Zira Almanlar, çok idealist idiler ve maddi varlıklarının fakirliğini kapatmak için, kendilerine zengin bir idealar dünyası kurmuşlardı. Alman ekolünün başı olan Hegel, bu duyguyu şu satırlarla iyi ifade etmiştir:

'Tin[24], düşünce alemine sığınır ve gerçek dünyaya muhalefet içinde, bir idea'lar dünyası yaratır. Felsefe, gerçek dünyanın yıkılması ile başlar: O, gri üzerine gri boyayarak soyutlamalara başladığında, gençlik ve yaşamın tazeliği zaten gitmiştir ve onun sağladığı tatmin, gerçekte değil, fakat ideal bir dünyadakidir.'

Alman filozofları, kendi idealar dünyalarında, tarihsel bir süreç görmüşlerdi; bu—Alman yaşam tarzı—idi. Bu süreç oldukça belirli bir kadere sahipti. Hegel'in sisteminde, Mutlak İdea, kendi içinde diyalektik[25] mantığı doğurduktan ve tüm doğa dünyasını dolaştıktan sonra, insan tarihi içine girmiş

[24] soul = ruh, (Ç.N.).
[25] eytişimsel, (Ç.N.).

ve kendini Alman kavramında özetlemişti. Hegel, 'Avrupa, tüm tarihin hedefidir,' diye yazmıştı. 'Alman kavramı, tüm çelişkilerin barışması ve çözümüdür.' Hegel, bu duygusunda hiç de yalnız değildi. Doğa-filozofları, büyük milliyetçilerdi ve çok sayıdaki Almanca konuşan prensliklerin tek ve güçlü bir Vaterland[26] halinde birleşecekleri günü özlemle bekliyorlardı. Almanya'nın Napoleon tarafından işgali, onlar tarafından, özellikle alçaltıcı olarak algılanmıştı. Napoleon, 1813'de Leipzig'de yenilince, doğa-filozoflarının daha etkili ve pratik-kafalılarından biri olan ve bilimsel teorilerini gördüğümüz, Lorenz Oken, *Yeni Fransa, Yeni Almanya* başlıklı bir eser yayınladı. O, bunda, Fransa'nın nasıl zararsız hale getirilebileceğini ve Almanya'nın politik bakımdan nasıl yeniden kurulabileceğini anlatıyordu. Bu amaçla, çeşitli Alman devletlerinin birleşmesini öneriyordu. 'Aynı dili konuşan her insan topluluğu, tek bir halk oluşturur, bu, tek ve aynı yasa ile bir arada bulundurulmalıdır', diyordu.

1817 yılında, Oken, *Isis* adlı bir bilimsel ve edebi dergi kurdu. Bu dergi, bilim ve milliyetçi duyguların yayılacağı bir araç haline geldi. Aynı yıl daha sonra Jena'da, Luther'in reformasyonunu ve Almanya'nın Leipzig'de kurtuluşunu anmak üzere toplanan *Wartburg Festival* adlı bir öğrenci gösterisi haberi yayınladı. Gösterinin özelliği, yalnız milliyetçi değil, sempatileri bakımından da, liberal eğilimli olması idi. Oken, bunu bildirdiği için, Jena'daki kürsüsünden atıldı. Buna rağmen, *Isis*'i yayınlamayı sürdürdüğü gibi, 1821'de, Almanca konuşan bilimcilerin ve doktorların katılacağı milli bir kongre toplamak için bir plan yaptı. Böyle bir kongrenin amacı, Oken için, 'bilimin iyiliği ve Vaterland'ın refah ve onuru' idi. Bu amaçla, Oken çok sayıda bilimci ve doktora davetiye gönderdiyse de, kongresini toplamakta büyük zorlukla karşılaştı, çünkü, Almanlar arasında en milliyetçi görünüşe sahip olan entellektüeller, düşünce ve geleneklerinde hala oldukça dar görüşlü idiler. Profesör Goldfuss adlı birinden almış olduğu cevap üzerine, Oken, şöyle demişti:

'Bu mektupta gerçek Alman'ı görüyorsunuz....cüzdanla ilgili endişeler, seyahat için endişeler, yabancı yüzlere karşı endişeler, kalacak yer için endişeler, toplantı odalarına karşı endişeler, hükümetlere karşı endişeler.'

---

[26] Almanca, anavatan anlamında, (Ç.N.).

Bununla birlikte, Almanca konuşan bilimciler ve doktorlar birliğinin ilk toplantısı, yahut Almanca söylendiği gibi, Deutsche Naturforscher Versammlung, 1822 yılında Leipzig'de toplandı. Eser yayınlamış olan yirmi kadar bilimci, altmış misafir ile birlikte buna katıldılar. Her yıl önemli Alman şehirlerinden birinde yapılan bundan sonraki toplantılar, yavaş yavaş büyüdü. Berlin'deki 1828 toplantısına altıyüz kişi katılmışken, 1842 yılındaki Mainz toplantısına, bin kişi gelmişti. Oken, bu toplantıların, 'Alman halkının birliğinin manevi sembolü' olduğunu iddia ediyordu. Kongreleri daha popüler yapmak için, o, ikinci kongrede, üyelerin konuşmalarını, 'yazılı manüskrileri zorlukla okumak yerine, canlı şekilde ve irticalen' sunmaları, kuralını koydu. Ama, 'Alman akademisyenleri hala manüskrilerinin esiri idi.' Oken, bu yüzden koyduğu kuralı uygulamayı başaramadı. Gerçekten, 1832'de bile üyelerden biri kongreye Latince hitap etmişti.

Önceleri, milliyetci bilim kongreleri, Alman devletlerinin idarecileri tarafından şüpheyle karşılanmıştı. Zira bunların tonu, hem liberal hem de milliyetçi idi. Leipzig'deki ilk toplantıya katılan üyeler, isimlerinin kayda geçirilmesini, hükümetlerin bunları ele geçirmesinden korktukları için, reddetmişlerdi. Avusturya'da Metternich, pasaport için müracaat eden Viyana'lı bilimcilere, gitmelerinin kendi çıkarlarına ters olacağını söylemiş; bunun sonucunda, yıllık kongre 1832 yılında Viyana'da toplanmcaya kadar, Avusturyalı bilimciler buna katılamamıştı. Lakin, hemen başta, Prusya hükûmeti, milli bilim kongresinin, Alman birliği için, kontrollu bir kuvvet olabileceğini görerek, 1828'den itibaren toplantılara destek vermiştir. Bundan sonra, kongreler git gide, Alman hükûmetinin kontrolu altına girdi. Artık devlet, belirli bir yıllık toplantıya, o senenin kongre başkanını ve toplantıları organize ederek yürüten sekreteri atayarak, ev sahipliği yapıyordu. 1828'deki Berlin toplantısında, coğrafyacı ve kaşif Alexander von Humboldt başkan yapıldı. Başkanlık konuşmasında o, sordu:

'Milli birliğimiz bu birlikten daha kuvvetle nasıl ifade edilebilir?....Asil prenslerin koruması altında, bu topluluk her yıl ilgi ve önem bakımından gelişmiştir. Din veya hükûmet şekli farkından kaynaklanabilecek her ayrılık öğesi, burada bir kenara bırakılmıştır. Almanya, burada kendini, olduğu gibi, kendi entellektüel birliği içinde ifade ediyor ve.....bu birlik duygusu hiç birimizdeki dine, anayasaya ve ülkenin yasalarına bağlılığı zayıflatamaz'

Cambridge'de matematik profesörü olan Charles Babbage, Alman bilimcilerinin 1828 Berlin toplantısına katılmış ve döndükten sonra, benzer bir birliğin Britanya'da da kurulmasını teklif etmişti. Onun bu teklifi, 1831'de, Britanya Bilimi İlerletme Birliği'nin kurulmasına yol açtı. Daha sonra, 1839'da, Tüm-İtalya bilimciler birliği; sonra 1848'de Amerika Bilimi İlerletme Birliği ve 1872'de Fransız Birliği geldi. Britanya, Fransa ve Amarika'da, milli sorunlar çıkmadı. İngiliz ve Amerikan birlikleri, kendi ülkelerindeki dağınık bilimsel etkinlikleri birbirine bağlamak, Fransız birliği de, bilimi Paris'ten eyaletlere yaymak için kurulmuştu. İtalya'da ise, milli problem çıkmamış, ve Tüm-İtalya bilim kongreleri, Almanya'dakine benzer bir karakter taşımıştı.

İtalya'da da, milli duygular Napoleon'un fetihleri döneminde yükselmiş, fakat, Almanya'dan farklı olarak, İtalya'daki milliyetçi hareket, Fransızlara karşı yönelmemişti. Zira, Napoleon ve kardeşinin idaresi altında İtalya birleşmiş ve reformlar geçirmişti. İtalyan milli hareketi. 1815'te tekrar kurulan sekiz ayrı İtalyan devletini kontrol eden veya etkileyen Avusturya'ya karşı yönelmişti. Bu hareketin bilimsel ifadesi, Napoleon'un yeğenlerinden biri olan ve 1837'de Amerika'dan İtalya'ya dönen, Carlo Bonaparte, 1803-57, etrafında şekillenmiştir. Amcası gibi, bilimlere ilgi duyan Carlo Bonaparte, 1832 yılında Amerika'daki kuşlar üzerine ve on yıl sonra da İtalya'daki hayvanlar hakkında birer eser yayınladı. Floransa'nın liberal dergisi, *Antologia*, 1831'de, İtalyan bilim adamlarının milli kongreler yapmalarını önerdiyse de, bu ancak 1839'da Piza'da yapılan ilk toplantıyla gerçekleşti. Bu kongreye çağrı, başta Carlo Bonaparte, Piza'da doğa tarihi profesörü Paola Savi, Floransa fizik müzesi müdürü Vincenzio Antinori ve asistanı, akromatik mikroskobun mucitlerinden biri olan, Giovanni Amici tarafından yapılmıştı.

Piza'daki bu ilk toplantıya, dörtyüze yakın kişi katılmış ve sonraki dokuz yılın her birinde bu tekrarlanmıştı. 1847'de Venedik'teki sonuncusuna katılım binyediyüzün üzerindeydi. Almanya'da olduğu gibi, bu bilim toplantıları da, milli görüşlerin ilk defa ortaya konuluşunu sağlıyordu. Lombardiya'nın liberal dergisi, *Rivista*, ilk kongreyi, 'si sesi duyulan güzel ülkenin her yerinden, karşılıklı tanışmak, bilimin gelişmesi ve parlaması ve ortak vatanın şerefi için kardeşçe iş birliği yapmak üzere bir araya gelen şöhretli insanlar, bilim adamları yığını', şeklinde yansıtıyordu. İtalyan biliminin daha ampirik olan

geleneklerine uygun şekilde, İtalyan kongrelerinde milli birliği sağlamak yönünde Almanya'dakilerden daha pratik öneriler yapıldı. Demiryollarının yapımı, 'İtalyan çizmesinin yamalanması' için önerildi. Hatta zorlayıcı hareket teklif edildi. 1844'teki Milano kongresinde, Carlo Bonaparte, 'Lombardiyalıları esaretten kurtarmak' tan bahsediyor ve 1847'deki sonuncu kongrede, tarihçi Il Cantu, coğrafya ve arkeoloji oturumunu, 'İtalyan birliğini istemeyenlerin kalbine bir bıçak saplamak' istediğini bildirerek kapatıyordu.

Ertesi yıl, İtalya'da başarısız isyanlar patladı. Avusturyalılar tarafından bunlarla birlikte, milli bilim kongreleri de ortadan kaldırıldı. İsyanlarda rol oynayan İtalyan bilim adamları ülke dışına kaçtı. Bunların en ünlülerinden biri, Paris'e giden Cannizzaro, 1826-1910, idi. O, daha sonra, 1860'da Karlsruhe'deki Avrupa kimyacılar konferansına katılmıştı. Bu toplantı, atom ağırlıklarını ve valansları belirlemek için bir temel üzerinde anlaşmak üzere çağrılmıştı. Konferansta, Cannizzaro, İtalyan biliminin çok ihmal edilmiş olduğunu, elli yıl kadar önce vatandaşı Avogadro'nun formüle ettiği hipotezin, Avrupanın tüm kimyacılarının şimdi aradıkları temeli tam olarak sağladığını ileri sürdü. Konferans biter bitmez Cannizzaro, Garibaldi ve Binleri'nin Sicilya'daki ayaklanmasına katılmak için İtalya'ya döndü. Bu ayaklanma ve kuzey İtalya'daki benzer bir hareket, 1860 yılında ülkeyi birleşmeye götürdü. Ama, yıllık bilimsel kongreler hemen yeniden başlayamadı; bir tanesi 1862'de Siyena'da, diğer biri, 1873'te Roma'da ve bir üçüncüsü de, 1875'de Palermo'da yapıldı, Ama yıllık kongrelerin, İtalyan Bilimi Geliştirme Birliği, şeklinde yalnız bilimsel taban üzerinde yeniden başlaması, ancak 1907'den sonra gerçekleşti.

Diğer yandan, Almanya'daki milli bilimsel toplantılar 1822'den beri kesintisiz olarak sürüyordu. Kongrelerin arkasındaki duygu, önceleri milliyetçilik ve liberalizmin uyumlu bir karışımıydı. Fakat, bu ikisi arasındaki uyum, Prusyalı toprak sahibi Aristokrasi, yani junkerler, 1860'larda Alman devletlerini birleştirmek için kolları sıvayınca, bozuldu. Bu nedenle, iki kampa bölünme oldu: Milliyetçiler, Alman milli birliğini junkerlerle elele kurmak isterlerken, radikal liberallerin temel hedefi, junker otokrasisini bir orta sınıf demokrasisi ile değiştirmekti. Bu bölünmenin 1860'larda şiddetlendiği bir sırada, Darwincilik Almanya'ya geldi ve yıllık milli bilim kongrelerinde

tartışıldı. Başta Haeckel olmak üzere, radikal liberal biyologlar, Darwinizmi Almanya'da savunmak amacıyla kendileri birleştikleri gibi, muhalifleri tarafından da birleştirildiler; böylece, Darwin'in teorileri burada, başka yerde olduğundan daha çok fırtına kopardı.

1863'te Stettin'de yapılan Alman doğa bilimcileri kongresi, Haeckel'in sunduğu, Darwinciliğin tanıtımını, teoriyi insan topluluklarına da genelleştirecek şekilde anlatmasına rağmen, antipati ile karşılanmıştı. Bu vesileyle, 'evrim, hiçbir insan gücünün; ne tiran'ların silahlarının, ne papazların lanetlerinin bastıramayacağı doğal bir yasadır,' demişti. Ama, Almanya'nın Bismarck ve Fransız-Alman savaşı tarafından birleştirilmesinden sonra, Haeckel farklı tepkiler topladı. Münih'te toplanan 1877 kongresinde, o, hocalarından biri olan Virchow tarafından, onun fikrine göre, ispatlanmamış ve yanlış bir teoriyi desteklediği için azarlanmıştı. Virchow, gençliğinde hem bir milliyetçi hem de liberal idi. Kendisi, 1848'deki başarısız liberal isyanı dsteklediği için, Berlin'deki Charite Hastahanesinden atılmıştı. 1860 yılında bir süre için Virchow, Darwinciliği kabul etmekle birlikte, sonra fikrini değiştirmişti. Virchow, eski liberalliğini de biraz terketmişti, zira Junker hegemonyasını desteklemese de, kabullenmişti. 1878'de, Alman liselerinde Darwinizm öğretilmesi, Prusya eğitim bakanı tarafından yasaklanmış ve Virchow, bu yasayı Reichstag'daki[27] koltuğundan desteklemişti. Alman bilimcilerinin 1877 Münih kongresinde Virchow, Darwinizmi, sosyalist bir doktrin olarak ilan etmişti; radikal liberalizm çöker ve onun yerini sosyalizm alırken, gerçekten de, Darwin teorisi Almanya'da sosyalizm ile ilişkilendirilmiştir. Alman sosyalistleri Haeckel'in evrimci monizmini iyi karşılamışlardı. Kendisi, bu kitleyi, *Evrenin Sırrı* (1899) gibi, görüşlerini açıklayan ve Alman işçi sınıfı tarafından yaygın olarak okunan popüler yorumlar yazarak beslemişti.

Haeckel'den sonra, liberal-Darwinci gelenek, hemen tamamen sona erdi ve Alman bilimindeki ana eğilim, gittikçe artan bir milliyetçilik haline geldi. 1914'de, Baeyer, Ehrlich, Haber, Ostwald ve Planck gibi, doksanüç ünlü Alman bilim adamı ve alimi tarafından imzalanan bir manifesto yayınlandı. Bunda,

---

[27] 1871-1918 arasındaki Alman İmparatorluğu'nda, Bundesrat yanında, diğer yasa koyucu meclis, (Ç.N.)

çağdaş Britanyalı ve Fransız bilim adamları intihal[28] ile suçlanıyor ve bir çok keşifte Alman bilim adamlarının öncülüğüne, Almanya dışında saygı gösterilmediği iddia ediliyordu. Bazı önde gelen Almanca-konuşan bilim adamları ise bu manifestoya destek vermediler. Ama, aralarında Einstein da olan bu kişiler, bir azınlık oluşturuyordu. Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra, bazı Alman bilimcileri, özellikle Lenard ve Stark, aşırı milliyetçi olmuşlardı; onlar, daha Hitler'in nasyonal-sosyalist partisi kurulmadan, Alman ırkının ve kabiliyetlerinin içkin üstünlüğü, v.b., gibi, bu partinin karakteristik doktrinlerini, savunuyorlardı. Stark ve Lenard kadar ileri giden Alman bilimcisi azdı. Fakat, nasyonal-sosyalist parti 1933'de iktidara gelince, onların çoğu, amaca ulaşmak için kullanılan bazı yöntemleri olmasa da, daha büyük bir Almanya için sarfedilen gayretleri destekleyerek, partinin politikasına ve yaptıklarına göz yumdu. Başta Max von Laue gibi, bazı Alman bilim adamları ise, Drittes Reich[29] dönemindeki milliyetçilikten hiç etkilenmeden kaldılar. Ama bunlar yine bir azınlıktı.

1933'ten itibaren, Alman milliyetçiliği Alman bilimini, çoğu kez istemeden, zayıflatmağa başladı. İmtiyazlı bir ırk olduğu ve bu ırkta, sezgi ile verilen üstün bir anlayışa sahip olan imtiyazlı kişiler bulunduğu şeklindeki, nasyonal-sosyalist görüş ile, modern bilimin özellikleri arasında esaslı bir terslik bulunuyordu. Zira, modern bilim daima, insanların çoğunluğunu eşit; araç ve yeterli eğitim verilirse, onların doğa karşısında, aynı şeyleri gören ve aynı sonuçlara varan eşdeğer gözlemci olacağını kabul etmişti. Evrendeki tüm gözlemcilerin eşdeğer ve simetrik olduğu postülatı, Einstein'ın relativite teorisinin temelini oluşturuyordu. Özellikle bu postülat, Stark ve diğerleri tarafından kınanıyordu. Toplumsal gözlem ve usa vurmaya karşı, imtiyazlı sezgi üzerine yapılan vurgu, Alman üniversitelerinde fen konuları okuyan öğrenci sayısında düşmeye neden oldu. Bu düşme, en çok teorik fizikte dikkat çekiyordu. Matematik ile doğa bilimi okuyan Alman öğrencilerinin sayısı, 1932-33, Kış yarıyılında 12.951 iken, 1936-7'nin aynı yarıyılında, sadece 4,616 idi. Düşüş, yine büyük olmakla beraber, mühendislik gibi daha pratik konularda daha az belirgindi. Bu alana ait sayılar, aynı dönemlerde, 14,477 ve 7,649 idi. Bu öğrencilere verilen eğitimin kalitesi de düşmüştü. Çünkü, siyasi

[28] başkasının buluş veya eserini, kendisi yapmış gibi göstermek, (Ç.N.).

[29] 1933-1945 arasındaki Hitler diktatörlüğü sırasında, Alman Devletine verilen ad, (Ç.N.).

ve ırksal bakımdan uygun görülmeyenler görevlerinden atılmışlar ve yerlerine, genellikle, öncelikli olarak nasyonal-sosyalist sempatilere göre seçilmiş kişiler getirilmişti.

Pratik bilimsel konular okuyan öğrencilerin sayısındaki küçük düşme, Drittes Reich döneminde Alman biliminde özendirilen bir ampirizmi yansıtmaktadır. 1937 yılında, Stark, *Das Schwarze Korps*'da ve keza İngiliz dergisi *Nature*'da yayınlanan bir makalesinde, kendi tercih ettiği pragmatik ve pratik bilimi, beğenmediği ve geniş ölçüde bir Yahudi ürünü olduğunu iddia ettiği, dogmatik ve teorik bilim ile karşılaştırıyordu. Ampirizm, Drittes Reich döneminde Alman bilimi tarafından tercih ediliyordu. Zira, bu eylemci insanı[30] yüceltme politikasına uygundu: ve zira bilimsel teoriler, nasyonal-sosyalizmin öğretilerini yalanlıyordu. Fizikte, tüm gözlemcilerin eşdeğerli olduğu hakkında bir postülat yeraldığı gibi, biyolog ve antropologların buldukları da her zaman Alman ırk teorisi ile uyuşmuyordu.

Nasyonal-sosyalizmin ruhu, zamanla Alman bilim adamlarına bulaşınca, onlar kendilerini, bilim toplumunun başkaları ile eşit mevkideki üyeleri gibi değil, büyük ve önder bilim adamları olarak görmeye başladılar. Hem milli ve hem de kişisel düzeyde, kendini yüceltme yönünde bir eğilim başladı. Lenard, X-ışınlarını keşfedenin, Röntgen değil, kendisi olduğunu iddia etti. Gerlach ise, Aralık 1944'e gelindiğinde bile, atom araştırmaları ile ilgili olarak, 'Şu anda, hala Amerika'dan önemli bir arayla önde gittiğimize kaniyim', diyordu. Aynı görüş, bir yıl önce, çekirdek fiziği üzerine, Alman araştırma konseyi'nin onursal başkanı olan Goering'e gönderilen resmi bir raporda da ifade edilmişti. Liderlik ilkesi de, araştırma bölümlerinin başkanlarını, astlarından gelen önerileri benimseme yönünde özendirmiyordu. Anlaşıldığına göre, Heisenberg de, 1941 yılında Houtermans'ın yaptığı, atom patlayıcıları olarak kullanmak üzere, uranyumdan daha ağır elementler üretecek bir uranyum reaktörü inşa edilmesi konusundaki öneriye önem vermemişti.

Alman bilimine nasyonal-sosyalizmin nüfuz etmesi, astrolojik öngörülerin canlanmasından, bazı Alman hekimleri tarafından insanlar üzerinde manasız ve zalimane deneyler yapılmasına kadar bir çok şeye yol açmıştı; fakat, onun en önemli tek tarihi sonucu, Almanya'da temel araştırma ve onun uygulamalarının düşmesi ve bununla birlikte, askeri gücün azalması olmuştur.

---

[30] man of action, (Ç.N.).

Alman mühendislerinin teknik yaratıcılığı ve hünerleri, yaptıkları manyetik ve akustik maymlar, V1, V2 ve uçaklarda görüldüğü gibi, 1930'larda ve 40'larda yüksekliğini korumuştu. Fakat, temel bilimlere dayanan diğer konularda başarıları daha azdı. Almanya'da önemsenmeyen Houtermans'dan başka kimsenin. İkinci Dünya Savaşı'nın en sonu yaklaşana kadar, uranyumdan daha ağır bir element içeren bir atom bombası düşünmediği anlaşılıyor. Kütle numarası 235 olan, hafif uranyum izotopundan bir bomba geliştirilebileceği ileri sürülmüş, fakat Alman bilimcileri uranyum izotoplarının ayrılmasının imkansız olduğunu düşündüklerinden, bu fikirden vazgeçilmişti. Ama gerek ayırma işlemi ve gerekse uranyum reaktörü sayesinde, uranyumdan daha ağır elementlerin hazırlanması, Amerika'da gerçekleştirilmişti. Alman bilim adamları, bir atom reaktörünü sadece bir enerji kaynağı olarak ve ancak çok büyük olursa, bir bomba olarak düşünmüşlerdi. 1945 ortalarına gelindiğinde, hâlâ böyle bir reaktör yapamamışlar, yani Amerika'nın daha 1942 sonunda eriştiği düzeye gelememişlerdi.

Radyo ile konum tayininde, Almanlar, konvansiyonel radyo valflarının koyduğu sınırların üzerine, yani, dalgaboyu bir metre civarındaki radyo dalgaları üretmenin ötesine gitmediler. Britanya'da, geliştirilen magnetron, dalgaboyu birkaç santimetre olan dalgalar verebiliyor, bununla cisimlerin yerlerinin bulunmasında daha büyük duyarlılık ve dış kaynaklardan daha az karıştırma gerçekleşebiliyordu. Yine Almanlar, yöneylem araştırmasının[31], sınırlı bir askeri gücü, en etkili şekilde yaymanın yollarını belirleyebilmek için bilimsel yöntemlerin kullamlmasının değerini takdir edemediler. Halbuki, bu gelişme İkinci Dünya Savaşı'nda, müttefiklere insan ve materyalde büyük bir tasarruf sağladı. Alman'lar İkinci Dünya Savaşı'nda, bilimin değerini genellikle küçümsediler ve genç bilim adamlarının bir çoğunu silah altına aldılar. Alman deneyiminden ortaya çıkan sonuç şudur: Bir toplumu oluşturan ve ayakta tutan değerler eğer biliminkilere ters düşüyorsa, bu toplum modern dünyadaki etkisini gittikçe yitirecektir.

[31] operational research, (Ç.N.).

47. Bölüm

Amerikan ve Sovyet Biliminin Bazı Yönleri

20. YÜZYILDA öne çıkan iki ülke, gelişme dönemlerinde bilimsel gelenekler bakımından birbirleriyle belirgin bir aykırılık içindeydi. Sovyetler öncesinde,—bir non-Euclidyen geometri, periyodik cetvelin tamamlanmış şekli ve şartlı refleksler teorisi gibi Rusların bilime önde gelen katkıları teorik karakterliydi. Aym dönemde Amerika tarafından da başlıca,—anestetikler, telefon, uçak gibi, bilimsel etkinliğin pratik ve uygulamalı şekilleri ortaya konmuştu. Yale'de çalışan Williard Gibbs, 1839-1903, burada dikkate değer bir istisna oluşturmuştu. Onun çalışmaları zaten ne kendi ülkesinde, ne de bir süre için Avrupa'da takdir edilmişti. Bugün[32], iki ülkenin bilimleri daha dengeli durumda olup, aralarında başta görülen tezattan geride fazla bir şey kalmamıştır. Nitekim, Amerikan bilimi, eski ampirik çeşnisinin çoğunu kaybetmiş olup, Sovyet biliminde de, felsefi veya ideolojik karakterli teorik zıtlaşma, artık kaybolan bir özellik konumundadır. Ulusal kendine özgürlükler, her iki halde de, bilimsel etkinliğin evrensel süreçler ve kavramlar kullanmayı gerektiren muazzam gelişmesi tarafından, silip süpürülmüştür.

Amerikan bilimsel geleneğinin kökü, İngiltere'dekine gitmekte olup, uzunca bir dönem, iki gelenek arasında bir benzerlik sürmüştür. Lakin, Amerika'da bilimin pratik yönüne daha başından itibaren, İngiltere'de olduğundan daha fazla ağırlık verilmiştir. Gördüğümüz gibi, onyedinci yüzyılda, İngiltere'deki Püritanlık ile bilimsel etkinlik arasında bir ittifak bulunuyordu. Ve yine, koloni idaresi sırasında, Kraliyet Derneği'ne en fazla sayıda üye veren yerlerin, Amerika'nın püritan eyaletleri olduğunu görüyoruz. Amerikalı dernek üyelerinden onbiri New England'dan, üçü Pennsylvania'dan, üçü Virginia'dan ve biri de Carolinalardan çıkmıştı. Püritanlık, bilime, pratiğe yönelik bir eğilim veriyor; bilimin yarar için kullanılışına, 'hayırlı iş' olarak bakıyordu. İlk önemli Amerikan bilimsel derneğinin adı, Yeni Dünya'daki bilimin yararcı doğrultusunu gözler önüne sermektedir: Bu, 1743'de Philadelphia'da Benjamin Franklin, 1706-90, tarafından kurulan, *Yararlı Bilgileri Destekleyen Amerikan Felsefe Derneği*[33] idi.

---

[32] 1956 yılında, (Ç.N.).

[33] American Philosophical Society for Promoting Useful Knowledge, (Ç.N.).

Amerika'da, 1775-82 yılları arasında bir krize dönüşen, İngiltere'den bağımsızlık hareketi ile birlikte, genel bir entellektüel uyanma ve özellikle, bir bilimsel faaliyet patlaması görüldü. O dönemin en önemli Amerikalı bilim adamı, yıldırımın elektriksel niteliğe sahip olduğunu gösteren ve yıldırımsavarı icadını bu keşfe dayandıran, Benjamin Franklin'dir. 1780'de İngiltere'de, sivri bir çubuğun mu, yoksa yuvarlak bir kürenin mi daha iyi bir yıldırımsavar olduğu konusunda bir anlaşmazlık vardı. Bu, herhalde Benjamin Franklin'in, Amerikan bağımsızlık hareketinin önde gelen simalarından biri olduğu gerçeğinden tamamen bağımsız değildi. Hareketin öte yanında, diğer bir dikkat çekici Amerikan bilim adamı, yani Kont Rumford bulunuyordu. Fakat, Avrupa'ya göç edene kadar onun bilime fazla bir ilgi duymadığı anlaşılmaktadır. Rumford, Londra'daki Kraliyet Kurumu'nun esas kurucusudur. Ve ne gariptir ki, bunun Washington'daki benzeri olan Smithson Kurumu'nun[34] kurulması için imkan sağlayan da, bir İngiliz olan James Smithson'dur, 1765-1828. Smithson, Birinci Northhumberland Dükü'nün yasal olmayan oğlu idi. Baba, oğlunu aleni olarak tanımayı reddettiğinden, Smithson, aristokrasiye karşı genel bir antipati duyarak, Amerikan bağımsızlık hareketini ve Fransız ihtilalini desteklemişti. Smithson, 1828'de ölürken, servetini, 'bilginin insanlar arasında yayılması ve çoğalması' amacıyla bir kurum kurulması için, Amerikan hükûmetine miras bırakmıştı. Amerikan hükûmeti bu parayı 1838'de almış ve 1846'da, Smithson Kurumu'nun ilk müdürü olarak, Joseph Henry, 1799-1878, atanmıştı. Henry, Amerika'da,

'bir çok kişinin, bilimin, yaşamın pratik sanatlarına uygulanmasında büyük başarı kazandığını, fakat yeni olgular keşfetmek ve geliştirmek için kendini sürekli zahmet ve sabırlı düşünceye hasredenin az olduğuna,' işaret etmişti.

Henry, bu nedenle, Kurumu bir temel bilimsel araştırma merkezi yapmaya çalıştı. Buna rağmen, örneğin Amerikan iç savaşı sırasında, Kuzey hükûmetine askeri buluşlar üzerine baş danışman olarak atanan Henry, uygulamalı araştırma yapmak zorunda kaldı.

Amerikan bilimsel geleneğinin şekillenmesinde oldukça büyük bir etkisi olan kişi, Thomas Edison'dur. 1847-1931. Henry Ford, Edison hakkında,

[34] Smithsonian Institution, (Ç.N.).

'teorik bilim adamı ile pratik bilim adamı arasındaki farka, kesin olarak son verdi. Öyle ki, biz bugün bilimsel keşifleri, onların insanın ihtiyaçları için şimdi ve gelecekteki uygulama olasılıklarıyla birlikte düşünüyoruz. O, endüstri'den eski göz kararına dayanan yöntemleri atarak yerlerine kesin, bilimsel bilgiyi sokmuş; diğer yandan da, bilimsel araştırmayı yararlı kanallara yöneltmiştir,' demiştir.

Edison'un, 1876'da Menlo Park'ta kurulan 'icat fabrikası', büyük endüstriyel araştırma laboratuvarlarının bir prototipi idi. Burası, İkinci Dünya Savaşı'ndan önce, Amerika'da bilimsel araştırmaya ayrılan olanakların en büyük kısmına sahipti. Bu laboratuvarlarda, çalıştırılan ve temel bilimi Edison'dan daha iyi bilen, örneğin Irving Langmuir gibi kişiler, oldukça önemli buluşlar yaptılar. Irving Langmuir, 1909'dan 1950'ye kadar, General Electric Company, laboratuvarlarında çalıştı.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, Amerikan Bilimi'nin tek yanlı karakteri üzerinde Birleşik Devletler'de oldukça fazla endişe dile getirildi. Atom bombası, geniş ölçüde teknik maharet ve önemli maddi kaynaklar ayrılarak gerçekleştirilmişti. Temel bilimsel bilgi ise, esas olarak Avrupa'da gelişmişti. Alman deneyimine göre, temel teori alanındaki bir başarısızlığın, uzun vadede, politik ve askeri başarısızlığa yol açacağı görülüyordu. Başkan Roosevelt'in talebi üzerine, savaş döneminde Bilimsel ve Teknik Araştırma Dairesi'nin müdürü olan Vannevar Bush, konu hakkında 1945'de yayınlanan, resmi bir raporda,

'Uygulamalı araştırma ve teknoloji alanlarındaki ulusal üstünlüğümüz, bizi,—tümüyle yeni bilgi ve temel bilimsel yasaların keşfi gibi—pür araştırmada, Amerika'nın ikinci sırada bulunduğu gerçeği karşısında körleştirmemelidir.....Gelecek nesilde, teknik ilerleme ve temel bilimsel keşif, ayrılmaz hale gelecektir; temel bilgilerini ödünç alan bir ulus, yenilik yarışında ümitsiz bir şekilde engellenmiş olacaktır,' diyordu.

Bu durumu düzeltmek için, Bush, sadece temel bilimsel araştırma yapılmasına yönelik bir, Ulusal Araştırma Vakfı kurulmasını önerdi. İki yıl sonra, Birleşik Devletler Başkanı'na *Bilim ve Kamusal Politika* üzerine bir rapor sunan Steelman da, bunu daha ayrıntılı şekilde belgeleyerek, aynı sonuçlara varmıştı. Konu Amerikan Kongresi'nde de tartışıldı ve 1950 yılında,

Ulusal Bilim Vakfı[35] yasalaşarak, temel araştırma için kaynaklar tahsis edildi. Fakat burada bile, pratik Amerikan geleneği kendini dışa vurmuştu. Zira, yasanın bir maddesi, Vakfın, Savunma Bakanlığı tarafından istenebilecek, askeri karakterli uygulamalı araştırmaları başlatmak ve desteklemekle yükümlü olduğunu hükme bağlıyordu.

Amerikan bilimsel geleneğinin yararcı karakteri, belki yakın zamanlara kadar, Birleşik Devletler'in nüfusunun göreceli olarak az olmasına karşın, doğal kaynaklarının zengin olmasıyla ilişkiliydi. Böyle bir durum, emek-tasarrufu yapan aletlere ve büyük uzaklıklarda haberleşme ve yolculuk sağlayan yöntemlere prim veriyordu. Dolayısıyla, araştırmalar bu pratik sonuçların alınmasına yönelmişti. Üstelik, öncü topluluklarında, genellikle yararlı sanatlara itibarlı bir konum ayrılmış ve daha çok teorisyen olan bir kişiye başarısız biri gibi bakılmıştır. Örneğin, ondokuzuncu yüzyılın sonlarında, Willard Gibbs'in Yale'de termodinamik ve istatistik mekanik üzerine yaptığı teorik çalışmaların bile pratik yararının azımsanması yüzünden, kendisini değiştirmek için bir hareket yaşanmıştır. Günümüzde, doğal olarak, Birleşik Devletler'de, çok miktarda temel araştırma yapılmaktadır; fakat yararcı gelenek sürmekte ve disiplinlerin en soyut ve en teorik olanını, yani felsefeyi renklendirmekte ve ona şekil vermektedir. Hemen tümüyle Amerikan kaynaklı olan bir düşünce ekolü, başta Charles Peirce, 1839-1914, ve William James, 1842-1910, ile gelişen, felsefi pragmacılıktır. Bilim felsefesi alanında, pragmacılar, bilimsel tanım, kavram veya teorinin, içine aldığı işlem kümesinden başka bir şey olmadığını iddia ederler. Böylece, 'uzunluk', uzaysal ölçümler yaparken kullanılan, bir pratik işlemler dizisi ile tanımlanır. Bir kavramı tanımlarken kullanılan böyle işlemler, mutlaka fiziksel değildir. Bunlar kağıt-kalem, veya bazı matematik tanımlarda olduğu gibi, sırf akıl işlemleri de olabilir. Fakat, bilimsel bir fikir veya tanımın anlamının içeriğinin ne olduğu problemine, daha statik ve düşünsel olan Avrupa'dan farklı yaklaşılarak, bunlar, *eylemler* olarak düşünülür. Pragmacılar, genellikle, William James'in dediği gibi, 'ona inanmak yaşamlarımız için kazançlı olduğu sürece, bir fikir "doğrudur"', görüşüne eğilim gösterirler. William James, 'doğru, uzun vadede, ve yolun bütünü üzerinde, bizim düşünce tarzımızda bir kestirmedir', diye

[35] National Science Foundation, (Ç.N.).

yazmıştır. Böyle bir felsefe, esasında, düşünce konusuna, onların yararcı önemi açısından yaklaşan, öncü ve pratik bir insanın bakışının açık ve genelleştirilmiş bir ifadesidir.

On dokuzuncu Yüzyıl Amerikası'nın aksine, o zaman için bilinen doğal kaynakları, eski Stuart İngilteresi'nde veya On sekizinci Yüzyıl Fransası'nda olduğu gibi, hükûmet tarafından verilen tekeller tarafından sıkı bir şekilde kontrol edilen eski Rusya'da, işçi kıtlığı yoktu. İngiltere ve Fransa'nın bu eski dönemlerinde olduğu gibi, böyle bir durum bir muhalefet ve isyan ruhu aşılıyor ve ondokuzuncu yüzyılın Rus aydınları da, bir yüzyıl önceki Fransız filozofları gibi, bilim teorilerini, içinde yaşadıkları toplumu ayakta tutan inançları sorgulamakta kullanıyorlardı. Bunlar, diğer şeyler arasında, Darwinizme de sarıldılar. Darwin teorisinin, kendi sosyal teorilerini destekler gördükleri yüzü, yani—verilen bir türün organizmaları arasındaki işbirliği ilişkisi—üzerinde durdular. St. Petersburg'dan Zoolog Kessler, 1880'de, *Karşılıklı Yardımlaşma Yasası Üzerine,* adlı bir eser yayınladı. Onu izleyen, Prens Kropotkin ve Novikov'un topladığı, tür içi işbirliğini kanıtlayan malzemeler, yirmi yıl sonra yayınlanmıştır. Belki, onsekizinci yüzyılda Fransız bilimi için geçerli olan aynı nedenlerle, ondokuzuncu yüzyıl Rus biliminin de, teorik ve spekülatif bir karakter taşıdığı söylenebilir. Teknik girişim ve bilimin uygulaması, o dönemin koşulları yüzünden sınırlıydı. O koşullar, aynı zamanda, bilimle ilişkili ve o dönemde üretilen bilimin karakteristiklerine şekil veren, teorik eleştiriye de davetiye çıkarıyordu. Ondokuzuncu yüzyılda Rus ve Amerikan bilimlerinin karakterleri arasındaki teorik-pratik karşıtlığını doğuran faktörler, onsekizinci yüzyıldaki İngiliz ve Fransız bilimi arasında benzer bir karşıtlığa götüren faktörleri andırıyordu. Gerçekten de, Amerikan bilimsel geleneği en başta İngiltere'den çıktığı gibi, Rus geleneği de, önce Fransa'da başlamıştı. I. Petro[36] tarafından 1724'te kurulan St. Petersburg Bilimler Akademisi için, Paris Bilimler Akademisi bir model olarak alınmış ve onsekizinci yüzyıl sonlarında, en ünlüleri Diderot olan bazı Fransız bilginleri St. Petersburg'u ziyaret etmişlerdi. Gördüğümüz gibi, St. Petersburg Akademisi'ne, bir zaman için yabancı bilimciler atanmıştı. Bunların arasında, önce İsviçreli Euler ve Bernoulli'ler; sonra, embriyolog Wolff ve von Baer gibi Almanlar geliyordu.

[36] Türk tarihinde, Deli Petro adıyla anılan çar, (Ç.N.).

İlk dikkate değer Rus akademisyeni, Lavoisier tarafından sözü edilen ve flojiston karşıtı bir teorisyen olan Lomonossov'dur, 1711-65. Daha sonraları, çoğunlukla, yerel üniversite ile ilişki içinde, Moskova, Kazan, Harkov, ve Kiev, vb., başka yerlerde de, bilimsel dernekler kuruldu. Uzakta bulunan Kazan'dan, Lobachevsky, 1793-1856, yetişti; kendisi, 1830 yılında, Euclidyen olmayan ilk kapsamlı geometri sistemini ortaya koydu.

Rus devrimi sırasında, Fransız devriminde de olduğu gibi, bilimcilerin eylemleri pratik sonuçlara yönelik iken, bir yandan da daha çok bilimci yetiştirmek ve ülkede bilimsel etkinliğin hacmini genişletmek için girişimlerde bulunuldu. Rus devrimini izleyen karışıklıklar, Fransızlarınkini izleyenden daha büyüktür. Bu yüzden, bu girişimler 1930'lara kadar meyve vermedi. Sovyet Bilimler Akademisi'nin Başkanlarından Vavilov'un, Rus biliminin kısa tarihinde yazdığına göre, 1920'lerin sonuna doğru, Sovyetler Birliği'ndeki üniversite öğrencisi sayısı, devrim öncesindeki düzeye çıkmış olup, 91 üniversite ve koleje dağılan 112,000 kişiye ulaşmıştı; 1941 yılına gelindiğinde ise, bu sayı, 800 öğrenim kurumunda okuyan 667,000 öğrenciye yükselmişti. Özgün araştırma makalelerini yayınlayan bilimsel Rus dergilerinin sayısı, bu öğrenimden geçenlerin yaptıkları iş miktarını gösteren bir indekstir. Vavilov'a göre, devrimden önce bu çeşit sadece bir dergi olup, bunun da tirajı 200 kadardı. 1948'e gelindiğinde, herbirinin tirajı 5,000 civarında olan beş ayrı dergi çıkmakta idi. 1950'lerde, Sovyet bilimsel potansiyelinin oldukça büyük ve eğer Amerika'yı geçmiyorsa, ona rakip olduğu ortaya çıkmıştı. Burada artık, temel Sovyet bilimsel dergilerinin tamamını İngilizceye çevirmek bir adet olmuştu. Biraz önce değilse, aşağı yukarı aynı zamanda, İngilizce çıkan bilimsel yayınlar da düzgün bir şekilde Sovyetler Birliği'nde Rusça'ya çevirilmekteydi.

Eski Rusya'da ihtilalin ruhuna işleyen ve Sovyetler Birliği'nde bilimi etkileyen felsefe, yani diyalektik materyalizm[37], Karl Marx, 1818-83, ile ortaya çıkmış ve ilk kez *Doğanın Diyalektiği*'nde, Friedrich Engels, 1820-95, tarafından, bilimsel sorunlara uygulanmıştı. 1920'lerde, Sovyetler Birliği'nde bilim adamları Engels'in çalışmalarını ele aldılar ve özellikle 1945-55 arasında bir süre, diyalektik materyalizm ve bilimsel teori arasındaki ilişki hakkındaki tartışmalar, Sovyet biliminde dikkat çeken bir konu haline geldi. Diyalektik

[37] eytişimsel maddecilik, (Ç.N.).

maddeciler, bilimsel teorilerin şu görüşlere dayanmasını istiyorlardı: Birincisi, insanın ortaya çıkmasından önce varolan ve o olmadan da varlığını sürdürecek olan maddesel bir evren olduğu ilkesi; ikincisi, evrendeki her nesne ve sistemin, insanın bilimsel yöntem aracılığıyla sınırsız olarak öğrenebileceği ve açıklayabileceği nedensel örgülerle birbirine bağlı olduğu ve böylece kazanılacak bilgilerin doğanın gerçek çalışma şekline zamanla sınırsız bir yaklaşım oluşturacağı; üçüncüsü, doğadaki sistemlerin iç yüzü hakkında en iyi anlayışa, onların kaynakları, şekillenme süreçleri ve tarihsel evrimlerinin sorgulanarak varılabileceği; dördüncüsü, böyle süreçlerin, birbirinin tersi olan ve birbirleriyle etkileşerek o süreçlerin itici gücünü veren iki temel öğe taşıdığı; beşincisi, her doğal sürecin, yapısal olarak sınırlı olduğu ve içindeki itici güç ortadan kalktığı veya çözüldüğü zaman bir son bulacağı, fakat, bunun kendi içinde, başka ve çok farklı bir sürecin işlemesine yol açacağıdır. Diğer bir deyişle, herhangi bir sürecin nicelik bakımından bir hareketi; sonunda, o sürecin karakterinde niteliksel bir değişme meydana getirecekti.

Tek başına, bu öğretilerin biri bile, diyalektik maddeciliğe özgü olmamakla birlikte, seçilen özel kombinasyon için bu böyledir. Alman doğa-filozofları, bunlardan son üçüne taraftar, fakat ilk ikisine karşıydılar. Zira, onlar, akıl veya ruhun en yüksek gerçek olduğunu, doğanın, ruhun özhareketinin, kendini dışa vuran belirtisi olduğunu iddia ediyorlardı. Yalnız özhareket içinde, nedensel bir gelişim örgüsü bulunuyordu. On dokuzuncu yüzyılın mekanikci filozoflarının çoğu, ilk üç öğretiyi kabul ederken, son ikisini geçersiz buluyorlardı. Çünkü onlar, doğal süreçlerin, genellikle, yürütücü güçlerin doğrusal neden-etki zincirlerinden oluştuğunu; neden-etki farklılığını bulandıran, öğeler arası etkileşme karmaşasından oluşmadığında ısrar ediyorlardı. Lakin, doğa-felsefesi ondokuzuncu yüzyılda gözden düştüğü gibi, yirminci yüzyılda da, mekanikçi felsefenin öğretileri hakkında kuşkular oluştu. Mach'a dayanan düşünce ekolünün ileri sürdüğüne göre, bağımsız bir maddesel dünya postüle etmek, metafiziksel bir gereksizlikti. Zira, bilimciye yalnız duyu algıları doğrudan verilmiş olup, bunlar yasalar ve bağıntılarla organize edildiği takdirde anlamağa yaramakla birlikte, hipotetik maddesel dünyanın kendisi hakkında hiçbir bilgi vermemekteydi. Heisenberg'in Belirsizlik İlkesi de, bir bilimcinin fiziksel dünya hakkında elde edebileceği bilginin belirli bir sınırı olduğunu belirtiyordu: Bir atom-altı taneciğin momentum ve konumunun

belirlenmesinde, indirgenemeyen bir belirsizlik daima kalacaktı. Son olarak da, özellikle bazı Batılı antropolog ve sosyologlar tarafından, tarihsel yaklaşımın yararı hakkında kuşkular dile getirilmiştir. Bu kişiler, ilkel veya ileri toplumlarm statik sosyal yapılarının incelenmesinin, bunların problematik tarihsel evriminin araştırılmasından daha aydınlatıcı olduğunu iddia ederler.

Klasik geleneğe bağlı Batılı bilim adamları, ondokuzuncu yüzyılın bilimsel görüşlerine yöneltilen bu eleştirileri kabul etmeğe isteksizdi ve onların bir çoğu, diyalektik maddecilik ve mekanikci felsefenin ortak öğretileriyle ilgili sorular karşısında, Sovyet bilim adamlarının takındığı aynı tavrı aldılar. 1940'larda Amerika'da Einstein ve Fransa'da, de Broglie, Sovyetler Birliği'ndeki bazı fizikçilerle birlikte, fiziksel olayların aslında tam olarak belirli olduğu; Belirsizlik İlkesi'nin, yalnızca, kuvantum mekaniğinin bugünkü haliyle tamamlanmamış bulunduğunu gösterdiği, şeklinde görüşlerini açıkladılar. Onların düşüncesine göre, bugünkü haliyle kuvantum mekaniği, esas olarak, başta atomlar ve atom-altı taneciklerden oluşan, büyük sayıdaki fiziksel sistem topluluklarını, istatiksel olarak ele alan bir yöntemden ibarettir. Bu nedenle, bu teoriye dayanarak, bireysel sistemler veya tek bir tanecikle ilgili nihai ifadeler kullanmak geçerli olamaz. Örneğin, belirli sayıdaki radyoaktif atomların yarısının bozunması için gereken zaman, belirli bir duyarlılıkla belirlenebilir. Fakat, henüz, belirli bir atomun ne zaman parçalanacağı şimdilik bilinememektedir ve gösterilmiştir ki, bilmenin önündeki bu engel, eğer kuvantum mekaniği teorisinin bazı temelleri terkedilmezse, ilke olarak hiç aşılamayacaktır. Böylece, Einstein, de Broglie ve Sovyet fizikçilerinden başta Landau olmak üzere bazıları, kuvantum teorisinin geçici bir teori olduğuna; onun, bulunacak daha geniş bir genelleştirmenin bir sınır durumu olacağına inanıyorlardı. Böyle bir genelleştirme içinde, tek bir atomun davranışı, daha belirli ve anlaşılabilir olacaktı. Bu fizikçilerin öğrencileri, böyle daha geniş bir teorinin temelini oluşturmak üzere, tanecikleri elektromanyetik alanların tekillikleri olarak gören, kavramsal bazı modellerin sonuçlarını araştırdılar.

Sovyet biyolojisinde, buna benzeyen, ama daha büyük ve daha karmaşık olan bir tartışma, yaşayan organizmalardaki kalıtsal değişmelerin belirli mi, yoksa belirsiz mi olduğu konusundaydı. 1930'lardan itibaren, Sovyet biyologu Lysenko, bitki yetiştiricisi Michurin'in çalışmasını izleyerek, kalıtsal yapının,

büyümenin bazı erken dönemlerinde kararsız veya 'sarsak' olduğunu; bu evrede bitkinin, tohumlarının ve bu şekilde yavrularının yeni koşullara uyumunu sağlatmak için çevrenin neden olduğu değişikliklere duyarlı bulunduğuna ilişkin kendi teorisini geliştirdi. Ondokuzuncu yüzyıl ortalarından beri genellikle bilindiği gibi, İlkbaharda ekildiğinde normal olarak başak vermeyen kış buğdayları, eğer tohumlar filizlenene kadar ıslatıldıktan sonra ekilmeden önce soğutulursa, olgunlaşabiliyordu. Böylece gençleştirilen tohumlar, filizlendikleri için normal yöntemlerle ekilemiyordu. Fakat 1930 yılında Lysenko, eğer ıslanma ve soğutma azaltılırsa, tohumların filiz vermeden de gençleştirilebileceğini ve böylece normal zirai yöntemlerle ekilebileceğini gösterdi. Olağan şekilde filizlenen kış buğdayları, hiçbir şekilde değişmiyordu. Onlardan üreyen tohumlar kış buğdayları idi ve bunlar kış yerine ilkbaharda ekilirse, gençleştirme gerektiriyorlardı. Lakin, uzun süre denedikten sonra, Lysenko, belirli kritik gençleştirme koşulları altında, bitkilerin kalıcı olarak ilkbahar buğdayına dönüştüğünü ve tohumları bundan sonra gençleştirmeye gerek olmadığını iddia etti.

Lysenko ve ekolü olan, Michurinciler, bundan sonra, genetik değişikliklerin genellikle, yeni çevre koşullarına uyum sağlamadığını belirten görüşleri nedeniyle, Mendelci genetikçilerin teorisine hücum ettiler. Genetik teorisi ve onun ziraate uygulanması, Sovyetler Birliği'nde Lenin Zirai Bilimler Akademisi'nin himayesinde 1934'ten itibaren düzenlenen bir konferans dizisiyle geniş bir şekilde konuşuldu. 1948'den sonra, Sovyet Mendel genetik okulu geçici olarak dağıtıldığında, Michurinci görüş orada kısa bir süre için hakim konuma geldi.

Yaklaşık olarak aynı zamanda, astronomi, kimya, tıp, psikoloji ve antropolojide, genellikle kabul edilen teoriler, Sovyet bilim adamları tarafından, diyalektik maddeciliğin ilkelerine ters düştüğü gerekçesiyle eleştiriliyor ve bu durum hem Sovyetler Birliği'nde ve hem de Batı'da tartışmalara neden oluyordu. Lakin bu tartışmalar, kısa sürede baştaki hızının çoğunu kaybetti. Çünkü ekonomik verimi olan uygulamalı bilimin, gelişmesini tamamlayan ve artık bilginin doruğunda olmayan teorilerin felsefesinin tartışılmasından çok, laboratuvar ve tarlada yeni ve daha doğru temel teorilerin geliştirilmesine bağlı olarak ilerleyeceği, artık genel olarak takdir edilebiliyordu.

48. Bölüm

Bilim ve Tarih

EĞER BİLİMİN ne olduğunu ve tarihte neyi gerçekleştirdiğini tanımlamak istersek, her zaman ve her yer için doğru olan bir tanım formüle etmekte zorlanırız. Tunç Çağı uygarlıklarının bilimi, karakterce eski Greklerinkinden bariz bir şekilde ayrılırken, Grek bilimi de, modern dünyada bilimin gösterdiği çok yönlü özelliklerin sadece bazılarına sahipti. Çağlar boyunca bilimin değişen karakterinin arkasında, bir süreklilik öğesi de bulunuyordu. Zira insanlar her dönemde, kendilerine miras kalan bilimin bazı yönlerini geliştirmiş ve büyütmüştür. Buna uygun olarak, belki bilimin; doğal dünyaya dair birbiriyle ilişkili teknikler, ampirik bilgiler ve teorilerden oluşan bir birikim hazinesini tarih içinde geliştiren bir insan etkinliği olduğunu söyleyebiliriz. Bilim tarihi konusunda Amerikalı otorite Sarton, bu yönden bilimin, 'gerçekten kümülatif ve ilerici olan tek insan etkinliği,' olduğunu düşünmektedir. Ama, şimdiye kadar bilimin sadece bir kısmı kümülatif olmuştur. Bunlar, onun pratik teknikleri, ampirik olguları ve yasalarıdır. Uzun bir zaman ölçeğinde hüküm verilirse, bilim teorileri şimdiye kadar kısa ömürlü olmuştur. Greklerin bildiği, kaldıraç ve ışığın yansıması ile ilgili yasalar, bilimin daimi mirasının parçası haline gelmiştir. Fakat, Greklerin bilimsel teorileri, artık sadece tarihsel bir önem taşımaktadır. Benzer şekilde, bilimsel etkinliğin şimdiki temposu sürdüğü takdirde, bugünün bilimsel teorilerinden herhangi birinin uzun süre değişmeden kalabileceğini de düşünemeyiz.

Tunç Çağı uygarlıklarında matematik ve astronomi, hesap tutmak, alan ölçümü, ve takvim yapmak için kullanılan yararcı tekniklerdi. O zamanlar, bilimler, ağızdan sözle verilmek yerine yazılı kayıtla iletilmekten başka, zanaatkarın becerisinden karakter bakımından pek farklı değildi. Eski Grekler, ampirik yoldan öğrenilen belirli bir sınıfa ait olguların, teorik yoldan ispatlanabileceğini ve Pythagoras teoremi veya kaldıraç yasalarının örneklerinde olduğu gibi, benzer tüm durumlarda da geçerli olduğunun

gösterilebileceğini keşfederek, bunu genelleştirmede önemli bir ilerleme başardılar. Grekler geometriyi, astronomik gözlemleri teorik olarak yorumlamak için de kullandılar, öyle ki, ampirik veriler artık kozmolojik teoriye niceliksel bir yapı vermeğe de başlıyordu. Lakin, Greklerin başat dünya sistemleri, gök cisimlerinin Dünya'ya üstün olduğu inancının etkisindeydi. Bu bakış, onları, Dünya-merkezli, homosantrik veya episiklik bir sistem tercihine götürdü. Bu iki sistemin de son şekli, antik çağda bilinen olgularla bile çelişmekteydi. Üstelik, Grekler bazen deneyler yapmakla birlikte, tutarlı bir deneysel yöntem geliştirmedikleri gibi, bilimi, belki askeri mühendislik ve genel dünya haritaları yapmak dışında, yeni alanlara uygulamadılar.

Bilim, Grekler zamanında önüne konulan sınırları, arkadan gelen, Roma, Müslüman dünyası ve Ortaçağ Avrupası'nda, aşamadı ve bu uygarlıklara etkisi fazla olmadı. Lakin, tarihin modern döneminde, bilim ve bilimi destekleyen güçler, tarihsel değişim üzerinde gittikçe artan bir etki göstermişlerdir. Deneysel sorgulama, onyedinci yüzyılın ilk on yıllarında konuşulan, niteliksel-tümevarımcı ve niceliksel-tümdengelimci yöntemlerle birlikte, sonunda bilimlerin tümünde yavaş yavaş kendine uygun bir yer ve uygulama buldu. Bunlar, önce mekaniğe ve astronomiye uygulanarak, güneş sisteminin nasıl çalıştığını açıkladı, sonra elektriğe, kimyaya, biyolojiye ve diğer bilimlere uygulanarak, bu konuları sırayla daha kesin ve verimli hale getirdi. Bu gelişmeler, insan düşüncesinin kökünden dünyevileşmesine yardımcı olurken, bilim, ister sempati ister antipati yüzünden olsun, tüm genel düşünce sistemlerinde gittikçe daha önemli bir yer aldı. Endüstrileşmiş ülkelerde bilim, evrenin doğası ve insanın onun içindeki yeriyle ilişkili olarak, genel olarak kabul edilen düşünceleri şekillendirdi. Bilimin uygulamaları da, alan ölçümü ve takvim yapmak gibi, klasik sınırları aşarak, önce denizciliğe, sonra endüstriye, ziraate ve tıbba yayıldı. Bu şekilde meydana gelen değişiklikler, eski gelenekleri ve eski yaşam tarzını yıkarak, modern uygarlığın karakterini şekillendirmekte çok yardımcı oldu. Öyleki, modern uygarlığın, örneğin Doğu'ya yayılmasından söz ettiğimiz zaman, biz, en başta, bilimin ve onun uygulamalarının yayılmasını kastederiz.

Bilimin uygulamalarının uzun vadeli sonuçları, bu yüzyıla girmeden önce iyice anlaşılmış değildi. Her halde, James Watt, kendi buhar makinesinin fabrikalarda kullanılmasının, şehirleri dolup taşıracağını önceden görmüş olamazdı. Ne de Faraday, kendi elektrik araştırmalarının, kamu ulaşımı ve endüstriyel güç nakli problemlerine uygulanmasıyla kurulacak uydu kentlerin, o dolup taşmaya bir rahatlama getirebileceğini görmüş olamazdı. Bilimin neden olduğu uzun vadeli değişimlerin istemeden ortaya çıktığını, belki de en çarpıcı şekilde, onun döneme ve modern bilimi ortaya çıkaran, topluma ait değerlerin gerçekleşmesini sınırlamaya başladığı olgusu göstermektedir. Modern bilimin gelişmesinin arkasındaki itici gücün çoğunu, insanın modern zamanlardaki bireyselliği ve kişisel emeğe verilen değer sağlamıştır; doğayı şahsen araştırma tutkusu bu güce doğrudan katkı yaparken, coğrafya keşif gezileri, zirai ve endüstriyel devrimler gibi, bilimin, bu değerler içinde ifadesini bulan hareketlerle ilişkileri, bu gücü dolaylı olarak sağlamaktadır. Fakat, diğer etkiler arasında, bu değerlerin gerçekleşmesine bilimin uygulamalarının gelişimi de bir sınır koymuş bulunmaktadır. Buhar makinesi, yeni tekstil makineleri, tek başına çalışan el dokumacısını ortadan kaldırmış bulunmaktadır. Bundan sonraki gelişmeler, bireyi faaliyetlerini bağlayan bazı tümleşik organizasyonlar içine çekerek, endüstrinin teknik birimlerini daha da büyük hale getirdi. Bir elektrik santralı kurulurken, bu, bir sürü buhar makinasını ortadan kaldırarak, büyük bir bölgeye hizmet veriyordu; fakat sonradan onun, diğer istasyonlarla ülke çapında bir ağ üzerinden bağlanarak, ulusal bir birim halinde daha verimli çalışacağı anlaşıldı. Son olarak da, atom enerjisi ortaya çıktığında, bunun, özel işletim için fazla pahalı ve güçlü bir gelişme olduğu düşünülerek, tüm ülkelerde, hatta özel girişime en fazla değer verenlerde bile, bir devlet projesi halinde ele alındı.

Bilim, modern dünyada en başta düşünceyi dünyevileştirmiş[38] ve yararcı uygulamaların gelişmesine yol açmış olmakla birlikte, insan değerleri ve hüküm verme ölçütleri üzerinde de bazı etkiler yapmıştır. Bir çok bilim adamı, özellikle biyologlarca, evrim teorisinden bir ahlaki yasa çıkarma girişiminde bulunulmuştur. Fakat, belki bilimsel yöntemin insanın değerlendirmeleri üzerindeki etkisi herhangi bir teoriden çok daha fazla olmuştur. Bilimsel

[38] secularization, (Ç.N.).

yöntem, duygusal ifadelerden ziyade ussal kanıtlara dayanır ve karşıt bakış açıları arasında ampirik kanıtların karar vermesini ister. Bu uygulamalar, bugün kişisel ilişkilerde belki yüz sene öncesine göre, biraz daha genelleşmiş bulunuyor. Fikir ayrılıklarının düello ile karara bağlanması pratiğinin ondokuzuncu yüzyılın, veya o dönemin insanlarının dediği gibi, 'bilimsel yüzyılın' ilk on yıllarında azalmağa başlaması dikkat çekicidir. Bu azalma, özellikle Britanya ve Fransa'nın orta sınıflarında, yani dünya toplumunun bilimsel zihniyete en çok sahip olan kısmında belirgindi. Bilimsel bir tavır içinde olan insanların, ussal ve insancıl bir bakış açısı benimsemeye eğilimi, ondokuzuncu yüzyıl ortalarında, Britanya bilimcilerinin, 1865'de Jamaika'daki bir karışıklığı aşırı bir keyfilik ve barbarlık içinde bastıran vali Eyre'nin politikalarına karşı muhalefetinde görülür. Olaydan. *John Bright'ın Yaşamı* adlı eserinde bahseden, Trevelyan, der ki:

'Tyndal dışında, en iyi bilimsel zihinler,—Darwin, Huxley, Mill, Leslie Stephen, Sir Charles Lyell,— yasa ve insanlık yanında yeralırken; bazan bilimsel tavrın yaşama karşı sertliğinden şikayet ettikleri izlenimini veren,— Carlyle, Ruskin, Kingsley, Tennyson,—kendi davranışlarıyla, duygusalların kaba kuvvet ve 'kuvvetli adam' önünde, düşünmeden tapınmaya ne kadar müsait olduklarını ortaya koydular.'

Bilimsel yöntemin insanın kararları üzerinde biraz etkisi olan diğer bir öğesi de, belki onun dinamik ve yaratıcı niteliğidir. Bilimsel yöntem esas itibariyle, yeni olaylar keşfetmek ve yeni teoriler formüle etmek için bir araçtır. Bu yöntem uygulandığı sürece, eski teoriler sürekli olarak yenileri tarafından devrilerek, bilimler durmadan genişleyen bilgi sistemleri oluştururlar. Amerikalı otorite Sarton bu bağlamda şunları söylemektedir:

'Bilim daima devrimci ve kabul edilenin karşıtı olmuştur; böyle olmak, onun özü gereğidir; böyle olması, ancak o uykuda olduğu zaman, biter.'

Bilimin bu cephesi üzerinde duyarlı olan insanlar, ileriye dönük değerler tarafından heyecanlandırılmaya ve ataleti çok olan kurumlar karşısında sabırsızlanmağa müsaittir. Hatırlayacağımız gibi, Joseph Priestley, 'hemen her soruda, genellikle kabul edilenin karşıtı olana sarılmağa neden görmüştü'. Priestley, Katolik Kilisesi ile bilim arasındaki ilişki konusunda verdiği konferansta, Papanın, bilim ve kibar yazını himaye derecesiyle,

'O, kılık değiştirmiş bir düşmanı bağrına basıyor. Ve İngiliz din kurumu da, (eğer yapısında sağlam olmayan bir şey varsa) bir hava pompası veya bir elektrik makinası karşısında titremekte aynı derecede haklıdır,' demişti. Bununla birlikte, bilimsel yöntemin bunu benimseyen insanlar üzerine etkisi, çoğunlukla, az olmuştur. Bilim adamları, bu değerlerin, Drittes Reich zamanındaki Almanya'da olduğu gibi, bilimin ilerlemesine hatta zarar verdikleri durumlarda bile, genellikle, bağlı oldukları toplumun değerlerini benimserler.

Benzer düşünceler, az veya çok, bilim tarafından meydana getirilen diğer değişimlerde ve bilimin kendi gelişmesinde de geçerlidir. Kendine ait bir geleneği ve momentumu olsa da, bilime, ne tamamen kendiliğinden yürüyen tarihsel bir olay, ne de, tarihsel gelişimin tümüyle otonom bir etkeni olarak bakamayız. Bilimin gelişmesi, birbirine bağlı bir kompleks oluşturan bir çok tarihsel hareketten biridir. Bu kompleks içinde bilimin gücü, yakın zamanlara kadar düşük kalmıştır. Verilen bir çağın bilimi, kendi yöntemleri, değerleri ve birikmiş bilgileriyle yalnız kendi geleneğine değil, fakat aynı zamanda, kendisi üzerine etki yapan diğer hareketlerle, kendi tarihsel dönemine de aittir. Tarihin, ortaçağlar gibi, göreceli olarak durağan dönemlerinde, bilim önemli bir gelişme gösterememişken, genişleme dönemlerinde, bilim çoğunlukla başarılı olmuştur. Üstelik, verilen bir dönemdeki bilimin gelişiminde, iç nedenlerden kaynaklanmışa benzemeyen, modalar, duralamalar ve aniden değişimler de olmuştur. Tarihin modern döneminde, onsekizinci yüzyılın ilk yarısında, özellikle kimya ve optiği ve daha az ölçüde de elektriği etkileyen, bilimin o garip duralamasını görüyoruz.

Böyle olaylar, bilimsel etkinliğin, şimdi, bu kanala, sonra diğer bir kanala yönelebildiğini ve bazen de, bilimi destekleyen kuvvetlerin gevşediğini, yahut hatta tersine döndüğünü belirtmektedir. Genel olarak, belki verilen bir tarih döneminin, zamanın bilimcileri tarafından yürütülen ampirik araştırmalar üzerinde bir etkisi olduğu, çağın entellektüel meraklarının da, bilimsel teorilerin ifade edildiği şekli etkilediği söylenebilir. Bu şekilde, onaltıncı yüzyılın coğrafi araştırmaları, boylam belirleme yöntemleri aramayı ve böyle yöntemlerin dayandığı astronomi ve mekanik problemlerinin incelenmesini özendirmişti. Benzer şekilde, doğal seçim teorisi de, ondokuzuncu yüzyıl İngiliz

düşünündeki, *laissez faire* akımından etkilenmişti. Bu etkiyi Darwin, dolaylı olarak, Malthus'un görüşlerine olan borcunu belirterek teslim etmektedir. Lakin bu bölünme rijit olmamıştır. Termodinamik, kısmen, buhar makinesinin problemlerinin incelenmesinden doğduğu gibi, pratik problemler, yeni teorilerin ortaya çıkmasını uyarmış, entellektüel akımlar ise, nasıl romantik ve tarihsel Alman felsefesi, onsekizinci yüzyılın sonuyla, ondokuzuncu yüzyılın başında, Almanlar arasmda embriyoloji çalışmalarını ilerletmiş ise, ampirik bilimsel araştırınayı da belirli kanallara yöneltmiştir.

Geçmişte, bilimin büyümesini sağlayan kuvvetler, bilinçli olarak yönetilmemiş ve ancak, bu kuvvetlerin ürettiği sonuçlar doğrudan gözlenebilmiştir. Onyedinci yüzyıl sonundaki bilim adamları, 'doğa felsefesinin şimdiki gevşek durumu' konusunu takdir etmişlerse de, o durumun nedenleri karanlıkta kalmıştı. Bununla birlikte, son zamanlarda bilim belirli alanlara daha bılinçli ve doğrudan yönlendirilmiş bulunuyor. Bu alanların seçimi ise, gittikçe daha çok, bilim adamlarının kendi elinden çıkmış bulunuyor. Bilimsel araştırma daha karmaşık bir hale gelince, akademik çevrenin dışında, bilimin amatörlük geleneği zayıflamış, endüstri firmaları ve hükûmet bakanlıkları gibi, dış heyetler tarafından yönetilen araştırma kurumlarının kurulmasıyla, araştırma profesyonelleşerek, dışarıdan yönetilir olmuştur.

Bu heyetler, çoğu defa, öncelikle bilimin uygulamalarıyla ilgilenmiş, onlarca yıldan beri, bilimsel araştırmaya ayrılan kaynakların büyük kısmını sağlar olmuşlardır. İngiltere'de 1917 yılında Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Dairesi'nin ve bir kaç yıl sonra da, Zirai ve Tıbbi Araştırma Konseyi'nin kurulmasının gösterdiği gibi, bunlar, başta endüstrinin, ziraatın, ve tıbbın gelişmesine çalışmışlardır. Lakin, daha sonra, askeri önem taşıyan konular üzerindeki araştırmalar git gide ağırlık kazanmıştır. The Civil Estimates ve diğer yayınlar. Britanya hükümetinin askeri araştırma ve geliştirme için sarfettiği parasal kaynakların, 1936-7'den 1950-1'e kadar altmışyedi kat arttığını; halbuki aynı dönemde endüstriyel alanda araştırma ve gelişmeye ayrılan paranın on kat, tıpta dokuz kat ve ziraatte sekiz kat arttığını göstermektedir. Buna karşılık, temel bilimsel araştırmanın hâlâ çoğunun yapıldığı üniversitelere hükümetin sarfettiği para, aynı dönemde sadece altı kat artmış bulunmaktadır. Bu sayılar, zamanımız biliminin içindeki genel eğilimleri

ve uygulamalı bilimsel etkinliğin şimdilerde aldığı karakteri gösterecek niteliktedir. Endüstriyel bakımdan daha az ilerlemiş ülkeler, kaynaklarının büyük bir kısmını endüstriyel araştırmaya ayırırken, daha ileri endüstrileşmiş ülkeler de, belki kendi kaynaklarının büyük bir kısmını askeri amaçlı araştırmalara sarfetmektedir.

Böyle gelişmeler, etkilerini temel bilim üzerinde göstermiş bulunmaktadır. Bunlar, örneğin atom bilimcileri için daha büyük bir talep yaratmış ve özellikle çekirdek fiziğinde temel araştırmalara hız vermiş bulunmaktadır. Bunlar ayrıca, bu araştırmaları, şimdiye kadarki bilimsel geleneğe ters düşen bir şekilde, bir sır perdesi ile örtmüş bulunuyor. Yine bunlar, bilim adamının, ait olduğu belirli bir toplumun başat gurubunun değer ve bakış açılarına entellektüel uyumuna daha büyük prim vermektedir. Bu eğilime, bazı bilimsel teorilerin, yirminci yüzyıl ortasındaki iki ideolojiden bu veya ötekisiyle ilişkilendirilmiş olması, eşlik etmektedir.

Tarih boyunca, bilimsel teoriler, bilimsel yöntemin kriterlerine dayanan düşüncelerden ayrı olarak, zaman ve yerin genellikle kabul gören inançlarıyla bu teorilerin uyum, veya ters düşme derecesine göre de tercih edilmiş veya tepki toplamıştır. Böyle hükümler, ve bunlara dayanan etkiler, tarihte, yakın güce sahip iki büyük hareket birbirinin karşısına rakip olarak dikildiği dönemlerde, özellikle dikkat çekici olmuştur. Örneğin, Protestan reformasyonu ve Katolik Karşı-reformasyon'u sırasında, Copernicus ve Ptolemy teorileri. çoğu defa, bilimsel yöntemin tümüyle dışında kalan kriterlerle değerlendirilmişti. Her iki hareket de dünyevi olmakla birlikte, fazla farklı olmayan bir durum yirminci yüzyıl ortasında da mevcuttu ve örneğin 1950'lerde, onaltıncı ve onyedinci yüzyılda astronomi teorilerinin alevlendirdiği ihtirasların benzerlerini, genetik teorileri uyandırmıştı. Lakin, bilimsel devrim Reformasyon veya Karşı-reformasyon'un gücüne hiç, veya pek az katkı yapmışken; onun, günümüzde genel olarak kabul edildiği gibi, yirminci yüzyıldaki herhangi büyük bir tarihsel hareketin önemli belirleyenlerinden biri olduğunun tanınması, bilimin modern zamanlarda kazandığı tarihsel önemin bir ölçüsüdür.

Kaynaklar

BİRİNCİL ve ikincil kaynaklarla, bazı uzman makaleleri, aşağıdaki kaynakçalarda, bölümlere göre ayrılmış olarak, veya ilişkili bölüm grupları içinde gösterilmiştir. Daha başka makalelere, aşağıdaki dergilerde bakılabilir: Teknoloji tarihi için, 1920'den beri yayınlanan, *The Transactions of the Newcomen Society*. Bilimsel ve diğer teorilerin tarihi için, 1940'dan beri yayınlanan, *The Journal of the History of Ideas*. Genel olarak bilim tarihi için, 1936'dan beri yayınlanan İngiliz dergisi, *The Annals of Science*, ve kısa makaleler için, 1913'den beri çıkan *Isis* ile, daha uzun makaleler için, 1936'dan beri çıkan, *Osiris*, bulunmaktadır. Aşağıdaki kitaplar, verilen bir bilimin tüm tarihine ayrılmış olan, veya uzunca bir dönem içindeki, birden fazla bilimin tarihini ele alan genel eserler; ve bazıları da, bilimin gelişmesinin arka planıyla, veya belirli bilim adamlarının özgeçmişinin ayrıntılarıyla ilgilenen eserlerdir. Daha fazla kaynakça bilgisine ulaşmak isteyen okuyucular, G. Sarton'un, *A Guide to the History of Science*, Waltham, Massachusetts, 1952, adlı eserine ve *Isis*'de dönüşümlü olarak verilen önemli kaynakçalara bakabilirler.

E. T. BELL, *Men of Mathematics*, London, 1937.

H. BUTTERFIELD, *The Origins of Modern Science*, London, 1949.

A. CASTIGLIONI, *History of Medicine*, New York, 1947.

H. CREW, *The Rise of Modern Physics*, Baltimore, 1928.

J. G. CROWTHER, *The Social Relations of Science*, London, 1941.

W. C. DAMPIER, (formerly Whetham), *A History of Science*, Cambridge, 1942. With M. Dampier Whetham, (eds.), *Cambridge Readings in the Literature of Science*, Cambridge, 1924.

G. E. DANIEL, *A Hundred Years of Archaeology*, London, 1950.

P. DOIG, *A Concise History of Astronomy*, London, 1950.

R. DUGAS, *Histoire de la Mechanique*, Neuchatel, 1950.

R. E. DICKINSON, and O. J. R. HOWARTH, *The Making of Geography*, Oxford, 1933.

J. C. FLUGEL, *A Hundred Years of Psychology*, London, 1933.

C. C. GILLISPIE, *The Edge of Objectivity*, Princeton, 1960.

J. C. GREGORY, *A Short History of Atomism*, London, 1931.

H. HOFFDING, *A History of Modern Philosophy*, trans, B. E. Meyer, London, 1900.

A. V. HOWARD, *Chamber's Dictionary of Scientists*, London, 1951.

S. D'IRSAY, *History des Universités*, 2 vols. Paris, 1933-35.

F. A. LANGE, *The History of Materialism*, trans. E. C. Thomas, London, 1925.

J. R. PARTINGTON, *A Short History of Chemistry*, London, 1939.

T. K. PENNIMAN, *A Hundred Years of Anthropology*, London, 1951.

H. T. PLEDGE, *Science since 1500*, London, 1940.

J. H. RANDALL, Jr., *The Making of the Modern Mind*, Cambridge, Massachusetts, 1940.
A. REBIERE, *Pages Choisies des Savants Modernes*, Paris (n.d.).
E. ROLL, *A History of Economic Thought*, London, 1938.
P. ROUSSEAU, *Histoire de la Science*, Paris, 1945.
G. H. SABINE, *A History of Political Theory*, London, 1937.
C. J. SINGER, *The Evolution of Anatomy*, Oxford. 1925.
A Short History of Medicine, Oxford, 1928.
A Short History of Biology, Oxford, 1931.
D. E. SMITH, *History of Mathematics*, 2 vols. Boston, 1923.
D. J. STRUIK, *A Concise History of Mathematics*, New York, 1948.
A. D. WHITE, *A History of the Warfare of Science with Theology*, 2 vols, London, 1914.

(1.-6. Bölümler)

C. BAILEY (ed.), *The Legacy of Rome*, Oxford, 1935.
M. BERTHELOT, *Collection des Anciens Alchimists Grecs*, Paris, 1888.
V. GORDON CHILDE, *Man Makes Himself*, London, 1941.
M. R. COHEN and I. E. DRABKIN, *A Source book in Greek Science*, New York, 1948.
B. FARRINGTON, *Greek Science*, 2 vols. Pelican, 1944 and 1949.
D. FLEMING, 'Galen on the Motions of the Blood', *Isis*, 1955, XLVI, 14.
H. and H. A. FRANKFORT, J. A. WILSON and T. JACOBSEN, *The Intellectual Adventure of Ancient Man*, Chicago, 1946.
K. FREEMAN, *Ancilla to the Pre-Socratic Philosophers*, Oxford, 1948.
S. GANDZ, 'Conflicting Interpretations of Babylonian Mathematics', *Isis*, 1940, XXXI, 405.
S. R. K. GLANVILLE, (ed.), *The Legacy of Egypt*, Oxford, 1942.
H. GOMPREZ, 'The Problems and Methods of early Greek Science', *Journal of the History of Ideas*, vol. IV, 1943.
T. HEATH, *Greek Astronomy*, London, 1932.
H. KELSEN, 'Causality and Retribution', *Philosophy of Science*, 1941, 533.
R. W. LIVINGSTONE (ed.), *The Legacy of Greece*, Oxford, 1922.
T. EAST LONES, 'Mechanics and Engineering from the time of Aristotle to that of Archimedes', *Trans. Newcomen Soc.*, vol. 11. 1921-2.
A. LUCAS, *Ancient Egyptian Materials and Industries*, London, 1948.
R. MCKEON, 'Aristotle on the development and nature of the scientific method', *Journal of the History of Ideas*, vol. VIII, 1947.
A. NEUGEBAUER, *The Exact Sciences in Antiquity*, Copenhagen, 1951.
J. R. PARTINGTON, *Origins and Development of Applied Chemistry*, London, 1935.
A. REYMOND, *History of the Sciences in Greco-Roman Antiquity*, trans. R. Gheury de Bray, London, 1927.
G. SARTON, *Introduction to the History of Science*, vol. 1, Baltimore, 1927.
C. SINGER, *Greek Biology and Greek Medicine*, Oxford, 1922.
F. THUREAU-DANGIN, 'Sketch of a History of the Sexagesimal System', *Osiris*, 1939, VII, 95.
H. P. VOWLES, 'The Early Evolution of Power Engineering', *Isis*, 1932, XVII, 412.

T. W. ARNOLD, and A. GUILLAUME (cds.), *The Legacy of Islam*, Oxford, 1931.
D. CAMPBELL, *Arabian Medicine and its Influence on the Middle Ages*, London, 1926.
T. F. CARTER, *The Invention of Printing in China and its Spread Westwards*, New York, 1925.
H. CHATLEY, 'Chinese Technology', *Trans. Newcomen Soc.*, 1941, XXII, 117.
M. CLAGETT, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison, 1959.
S. R. DAS, 'Some Notes on Indian Astronomy', *Isis*, 1930, XIV, 388.
P. DUHEM, *Le Système du Monde*, 19 vols., Paris, 1913-57.
A. FORKE, *The World Conception of the Chinese*, London, 1924.
S. GANGULI, 'Notes on Indian Mathematics', *Isis*, 1929, XII, 132.
G. T. GARRATT (ed.), *The Legacy of India*, Oxford, 1917.
L. CARRINGTON GOODRICH and FENG CHIA-SHENG, 'The Early Development of Firearms in China', *Isis*, 1946, XXXVI, 114.
M. HASHIMOTO, *The Origin of the Compass*, Tokio, 1926 (*Isis*, 1930, XXIV, 525).
C. HASKINS, 'Arabic Science in Western Europe', Isis, 1925, VII, 478.
C. H. HASKINS, *Studies in the History of Medieval Science*, Harvard, 1924.
A. J. HOPKINS, 'A Modern Theory of Alchemy', *Isis*, 1925, VII, 58.
LI CH'IAO-P'ING, *The Chemical Arts of Old China*, Easton, Pennsylvania, 1948.
M. MEYRHOF, 'Ibn Al-Nafis and his Theory of the Lesser Circulation', *Isis*, 1035, XXIII, 100.
A. MIELI, *La Science Arabe*, Leiden, 1938.
J. NEEDHAM, *Science and Civilisation in China*, vols. I, II, III, Cambridge, 1954, 1956, 1959.
CT. L. DES NOETTES, *L'Attelagez le Cheval de Selle a travers les Ages*, Paris, 1931. *De la Marine Antique à la Marine Moderne*, Paris, 1935.
D. L. O'LEARY, How Greek Science passed to the Arabs, London, 1948.
J. H. RANDALL, Jr., 'The Development of the Scientific Method in the School of Padus', *Journal of the History of Ideas*, vol. 1, 1940.
P. C. RAY, 'The Chemical Knowledge of the Hindus of Old', *Isis*, 1919, II, 322.
G. SARTON, *Introduction to the History of Science*, vols. 1-5, Baltimore, 1927-48.
C. SINGER, *From Magic to Science*, London, 1928.
D. E. SMITH and L. C. KARPINSKI, *The Hindu- Arabic Numerals*, Boston and London, 1911.
P. S. TAYLOR, *The Alchemists*, New York, 1949.
L. THORNDIKE, *A History of Magic and Experimental Science*, 6 vols., New York, 1923-41.
VAN HEE, 'The Chou-Jen of Yuan Yuan', *Isis*, 1926, VIII, 103.
WANG LING, 'On the Invention and Use of Gunpowder and Firearms in China', *Isis*, 1947, XXXVII, 160.
L. WHITE, 'Technology and Invention in the Middle Ages', *Speculum*, 1940, XV, 141.
K. C. WONG and WU LIEN-TEH, *History of Chinese Medicine*, Shanghai, 1936.

(12.-15. Bölümler)

A. ARMITAGE, *Copernicus the founder of Modern Astronomy*, London. 1938.
F. BACON, *Novum Organon*, trans. G. W. Kitchin, Oxford, 1855.
C. BAUMGARDT, *Johannes Kepler: Life and Letters*, London, 1952.
M. CASPAR, *Johannes Kepler*, Stuttgart, 1950.
Copernicus, *De Revolutionibus*, Book I, trans. J. F. Dobson nd S Brodetsky. *Occasional Notes of the Royal Astronomical Society*, vol. 2, No. 10, 1947.
Three Copernican Treatises, trans. E. Rosen, New York, 1939.
R. DESCARTES, *Discourse on Method*, etc., Everyman, London, 1946.
J. L. E. DREYER. *History of the Planetary Systems from Thales to Kepler*. Cambridge. 1906.
B. FARRINGTON, *Francis Bacon, Philosopher of Industrial Science*. London. 1951.
J. A. GADE, *The Life and Times o Tycho Brahe*, Princeton, 1947.
GALILEO GALILEI, *Two New Sciences*, trans. H. Crew and A. de Salvio. New York, 1941.
A. GEWIRTZ, 'Experience and the non-mathematical in Descartes', *Journal of the History of Ideas*, vol. 11, 1941.
William Gilbert of Colchester, *De Magnete*, trans. P. Fleury Mottlay, London, 1893.
F. R. JOHNSON, *Astronomical Thought in Renaissance England*,Baltimore, 1937.
A. KOYRE, *Etudes galiliennes*, Paris, 1939.
G. MCCOLLEY, 'The theory of the diural rotation ofthe earth', *Isis*, 1936, XXVI, 392.
G. SARTON, 'Simon Stevin of Bruges, 1548-1620', *Isis*, 1934, XXI, 241.
E. J. STRONG, *Procedures and Metaphysics*, Berkley,1936.
R. SUTER, 'Biographical Sketch of William Gilbert and Colchester', *Osiris*, 1952, X, 368.
E. ZILSEL, 'The Origins of William Gilbert' Scientific Method', *Journal of the History of Ideas*, 1941, II, 1.

(16. Bölüm)

RICHARD BAXTER, *The Certainty of a World of Spirits*, London, 1691.
THOMAS BROWNE, *Religio Medici*, Everyman, London, 1947.
JOHN CALVIN, *The Institutes of the Christian Religion*, trans. H. Beveridge, 2. vols., London, 1949. See particularly Book I and Book IV.
A. DE CANDOLLE, *Histoire des Sciences et des Savants depuis deux Siècles*, Genève, Basle, Lyon, 1873
JOHN COTTON, *A Brief Exposition with Practical Observations upon the whole Book of*
Ecclesiastes, London, 1654.
H. HAYDN, *The Counter-Renaissance*, New York, 1950.
H. W. JONES, *Ancients and Moderns*, St. Louis, 1936.
PERRY MILLER, 'The Marrow of Puritan Divinity', *Trans. Colonial Soc. Massachusetts*, 1935, XXXII, 247.
R. OVERTON, Man's Mortallitie, Amsterdam, 1643.
J. PELSENEER, 'L'Origine Protestante de la Science Moderae', *Lychnos*, 1946-7, 246.
T. SPRAT, *The History of the Royal Society of London*, London, 1667.

D. STIMSON, 'Puritanism and the New Philosphy in Seventeenth-Century England', *Bull. Inst. Hist. Med.*, 1935, III, 321.
E. M. W. TILLYARD, *The Elizabethan World Picture*, London, 1943.
J. WILKINS, *Discourse concerning a New World and Another Planet*: in 2 Bookes, 4th edn., London, 1683.
B. WILLEY, *The Seventeenth Century Background*, London, 1934.
T. WRIGHT, *An Original Theory, or New Hypothesis of the Universe*. London, 1750.

(17. ve 18. Bölümler)

E. A. BURTT, *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, London, 1924.
A. R. HALL and M. BOAS HALL, 'Newton's Theory of Matter', *Isis*, 1960, LI, 131.
L. T. MORE, *Isaac Newton*, a Biography, London, 1934.
I. NEWTON, *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, trans. A. Motte, 2 vols., London, 1803.
L. D. PATTERSON, 'Hooke's Gravitation Theory and its Influence on Newton', *Isis*, 1949, XI., 327, and 1950, XLI, 32.
J. PRIESTLEY, *History and present state of discoveries relating to vision, light, and colours*, London, 1772.
A. J. SNOW, *Matter and Gravity in Newton's Physical Philosophy*, London, 1926.
A. WOLFF, *A History of Science, Tehnology, and Philosophy during the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, London, 1935.

(19. ve 20. Bölümler)

R. H. BAINTON, 'Michael Servetus and the Pulmonary Transit of the Blook', *Bull. Hist. Med.*, 1951, XXV, 1.
H. P. BAYON, 'William Harvey: Physician and Biologist', *Annals of Science*, 1938, III, 59, 83, and 435, and 1939 IV, 65, and 329.
M. BOAS, 'The Establishment of the Mechanical Philosophy', *Osiris*, 1952, X, 412.
The Works of the Honourable Robert boyle, ed. with a life of the author by Thomas Birch, 5 vols, London, 1744.
W. HARVEY, *Works*, trans, R. Willis, London, 1847.
J. B. VAN HELMONT, *Oriatrike*, trans, J. Chandler, London, 1662.
L. T. MORE, *The Life and Works of the Honourable Robert Boyle*, New York, 1944.
W. PAGEL, 'The Religious an Philosophical Aspects of van Helmont's Science and Medicine', *Supplement to the Bulletin of the History of Medicine*, No.2, Baltimore, 1944. 'William Harvey and the Purpose of Circulation', *Isis*, 1951, XLII,22.
The Hermetic and Alhemical Writings of Paracelsus, trans. A. E. Waite, 2 vols., London, 1894.
M. SERVETUS, *Christianismi Restitutio*, Nuremberg, 1790.

(21.-42. Bölümler)

T. S. ASHTON, *Iron and Steel in the Industrial Revolution*, Manchester, 1924.
Centenary number of the *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester*, third series, vol. IX, 1883.

H. C. BOLTON, 'The Lunar Society', *Trans. Birmingham and midlands Institute*, Archeological Section, 1889, 79-94.
G. N. CLARKE, *Science and Social Welfare in the Age of Newton*, Oxford, 1937.
W. H. B. COURT, *The Rise of the Midland Industries*, 1600-1838, Oxford, 1938.
H. W. DICKINSON, *James Watt*, Cambridge, 1936.
Matthew Boulton, Cambridge, 1937.
E. H. HANKIN, 'The Intellectual Ability of the Quaker', *Science Progress*, 1921-2, XVI, 654.
B. HESSEN, 'The Social and Economic Roots of Newton's "Principia" ', in *Science at the Cross Roads*, London, 1931.
R. T. GOULD, *The Marine Chronometer its History an Development*, London, 1923.
R. JENKINS, 'Savery, Newcomen, and the early history of the steam engine', *Trans. Newcomen Soc.*, Vols. II and IV, 1922-24. 'The heat engine idea in the Seventeenth Century', *ibid*, Vol. XVII, 1936-37.
F. R. JOHNSON, 'Gresham College', *Journal of the History of Ideas*, vol. I, 1940.
R. K. MERTON, 'Science and Tehnology in Seventeenth-Century England', *Osiris*, 1938, IV, 360.
J. U. NEF, *The Rise of the British Coal Industry*, 2 vols., London, 1932.
M. ORNSTEIN, *The Role of Scientific Societies in the Seventeenth Century*, Chicago, 1938.
A. RAISTRICK, *Quakers in Science and Industry*, London, 1950.
W. STEVENSON, *Historical sketch of the progress of discovery, navigation, and commerce from the earliest records to the beginning of the Nineteenth Century*, Edinburgh, 1824.
D. STIMSON, *Scientists and Amateurs: A History of the Royal Society*, London, 1949.
E. G. R. TAYLOR, *Tudor Geography*, 1485-1583, London, 1930. Late Tudor and Early Stuart Geography, 1583-1650, London 1934.
A. P. USHER, *A History of Mechanical Inventions*, London and New York, 1929.
J. WARD, *The Lives of the Gresham Professors*, London, 1740.

(25. and 26. Bölümler)

'Natural Philosophy through the Eighteenth Century, and Allied Topics', *Philosophical Magazine*, Commemoration number, July, 1948.
P. BRUNET, *L'Introdution des Theories de Newton en France au 18me Siècle*, Paris, 1931.
P. J. HARTOG, 'Priestley and Lavoisier', *Annals of Science*, 1946-7, V, 1.
A. MELDRUM, *The Eighteenth-Century Revolution in Science*, Calcutta, 1933.
J. R. PARTINGTON and D. MCKIE, 'Historical Studies on the Phlogiston Theory', *Annals of Science*, 1937, II, 361, and 1938, III, 1, and 337.
I. TODHUNTER, *History of the Mathematical Theories of Attraction and the Figure of the Earth from the time of Newton to that of Laplace*, 2 vols., London, 1873.
J. H. WHITE, *The History of the Phlogistan Theory*, London, 1932.
A. WOLFF, *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Eighteenth Century*, London, 1938.

(27. ve 28. Bölümler)

C. L. BECKER, *The Heavenly City of the Eighteenth Century Philosophers*, New Haven, 1932.

J. B. BURY, *The Idea of Progress: an inquiry into its origin and growth*, London, 1920.

E. CASSIRER, *The Philosophy of the Enlightenment*, trans. F. C. A. Koelln and J. P. Pettegrove, Princeton, 1951.

H. DAUDIN, *De Linné a Lamarck: Methodes de classification et idée de serie en botanique et en zoologie*, 1740-1790, Paris, 1926.

P. HAZARD. *La Crise de la Conscience Européenne*. 1680-1715. Paris. 1935.

La Pensée Européenne au 18me siecle, Paris, 1946.

E. KRAUSE, *Erasmus Darwin*, trans. W. S. Dallas, with a preliminary notice by Charles Darwin, London, 1879.

J. B. LAMARCK, *Zoological Philosophy*, trans. H. Elliot, London, 1912.

A. LOVEJOY, *The Great Chain of Being*, Cambridge (Massachusetts), 1936.

D. MORNET, *Les Origins Intellectuelles de la Révolution Française*, Paris, 1947.

J. ROSENTHAL, 'The Attitude of Some Modern Rationalists to History', *Journal of the History of Ideas*, vol. IV, 1943.

B. WILLEY, *The Eighteenth-Century Background*, London, 1946.

E. ZILSEL, 'The Genesis of the Concept of Scientific Progress', *Journal of the History of Ideas*, vol. VI, 1945.

(29.-32. Bölümler)

A. GODE-VON AESCH, *Natural Science in German Romanticism*, New York, 1941.

J. BOEHME, *The Signature of All Things*, Everyman, London, 1912.

G. CONGER, *Theories of Microcosm and Macrocosm in the History of Philosophy*, New York, 1922.

P. H. GARRISON, 'The Romantic Episode in German Medicine', *Bull. New York Academy of Medicine*, 1931, VII, 841.

J. NEEDHAM, *A History of Embryology*, Cambridge, 1934.

L. OKEN, *The Elements of Physio-Philosophy*, trans. A. Tulk, vol. 7 of the publications of the Ray Society, 1847.

W. PAGEL, 'The Speculative Basis of Modern Pathology', *Bull. Hist. Med.*, 1945, XVII, 1.

E. S. RUSSEL, *Form and Function: a Contribution to the History of Animal Morphology*, London, 1916.

O. TEMKIN, 'German Concepts of Ontogeny and History around 1800', *Bull. Hist. Med.*, 1950, XXIV, 227.

(33. ve 34. Bölümler)

T. COWLES, 'Malthus, Darwin, and Bagehot: a Study in the Transference of a Concept', *Isis*, 1936, XXVI, 341.

C. DARWIN, *The Origin of Species*, 6th edn., Everyman, London. 1928.
F. DARWIN, (ed.), *Charles Darwin: his Life told in on Autobiographical Chapter, and in a Selected Series of his Published Letters*, London, 1892.
P. GEDDES and J. A. THOMPSON, *Evolution*, London (a.d.). (The author is indebted to the Oxford University for permission to quote pp. 213-15 of this work.)
G. MCCONNAUGHTY, 'Darwin and Social Darwinism', *Osiris*, 1950, IX, 397.
E. RADI, *The History of Biological Theories*, trans. E. J. Hatfield, Oxford, 1930.
D. C. SOMERVELL, *English Thought in the Nineteenth Century*, London, 1936.
H. THOMAS, 'Geology and Contemporary Thought', *Annals of Science*, 1946-7, V, 325.
A. R. WALLACE, *My Life*, London, 1905.
K. A. VON ZITTEL, *History of Geology and Palaentology*, trans. M. M. Ogilvie-Gordon, London, 1905.

(35. Bölüm)

L. AUCOC, *L'Institut de France*, Paris, 1889.
The Einburgh Journal of Science, vols. IV-VI, 1831-2.
O. J. R. HOWARTH, *The British Association for The Advancement of Science: a Retrospect, 1831- 1931*, London, 1931.
B. JONES, *The Royal Institution*, London, 1871.
A. MAURY, *Les Académies d'autrefois*, Paris, 1864.
J. T. MERZ, *A History of European Thought in the Nineteenth Century*, vol. I, London, 1896.

(36.-39. Bölümler)

E. CASSIRER, *The problem of Knowledge: Philosophy, Science, and History since Hegel*, trans. W. H. Woglom and C. H. Hendel, New Haven, 1950.
A. FINDLAY, *A Hundred Years of Chemistry*, London, 1948.
E. MACH, *Die Principien der Warmlehre*, Leipzig, 1900.
J. T. MERZ, *A History of European Thought in the Nineteenth Century*, 4 vols., London, 1896-1914.
M. M. P. MUIR, *History of Chemical Theories and Laws*, New York, 1907.
E. T. WHITTAKER, *A History of Theories of the Ether and Electricity*, London, 1951.
W. WILSON, *A Hundred Years of Physics*, London, 1950.

(40. ve 41. Bölümler)

C. A. BROWNE, *Source Book of Agricultural Chemistry*, Waltham, Massachusetts, 1944.
A. and N. CLOW, *The Chemical Revolution: A Contribution to Social Technology*, London, 1952.
J. G. CROWTHER, *British Scientists of the Nineteenth Century*, London, 1935.
P. DUNSHEATH (ed.), *A Century of Technology*, London, 1951.
B. LEPSIUS, *Deutschlands chemische Industrie*, 1888-1913, Berlin, 1914.
S. LILLEY, *Men, Machines, and History*, London, 1948.
E. J. RUSSELL,: *Rothamsted British Agricultural Research*, London, 1942.

(42.-45. Bölümler)

A. EINSTEIN and L. INFELD, *The Evolution of Physics*, Cambridge, 1938.

P. G. FOTHERGILL, *Historical Aspects of Organic Evolution*, London, 1952.

F. A. LINDEMANN, *The Physical Significance of the Quantum Theory*, Oxford, 1932.

E. T. WHITTAKER, *From Euclid to Eddington*, Cambridge, 1949.

G. J. WHITROW, *The Structure of the Universe*, London, 1949.

(46. Bölüm)

J. G. CROWTHER and R. WHIDDINGTON, *Science at War*, London, 1947.

S. A. GOUDSMIT, *ALSOS: the Failure in German Science*, London, 1947.

E. Y. HARTSHORNE, 'The German Universities', *Nature*, 1938, 142, 175.

R. HINTON THOMAS, *Liberalism, Nationalism, and the German Intellectuals*, 1822-1847, Cambridge, 1951.

A. HORTIS, *Le Riunione degli Scienziati Italiani prima delle Guerre d'Indipendenza*, Citta de Castello, 1922.

K. SUDHOFF, *Hundert Jahre Deutscher Naturforscher-Versammlungen*, Leipzig, 1922.

(47. Bölüm)

D. BOHM, *Causality and Chance in Modern Physics*, London, 1957.

M. BUNGE, *Causality. The Place of the Causal Principle, in modern Science*, Cambridge, (Mass.), 1959.

J. G. CROWTHER, *Famous American Men of Science*. London. 1937.

A. EINSTEIN, *Out of my later years*, London, 1950.

P. H. OEHSER, *Sons of Science: the Story of the Smithsonian Institution and its Leaders*,

New York, 1948.

The Situation in Biological Science, Moscow, 1949.

R. P. STEARNS, 'Colonial Fellows of the Royal Society, 1661-1788', *Osiris*, 1948, VIII, 73.

S. I. VAVILOV, Soviet Science: Thirty Years, Moscow, 1948.

(48. Bölüm)

F. BARRY, *The Scientific Habit of Thought*, New York, 1927.

J. D. BERNAL, *The Social Function of Science*, London, 1946.

W. GELLHORN, *Security, Loyalty, and Science*, Ithaca, N.Y., 1950.

T. H. HUXLEY and J. HUXLEY, *Evolution and Ethics*, 1893-1943, London, 1947.

S. LILLEY, 'Social aspects of the history of science', *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 1949, XXVIII, 378.

J. PRIESTLEY, *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*, 3 vols., London, 1775-7, preface to vol. 1.

G. SARTON, *Introduction to the History of Science*, Vol. 1, Baltimore, 1927, introductory chapter.

C. H. WADDINGTON, *The Scientific Attitude*, Pelican, 1941, (ed.), *Science and Ethics*, London, 1942.

DİZİN

A
Abbasiler, 81
Aberasyon, 269, 497, 516; keşfi, 269
Abubacer (Bak. İbn-i Tufeyl), 87
Abulcasis (Bak. Ebu'l-Kasım Zehravi), 86
Academia Secretorum Naturae, 240
Accademia dei Lincei, 240
Accademia del Cimento, 240
Adams, 530
Addison, Joseph, 298
Aepinus, Franz, 437
Afinite, kimyasal, 419, 420
Agassiz, Louis, 389
Ağartma, 261, 472, 473,482
Ağır elementler, 429, 510, 516, 518, 519, 541, 542
Ağırlıklar ve ölçüler, 138, 400, 401
Aile (biyol.), 63, 311, 366, 426
Akademi, Platon'un, 36, 56
Akademik gelenek: Descartes ve, 132, 152; tıp ve, 195, ortaçağlarda zanaatla birleşmesi, 133, 196
Akademiler: 19. yüzyıl, 403, 404
Alaşım, 54
Albert, Saxonyalı, 106, 107
Alcmaeon, Crotonlu, 23
Aletler, 40, 139, 241, 329, 406, 511
Alfa ışmları, 509
Alfa tanecikleri: atom teorisinde, 509, 513, 516, 517, 518
Alfabe, 16, 95
Alizarin, 481
Alkali, 418, 419, 420, 427, 472,482,483
Alkaline, toprak metalleri, 420
Alkol: ortaçağ Avrupasında, 102, 104, 215
Alkollü içkiler, 71, 88
Almagest, 99
Almanca Konuşan Bilimciler ve Doktorlar Birliği (Alm. birl.), 535
Alman doğa filozofları, 325, 327, 383, 436
Almanya: astronomi, 329; biyolojik evrim, 336, 343; kimya ve kimyasal endüstriler, 423, 482, 484; ilk keşifler ve navigasyon, 113; tıp kimyası, 275; milliyetçilik ve bilim, 538; doğa-felsefesi, 325, 383; Darwinizme tepki, 390; bilimsel dernekler ve hareketler, 538
Alpetrugius, 87
Alphonsine Tabloları, 122
Altın, 53, 54, 57, 61, 63, 65, 76, 78, 79, 80, 127, 196, 202, 226, 321, 385
Altın ustası, 66
Altın, simyada, 54,66
Amber, 439
Ambrose, Milanolu, 55
Amerika Bilimi İlerletme Birliği, 536
Amfibi, 306
Amperé, Andre Marie, 417
Ampirizm, 51, 152, 269, 541
Analiz Derneği, 407
Anarcharsis, İskit 26
Anatomi: İskenderiye okulu, 45; hakk. Aristotle, 47; hücre teorisi, 327; Çin'de, 66; Mısır'da, 14; hakk. Galen, 47; ortaçağ Avrupası, 102; Pythagoras okulu, 22; 17. Yüzyıl, 220
Anaxagoras, 26, 27
Anaximander, 18, 19, 308
Anaximenes, 18, 19,26
Anderson, C. D., 517
Anderson, John, 405
Anderson Kurumu, 405
Andromeda bulutsusu, 522
Anestezi, 477
Anilin mavileri, 480
Ansiklopedi ve Ansiklopedistler, 127, 233, 257, 292, 295, 296, 297
Antiseptikler, 477
Antitoksinler, 478
Antropoloji, 359, 410
Anyang Dönemi, 67

Apollonius, Citiumlu, 47
Apollonius, Pergeli, 43
Aquinas, Thomas, 104
Arago, 402, 432
Arap bilimi, 81; matematik, 82; İspanya'da, 87; Yunan eserlerinin tercümesi, 82
Araştırma laboratuvarları, 545
Arazi ölçümü: Çin, 66; Frisius'un çalışmaları, 224; jeolojik, 367; matematik ve, 556
Archei (Helmont), 167
Archeus (dirimsel kuvvet), 210, 358
Archimedes, Syracusalı, 40, 41, 42, 136, 138, 152, 156, 562
Argon, 429
Aristarchus, Samoslu, 41
Aristoteles: hakk. Bacon, 132; hakk. Galileo, 139, 141; kalbin rolü hakk., 34, 201; insanın doğası hakk. 302, 354; tercümesi, ortaçağlarda, 57
Aritmetik: Hindu, 17; Sümerler, 8, 9, 21
Aryabhatalar, 78
Asclepiades, Bithynialı, 52
Aseksüel üreme, 395
Askeri mühendislik, 40, 553
Asoka, 76, 77
Aston, 516
Astrofizik, 520, 529
Astroloji, 13, 39, 50, 82
Astronomi: İskenderiye okulu, 37, 41; Anaxagoras, 26; Arap, 81; Archimedes, 40; Aristoteles, 55; astrofizik, 520; Babil, 7, 10, 67; hakk. Bacon, 101, 131; Çin'de, 68; Copernicus sistem, 117,120,144,271; ilk araştırmalar ve, 10, 11, 15, 77; 18. yüzyılda, 263; Eudoxus sistemi, 30, 43; Galileo, 139, 144; Rodoslu Geminus, 21
Aşı, 265, 478
Atalet, 141, 142, 147, 151, 154, 156, 177, 178, 179, 180, 394
Atardamar, 46, 48; hakk. Harvey, 203, 204, 205
Ateş: Aristoteles, 32, 33; Hindu bilimi, 80; flojiston ve; 281; ilkel madde olarak; 32 Pythagoras'ın kavramı, 22;
Ateşli silahlar, 72, 87, 88, 95, 128
Atmosfer, 33, 113, 146, 187,241, 250, 281, 266, 415, 428
Atmosferik buhar makinası, 251, 252, 254
Atom, 505; Bohr modeli, 510; bombardımanı, 517; Dalton'un kavramı, 415; Grek Atomistlerinin kavramı, 20, 21, 24; Rutherford modeli, 508, 509; Schrödinger modeli, 514, 515
Atom ağırlığı, 425, 510, 515, 516; Avogadro hipotezi ve, 425; elementlerin sınıflandırılması, 426; Dulong and Petit kuralı, 403, 508
Atom bombası, 519, 541, 545; Amerikan geliştirmeleri, 519, 545; Nazi Almanyasında, 541
Atom çekirdeği, 511, 516, 518
Atom numarası, 510
Atomist felsefe, 20, 24, 29, 30, 33; Yunanistan'da, 20, 33; Hindistan'da, 80
Atom numarası, 510
Atom reaktörü, 519, 542
Atom spektrumu, 511,512
Atom teorisi: kimya ve, 262, 282, 413; Fracastoro, 210; tarihi, 407; Nazi Almanyası, 541; kuvantum teorisi ve, 506, 508; 16. ve 17. yüzyıllar, 210, 217; termodinamik ve, 458
Aubrey, John, 164
Augustine, Saint, 55
Avogadro hipotezi, 417, 418, 419, 421, 425, 426, 461, 538
Ay: İskenderiye okulu, 41, 42, 45; Anaxagoras, 26, 27; Aristoteles, 31,32; Euler'in teorisi, 267; Galileo, 144, 145, 146; Hindu astronomisi, 77, 78; Laplace, 407; tablolar, 267
Ay Derneği, 260, 261, 299, 378, 380, 404
Aydınlanma, 256, 296
Aynalı galvanometre, 470
Aynalı teleskop, 255, 520, 521, 529

Azot, 219, 278, 281, 415, 421, 424, 427, 428, 473, 475, 476, 477, 479, 483, 512, 518, 531
Azot-hava tanecikleri, 219,220; hakk. Mayow, 219,220

B
Babbage, Charles, 407, 536
Babil kültürü, 7, 9, 11, 15, 16, 28, 39, 61, 66, 78, 82, 100, 157
Bacon, Francis, 127, 128, 150, 167; hakk. Descartes, 256, 288; ilerleme fikri hakk.288, 290; Gökcisimlerinin hareketi hakk., 131, 132, 175; Paris Bilimler Akademisi ve, 243; Kraliyet Derneği (Royal Society) ve, 233, 237, 238; sanat ve zanaatlara bilimsel uygulamalar, 232;
Bacon, Roger, 95, 101, 128
Baer, Ernst von, 337
Baeyer, Adolf von, 481
Bagehot, Walter, 388
Bağdat, 81, 82, 83, 84, 85, 89
Bakalit, 483
Baekeland, Leo, 483
Bakewell, Robert, 472
Bakır, 53, 54, 55, 72, 79, 250, 443
Bakteriyoloji, 359
Balard, A. J., 426
Balıklar, 198, 203, 304, 305, 315, 344, 348, 389, 391
Balistik, 136
Banakati, el-, 87
Barlow, William, 230
Bartholin, Erasmus, 192
Barut, 72, 87, 88, 95, 124, 128,219, 279, 401, 467
Baskerville, John, 260
Baskı, 39, 71, 87, 89, 94, 113
Bateson, William, 489
Battani, el-, 82
Bauer, Georg, 248
Bauhin, Casper, 301
Baxter, Richard, 164
Beaumont, Elie de, 373
Becquerel, Antoine, 429
Bede, Saygıdeğer, 55
Beden sıcaklığı, 451
Begehot, Walter, 387
Benedetti, 137
Bennewitz, Peter, 224
Benzin motoru, 468
Berber-cerrahlar, 102, 195, 196, 208
Berkeley, George, 292
Berlin Akademisi, 241, 267, 291
Bernard, Claude, 389
Bernoulli, Daniel, 241, 266, 414
Bernoulli, John, 193, 267
Bernoulli, Nicolas, 241
Berthollet, 402, 414, 473
Berzelius, Jacob, 418
Bessel, 520
Beta ışınları, 509
Beta tanecikleri, 509
Bethe, 531
Bhaskara, 77, 78
Bichat, Xavier, 354
Bignon, 243
Bilim felsefesi, 184, 459, 460, 461
Bilim kongreleri, 536, 537, 538
Bilimin İlerlemesi (Bacon), 127, 242, 410, 555
Bilimsel aletler, 40, 260
Bilimsel araştırma, 544, 545, 546, 554, 556, 557, 558; giderler, 557; federal yardım, 544, 545, 557; 19. yüzyılda, 544, 545
Bilimsel dergiler, 548
Bilimsel devrim, Reformasyon ve, 109, 158, 172, 178, 195, 197, 200, 232, 290, 558
Bilimsel Kurumlar ve Dernekler, 241, 400; 18. yüzyıl, 260, 261, 404, 400; Uyum Karşıtları, 404; Sovyetler Birliğinde, 548, 551; 17. yüzyıl, 241; 20. yüzyıl, 544, 548, 557; Birleşik Devletler, 544
Bilimsel öğretim: 18. yüzyıl, 260, 402, 405; Gresham Koleji, 229, 230, 231, 234, 235, 236, 241, 242, 363; Nazi

Almanyası'nda, 540; 19. yüzyıl, 403, 405; Sovyetler Birliğinde, 551, 548
Bilimsel yöntem: hakk. Bacon, 128, 131, 288; Descartes, 151, 152, 158, 288; diyalektik materyalizm ve, 549; deneyde, 51, 97, 98, 101, 104, 109, 124, 126, 127, 135, 137, 553; insan hükümlerine etkisi, 270; parçası olarak matematik, 114, 131, 132, 403, 443, 448; mekanikte, 139, 158, 184, 251; Rönesans ve, 97, 98, 150
Billingsley, Henry, 228
Bira endüstrisi, 476
Bira mayası, 476
Birim kavramı, doğada, 24
Biringuccio, 124, 276
Birkbeck, George, 405
Birleşik Devletler, 464, 545, 546; Darwinciliğe tepkiler, 389; genetik okulu, 389, 390
Birlikler, bilimsel, Bak. Bilimsel Kurumlar ve Dernekler
Biruni, el-, 80
Bitkiler: hakk. Aristoteles, 70, 301, 354; büyüme kimyası, 198, 476, 493; sınıflandırma, 301, 302, 303, 304; hakk. Lamarck, 313, 317; soluma, 302, 303; Bak. Botanik
Biyogenesis, 338, 340
Biyokimya: embriyoloji, 329, 339. 356. 383, 390, 393, 494, 534, 557, embriyoloji ve, 411
Biyoloji: İskenderiye okulu, 39, 5, 46, Temel tip planı, 346, 383; hakk Aristoteles, 354; hücre teorisi, 327; sınıflandırma, 301, 304; embriyoloji, 329; evrim, 373; 19. yüzyılda, 379; Sovyet bilimi, 551; canlı organizmaların yapı ve fonksiyonu, 316, 325; 20. yüzyılda, 487
Biyolojik sınıflandırma, Bak. Sınıflandırma, biyolojik, 301
Bizans Bilimi, 40, 43, 55, 57, 81
Black, Joseph, 252, 261, 277, 282, 405
Blackett, 517, 518
Blok baskı, 71
Blumenbach, Johann, 336
Bodin, Jean, 157
Boehme, Jacob, 320
Bohr, Niels, 510
Boisbaudran, 428
Boltzmann, Ludwig, 456
Bonaparte, Carlo, 537
Bondi, 528
Bonnet, Charles, 310, 335
Bordeaux Derneği, 243
Borelli, Alphonse, 205
Botanik: Aristoteles, 35; hücre teorisi, 327; bitki büyümesinin kimyası, 198, 476, 493; embriyoloji, 329; Goethe evrim hakk.328, 343, 353; canlı organizmaların yapı ve fonksiyonları, 316, 325; Theophrastus, 36; 20. yüzyıl araştırmaları; Bak. Bitk
Boulton, Mathew, 253, 260
Bower elyazması, 80
Boya endüstrisi, 402, 473, 484
Boylam: ilk araştırmalar ve, 43, 134; Eratosthenes, 42; belirleme problemi, 134, 148, 245; Ptolemy, 45; manyetik iğne ve, 124, 125; ölçümü, 224, 246; Mercator izdüşümü, 224, 225
Boyle, Robert, 234, 237; hava pompası deneyleri, 250, 254; kapilerler hakk., 205; hakk. Lavoisier. 280: Felsefe Koleji, 234
Bölme (aritmetik), 10, 39, 78
Bradley, James, 270
Brahe, Tycho, 68, 89, 119, 120, 121, 144, 147, 148, 166, 167, 169, 175, 176, 564
Brahmagupta, 77, 78
Brahmanizm, 79
Bramah, Joseph, 463
Brent, Sir Nathaniel, 235
Brewster, David, 408, 409, 432
Bridges, 491, 492, 493, 496
Briggs, Henry, 230
Britanya Jeoloji Derneği, 371, 376
British Association for the Advancement of Science, 409

Broglie, Louis de, 513
Brown, Robert, 355, 356
Brown-Sequard, Charles-Edouard 389
Browne, Thomas, 165
Brunner ve Mond fabrikaları, 483
Bruno, Giordano, 171, 201, 272, 362
Buch, Leopold von, 373
Buckland, William, 373
Budizm, 71, 76, 78
Buffon, Georges, 302, 305, 306, 309, 312, 364, 365, 372,
Buhar makinası: üzerine Carnot, 449, 450, 454; Newcomen makinası, 251, 252, 253; termodinamik ve, 253,254, Watt'ın, 553
Buhar pompası, 249, 251
Buhar türbini, 468
Bulutsu hipotezi, 269
Bulutsular, 520, 521, 522
Bunsen, Robert W., 423
Buridan, Jean, 105, 107
Burley, Walter, 105
Bush, Vannevar, 545
Büyü: kimyasal süreçler ve, 53; Mısır, 13; Taoistler, 63
Büyük Britanya Kraliyet Enstitüsü, 406
Büyük Britanya: kimyasal endüstri, 412, 475, 481; 19. yüzyılda mühendislik, 454, 463; bilimsel araştırma için masraflar, 557; araştırma ve bilim, 557; 18. yüzyıl bilimi, 261, 262; ilerleme fikri, 555; Amerika üzerine etkiler, 543; Darwinciliğe tepkiler, 398, 538, 539

C

Cabanis, Pierre, 297
Cabir bin Hayyan, 83
Cabot, Sebastian, 230
Callipus, 30, 32
Calvin, John, 158
Calvinizm: 416 evren kavramı, 161; çok dünyalar doktrini ve, 169; hiyerarşi kavramının reddi, 163, 165, 496; bilim ve, 158, 162
Cam yapımı, 15
Cambridge Üniversitesi, 405
Camerarius, 303
Candolle, Alphonse de, 159
Cannizzaro, Stanisiao, 425, 538
Cardan, Gerome, 137
Carnot, Lazare, 401
Carnot, Sadi, 402, 449, 454, 455, 458
Carnot yasası, 454
Caro, 481
Cassini, Dominique, 246
Cassini, Jacques, 266
Cassini, Jean, 265
Cassiodorus, 50
Cato, Sansürcü, 50
Cauchy, Augustin-Louis, 403
Caus, Solomon de, 248
Cavendish, Henry: Dünya'nın kütlesi hakk.271; oksijen hakk.278, 283, 284; flojiston teorisi, 281, 282, 283, 284, 285; gazlar üzerine çalışmaları, 283, 284, 285
Cebir: Babil'de, 10, 11, 78; Çin'de, 73; Grek bilimi, 39, 78; hakk. Oescartes, 153; Hindu katkıları, 76, 78, 80, 82; İslam bilimi, 76, 82
Celsus, 208
Cengiz Han, 88, 89
Cennini, Cennino, 96, 97
Cepheid değişkenleri, 520, 521
Cerrahi: mikrobiyolojinin uygulanması, 477; Mısır, 14; İslam bilimi, 82, 86; Hindu tıbbı, 79; Paré, 196
Cesalpino, Andrea, 302
Chadwick, James, 516, 518
Chamberlain, Houston, S., 398
Chamberlin, Thomas C., 458
Chancellor, Richard, 227
Chancourtois, 427
Chang Heng, 69
Ch'ang Tshang, 67
Charaka, 79, 81
Charles I, 248, 257
Charles II, 249, 257
Charles, Jacques A. C., 415
Charlisle, 420

Cherubim (Çerubim), hakk. 59, Dionysius'un kavramları. 104. 107. 118
Cheyne, George, 333
Ch'in Hanedanı, 61, 62, 64, 71
Chou Dönemi, 61, 63, 66, 70, 75
Chuang Chou, 63, 69
Cıva: 54, Arap simyasında, 83, 84; Boehme, 322; Çin simyasında, 65, 71; Hindu simyasında, 80; tıp kimyacıları, 275, 322; ortaçağ simyası, 54; ilkel öz olarak, 275; relativite teorisi ve; Viviani ve Torricelli deneyleri, 249
Clairault, Alexis Claude, 266, 267
Clapeyron, 450, 463
Clausius, Rudolph, 454, 455
Cleanthes, 42
Clement, John, 463,465, 466
Cockroft, 519
Coğrafi dağılımı, hayvan ve bitkilerin, 382, 392
Coğrafya: ilk araştırmalar ve, 38, 42; Yunan, 38, 42; Ptolemy, 45, 222; Roma kültürü, 51
Colbert, Jean Baptist, 241
Coleridge, Samuel E., 420
College de France, 217
Collegium Curiosum sive Experimentale, 239
Condillac, Etienne, 292
Condorcet, M. H. A., 401
Confuciusçülük, 62, 63, 69, 70, 73
Cope, Edward, 389
Copernicus sistemi: 116; hakk. Bacon, 131; Galileo'nun bağlılığı, 144, 145, 146, 148; sabit yıldızlar, 270; gravitasyon ve, 116
Copernicus, Nicolas, 113
Cotton, John, 161
Coulomb, 438, 517
Crateuas, 47
Crookes, Sir William, 427, 428
Ctesibus, 40
Curie, Marie, 519
Cusanus (Bak. Nicholaus, Cusalı)
Cuvier, Georges, 301, 311; sınıflandırma ve morfoloji, 330, 347, 348, 349. 350; jeoloji, 351, 372, 373
Cyrill, Kudüslü, 55

Ç
Çarpım, 9
Çekirdek fiziği, 541, 558
Çekirdek tepkimeleri, 520, 531
Çelik, 53, 401, 466, 467, 468, 470
Çelik: eskiden üretimi, 401, 466
Çevre: hakk. Cuvier, 309, 346; hakk. Lamarck, 498; hakk. Saint-Hilaire, 346; Sovyet biyolojisi, 551
Çift kırılma, 193, 432
Çiftyıldız, 520
Çin: barutun icadı, 71; Moğol İşgali, 72, 87; resim yazısı, 61; baskı, 71; Hindistan'la ilişkileri, 78, 79, 80
Çivi yazısı, 8, 9, 13, 14, 16, 100
Çürüme, 108

D
Daimi hareket, 450, 452
D'Alembert, Jean le Rond, 266, 267
Dalga boyları, 431, 507, 514
Dalga mekaniği, 515
Dalga teorisi, ışığın, 191, 193, 262,430, 431, 434; hakk. Huygens, 191, 430; kuvantum teorisi ve, 514, 516
Dalga-tanecik dualitesi, maddenin ve ışınımın, 515
Dalton, John: atom teorisi, 415, 416, 417, 419
Damıtma, Çin simyasında, 65
Daniel pil, 470
Darby ailesi, 259
Darwin, Charles, 379; genetik ve, 398; Lyell'in teorileri ve, 555
Darwinizm: Almanya'da, 389, 390, 391, 538, 539; Rusya'da, 547; Bak. biyolojik Evrim
Daubenton, 305
Davy, Humphıy: atom teorisi, 417; kimyasal afinite, 406, 420; elektroliz,

420;aydınlatma; ısının mekanik teorisi, 447, 448; azot oksit, 444; oksijen, 282; Kraliyet Derneği, 258; bilimsel öğretim ve,258, 407, 412
Day, Thomas, 260
Dee, John, 227
D'Azour, Vic, 342
de Forest, Lee, 471
Değişimler, hayvan ve bitkilerdeki, 384,
de Vries, Hugo, 395
Delambre, 401
Deluc, Jean André, 372
Demir Çağı, 17, 50,
Demir: endüstri, 259
Democritus, Abderalı, 24
Deneysel yöntem: Archimedes, 40, 41; İngiliz 18. yüzyıl bilimi, 75, 127; Descartes, 151; Gilbert ve Bacon, 101, 124, 127, 129; Leonardo da Vinci, 135; matematik, 143, 150; Newton, 185,186; Strato, 36; 13. yüzyıl Avrupası, 101, 102
Deniz kronometresi, 247, 254, 256
Denizaltı kablosu. 469
Denklemler, 153, 444, 513
Descartes, René, 132, 150; Calvinism ve, 157, 158; gravitasyon ve, 178, 187; Fransa'daki etkisi, 152, 157, 180; gezegenlerarası ve yıldızlararası uzayda ışık teorileri, 190, 191, 198; doğa felsefesi, 151, 153, 155, 156; akademik gelenek ve, 150, 152, 179; ilerleme üzerine görüşler, 155
Desmarest, Nicolas, 365
Devonya sistemi, 375
Desormes, 473
de Vries, Hugo, 395
Dicaearchus, 38
Diderot, Denis, 292
Diferansiyel hesap, 264
Digges, Leonard, 227
Digges, Thomas, 228, 271
Dimier, Gottlieb,
Din: Bak. Calvinizm, 159, 162, 239; Katolik Kilisesi, 159, 239, 555; Tanrı, 170, 171, 187, 188, 198, 209, 240; Protestan Reformasyonu, 159, 161, 162, 208, 211. 318
Dinamit, 484
Dinamo yasası, 440, 453, 469, 470
Diodorus, 55
Diogenes, Babilli, 39
Dionysius, 56, 57, 105, 107, 163
Dioptra, 40
Dioscorides, Anazarbalı, 46, 82
Dirac, Paul A. M., 515, 517
Dirimselci felsefe, 211, 220, 319, 354
Diyalektik materyalizm, 549
Dobereiner, Johann, 426
Doğa felsefesi: 19. yüzyılda terkedilmesi; Bacon, 232; hücre teorisi; Descartes, 155, 158, 289; 18. Yüzyıl, 261, 266, 308, 320; Fransız filozoflarının doğaya bakışı, 298, 319; Yunan, 17,26; Newton, 184; Padua'da; 17. yüzyılda bilim ve ışık teorisi, 192, 193, 275, 320, 324; Bak. Alman doğa, 324. 329. 330,336
Doğa yasaları, 27, 154, 156. 165, 324. 376, 414,501, 502, 503
Doğal seçim, 382, 384, 386, 498
Doğu Hindistan Kumpanyası,
Dokular, 334, 335, 336, 338; hücre teorisi ve, 338, 355, 358, 395
Dokuma, 94, 466, 472
Dolland, John,
Doppler olayı, 522, 525
Dökme demir, 94, 466
Döllenme, 310, 335, 495
Dönmesi, Dünya'nın,
Döteronlar, 518
Driesch, Hans, 495
Dulong, Pierre L., 403, 419, 425, 508
Dumas, Jean, 422, 423
Dünya Ruhu: Alman doğa felsefesinde, 324, 325, 326, 327, 328, 343, 379, 392
Dünyaların çokluğu doktrini, 169, 170, 172
Dünya'nın kendi ekseni etrafında dönmesi, 78, 114, 126, 145, 505

Dünya'nın Güneş etrafında dönmesi, 114, 115, 520
Dürer, Albrecht, 97, 113

E
Eber'in tıp papirüsü, 14
Ebu'l-Kasım Zehravi, 86
Eckhart, 211
Ecole Normale Superieure, 402
Ecphantus, 22, 31
Eczacılar, 195, 473
Eddington, Arthur, 522, 525
Eden, Richard, 227
Edgeworth, Richard Lovell, 260
Edinburgh, 257, 261, 262, 263, 264, 368, 370, 371, 380,387, 405, 407, 408, 431, 432, 477, 567
Edison, Thomas, 471, 545
Eğrilik, uzayın, 524, 525
Ehlich, Paul, 484, 539
Einstein, Albert, 501, 503, 523, 524, 526, 528
Eksantrikler, 45
El-, Arapça isimlerde ikinci kelimeye bakınız: Örneğin, Battani el-
Elektrik akımı, 420, 438, 439, 440, 443, 445,453
Elektrik şoku, 436, 498
Elektrikle aydınlatma, 470, 471
Elektroliz, 420, 506, 508
Elektromanyetik dalgalar, 444, 446, 471
Elektromanyetik ışınım, 445, 506, 507, 508, 509
Elektromanyetik makineler, 471
Elektromanyetizma, 444
Elektronlar, 508, 513, 514, 515, 530
Elementler, kimyasal, 354, 413, 417, 506; 509, 512; atom teorisi ve, 509; 511, 514; hakk. Dalton, 417, 419; hakk. Lavoisier, 280, 281, 282, 283, 284; paketleme kesri, 519; periyodik cetvel, 427, 429, 510, 512
Embriyoloji, 329, 331, 339, 356, 383, 390, 393, 494, 534, 557
Emeviler, 81
Emniyet süpabı, 369
Empedocles, 23, 308
En küçük kareler yöntemi, 270
Endülüs, Arap bilimi, 86, 89
Enerjetik düşünce okulu, 458
Enerji: dispersiyonu; 452, 453, 456; Einstein teorisi, 502; elektriksel, 453, 454; hakk. Haeckel, 393
Enerjinin korunumu yasası, 452, 453, 454, 456
Engels, Friedrich, 548
Engizisyon, 145, 149
Entropi, 455, 456
Epicurus, Sisamlı, 37
Epigenesis teorisi, 337
Episikller, 45
Erasistratus, Chioslu, 46
Erasmus, 108, 192, 260, 298, 299, 300, 311, 378, 379, 392, 568
Eratosthenes, 42, 44, 45, 51
Ether (anestetik), 477
Ether (esir) modelleri, 444, 445, 462, 506
Etik, 388
Etrüskler, 17, 39
Euclid, Atinalı, 41
Eudoxus, Cniduslu, sistemi, 30, 31, 32, 43, 87
Euler, Leonard, 193, 241, 267, 437
Eupalinus, Megaralı, 40
Evren, 12, 21, 23, 29, 30, 31, 43, 47, 57, 63, 66, 69, 73, 84, 103, 104, 107, 113, 115, 116, 119, 120, 122, 123, 147, 151, 154, 155, 158, 160, 163, 165, 169, 170, 200, 268, 272, 289, 297, 308, 320, 340, 460, 523, 524, 525, 527, 528, 529, 549
Evrenin yapısı, üzerine teoriler, 84, 122, 134, 152
Evrim, jeolojik, 261, 373, 374, 375
Evrim, organik, 297, 311, 313; Darwin, 378, 383, 385, 497; Descartes, 155; Empedocles, 23; 19. yüzyılın Alman evrimcileri, 336, 343, 356; Alman doğa-filozofları, 330, 355; ilerleme fikri ve, 386; Lamarck, hakk., 313, 497, 498; Saint-Hillaire ve Cuvier, 353; Laplace, 297

F
Faraday, Michael, 257, 440
Felaket, jeolojik, 373
Felsefe, 17, 19, 25, 26, 47, 51, 53, 54, 62, 70, 71, 83, 84, 105, 134, 150
Felsefe Derneği, Edinburgh, 261
Felsefe Koleji, 169, 234, 235, 236, 254
Felsefenin İlkeleri (Descartes), 151, 288
Fenikeliler, 16, 17
Fergani, el-, 82
Fermat, Pierre de, 171, 191, 193, 240
Fermi, Enrico, 518, 519
Finaeus, Orontius, 242
Fitzgerald, 445, 500, 502, 506
Fizeau, Armand, 435, 443
Fizik, 86, 115, 135, 152, 277, 279, 391, 402, 405, 410, 417, 419, 429, 430, 438, 439, 440, 443, 445, 447, 452, 459, 460, 537
Fizyoloji, 14, 47, 66, 337, 410, 430, 452
Flamsteed, John, 245
Fleming, Alexander, 471
Flojiston teorisi, 276, 277, 279, 282, 283, 284, 285
Fludd, Robert, 166
Fontenelle, 169, 243, 256, 258, 264, 265, 275, 296
Fosfatlı gübreler, 479
Fosiller, 74, 307, 362, 363, 364, 365
Foster, Samuel, 234
Fotonlar, 508
Foucault, Jean, 435
Fourcroy, Antoine de, 401, 403
Fourier, Jean Baptiste, 154, 440, 448, 449
Fracastoro, Girolamo, 210, 362
Frankland, Edward, 424
Franklin, Benjamin, 437, 543, 544
Fransa: 92, 94, 127, 241, 242, 255,285, 319, 397, 425, 427, 428,432, 443, 448, 457, 464, 467, 468, 473,475, 477,480, 482, 533, 537, 550, 555, biyoloji, 301, 305, 308, 311, 315, 329, 344, 347, 352, 353, 379, 397, 474, 476; kimya, 275, 277, 279, 281,413, 414, 415, 419, 426, 429; aydınlanma, 150, 155, 157,179, 265, 292; jeolojik araştırmalar, 365, 366, 373, 374, 377; Rus bilimi üzerine etkisi, 547; Darwinizme tepkisi, 390, 398; Reformasyon ve bilimsel ilerleme, 159, 162, 167, 256, 267, 288, 294, 295, 297; bilimsel kurumlar, 233, 246, 400, 401, 402, 403, 406
Fransız Bilimi Geliştirme Birliği, 403
Friedrich II (Prusya.), 240
Frederick II (Danim.), 120
Fresnel, Augustin, 433, 474
Frisius, Gemma, 224, 227
Frobisher, Martin, 227
Fu Meng-Chi, 89
Fuchsel, Georg, 366
G
Galaksiler, 525
Galaksiler arası uzay, 525, 531
Galen, 40, 47, 48, 49, 82, 86, 104, 195, 197, 201, 202,203, 207, 208, 209, 211, 213, 239; Arapların eleştirisi, 86; ilaçlar, 82, 83; üzerine etkiler, 47; fizyoloji, 47, 48; Vesalius ve, 48, 52, 196, 197
Galileo: 134, 189; atalet ilkesi, 148; geometri, 143; gravitasyon, 141, 142; Kepler teorileri ve, 147, 149; Newton ve, 185, 186; boylam üzerine çalışmaları, 224, 246: teleskop, 144, 145, 148, 149
Galton, Samuel, 260
Galvani, Luigi, 419, 534
Gama ışınları, 509, 517
Gama, Vasca da, 222
Garden, George, 332
Gassendi, Pierre, 217
Gay-Lussac, Joseph L.,
Gazlar: atom teorisi ve, 414, 415, 515; Boyle'nin yasası, 414; yoğunluğu; 18. yüzyıl çalışmaları, 248, 249, 250, 251,252; genişlemesi, 248, 249, 414, 451; hakk. Helmont, 214, 215, 216; kinetik teorisi, 451
Geber, 83
Geddes, Patrick, 397

Gegenbaur, Carl, 392, 393
Geikie, Sir Archibald, 458
Gelgit teorisi, 43, 263, 364
Gelignit, 483
Gelişme fikri: biyoloji, 377; Darwincilik ve, 379, 381, 385, 399; 18. yüzyıl görüşleri, 379; Malthus, 380, 382, 557, 568
Gellibrand, Henry, 231, 235
Geminus, Rodoslu, 21, 44, 52
Genel Relativite Yasası (Einstein), 503
Genetik, 394, 399, 429, 492, 493, 494, 497, 551, 558
Geometri, 17, 21, 28, 41, 50, 61, 78, 83, 97, 121, 153, 229, 230, 235, 236, 292, 402, 407, 543, 548
Gerard, Cremonalı, 99
Gereklilik, 29, 134
Gerhardt, Charles F., 423
Gerlach, 541
Gezegenler: İskenderiye okulu, 42, 43, 44, 45; hakk. Brahe, 119, 120, 169; eliptik yörünge, 120, 122; hareketleri bakk. Kepler ve Galileo, 120, 121, 122; hakk. Laplace, 267, 268, 269; Mezopotamya uygarlıkları, 11
Gezegenler arası uzay, 175
Giard, Alfred, 389
Gibbs, Willard, 546
Gilbert, William, 125, 147, 148, 195, 230, 564, kozmik değerler, 166, 176; zanaat problemleri, 126, 195; elektrik ve enerjetik kuvvetler, 436; mıknatıs, 125, 126, 176; navigasyon ve güneş sistemi, 176, 229, 230, 231
Girişim, 255, 427, 431, 446, 513, 517, 547, 548
Glasgow Üniversitesi, 252, 405
Goddard, Jonathan, 230, 234, 235
Goethe, Johann Wolfgang von, 318, 328, 329
Gossage, William, 482
Göz, hakk. Araştırmalar, 23, 143, 294, 320, 329, 408, 540, 545
Gözlemevleri, 39, 77, 81, 82, 88, 89, 120, 222, 245, 246
Graaf, Reinier de, 331
Gram (ağırlık ölçüsü), 400, 461, 529
Gravitasyon: Clairault; Galileo, 504, 528
Gravite: Bak. Cisimlerin serbest düşmesi 137, 138, 141, 151, 178
Gray, Stephen, 438
Greaves, John, 235
Green, George, 434
Greenwich, 223, 224, 245, 246
Greenwich gözlemevi, 245, 246
Gregory, David, 194, 263
Gregory, James, 194
Grek kültürü: 17, 20, 26, 30; İskenderiye dönemi, 38, 40; Bacon ve, 128, 132; tarih ve, 28; Roma'da etkisi, 50, 51, 52; demir çağı uygarlığı, 17; Grek astronomisine göre Kepler ve Copernicus, 174; doğa felsefeleri, 26. 35; Sokrat-öncesi felsefeler, 17, 18
Gresham Koleji, 229. 230, 231, 234, 236, 241
Gresham, Sir Thomas, 229
Grew, Nehemiah, 303
Grimaldi, Francesco, 432
Guano, 479
Guericke, Otto von, 250, 436
Guettard, Jean, 365
Gunter, Edmund, 231
Gübreler, 475, 476, 479, 483
Gülme gazı, 476
Güneş enerjisi teorileri, 458
Güneş lekeleri, 145
Güneş merkezlilik, 43, 120, 147, 148, 170
Güneş: İskenderiye okulu, 39, 41, 42, 43, 44; Anaxagoras, 26; evrenin merkezi olarak, 43, 120; Çin astronomisinde; Copernicus sisteminde, 120, 147, 148, 149; kozmik değeri, 166, 167,201; Kepler'in teorileri, 177; ışınımı, 201, 456, 457; Laplace, 267, 268, 269; sabit yıldızlara göre konumu, 21, 22, 39, 41, 44, 57, 68, 116

Güneş sistemi: oluşumu, 119, 529, 530; Copernicus teorisi ve, 113, 115, 116, 118, 174, 175; Galileo, 144, 145, 146; Gilbert'in teorileri, 176, 177; Kepler, 121, 122, 123; Laplace, 268, 269; Newton and Hooke, 184, 186, 188; çift yıldız teorisi, 520, 521, 531

H
Haber, Fritz, 483
Haeckel, Ernst, 341, 391
Hahn, Otto, 519
Hakimi astronomi tabloları, 85
Hales, Stephen, 220
Halkalılar, 339
Hall, Chester More, 194
Hall, Sir James, 261, 370
Haller, Albrecht von, 334
Halley, Edmund, 180, 183, 263, 363
Han Dönemi, 62
Hansa Ligi, 93, 113
Hareket: Saksonyalı Albert, 106, 107, 108; Aristotle, 33, 136, 141, 142, 143, daimi hareket üzerine Carnot, 450; ortaçağ Avrupasında har. Kavramı, 106, 107; Descartes, 155, 187; Einstein teorisi ve, 501, 503; Galileo, 141; Newton, 450, 452
Harezmi, el-, 82
Haritalar, 72, 89
Harriot, Thomas, 153, 230
Harrison, John, 247
Hartley, David, 293, 299
Hartsoeker, Nicolas, 332
Harun er-Reşid, 82
Harvey, William, 195,201, 203, 204, 235, 331, 566
Hastalıklar: hücre teorisi ve, 358, 359; Çin tıbbında, 64,66; şeytan teorisi, 13; hakk. Fracastoro, 210; mikrop teorisi, 209, 210, 477, 478; hakk. Helmont, 213, 214, 215, 478
Hava pompası, 217, 219, 250, 254, 555
Hava, Nefes, Pneuma, 24, 37, 46, 48, 169, 199, 200, 219
Hayat iksiri, 64, 80, 103
Hayvanlar: yaratılmaları hakk., 18, 29, 290, 350; Platon, 29
Hayyam, Ömer, 85
Hegel, Georg W. F., 330, 393, 395, 534
Heisenberg, Werner, 513
Helmholtz, Hermann, 452
Helmont, John Baptist van, 166, 213
Helvetius, 294, 295
Helyum, 509, 512, 516, 518, 519, 531
Henderson, 520
Henry, Gemici, 222, 226
Henry, Joseph, 544
Henry, Thomas, 261, 387
Henry, William, 261
Heraclides, Pontuslu, 31
Heraclitus, Efesli, 19
Herder, Johann, 323
Hero, İskenderiyeli, 40, 248, 468
Herodotus, Bodrumlu, 29
Herschel, John, 375, 377, 407, 457
Herschel, William, 272, 274, 520
Hertwig, Oscar, 487
Hertz, Heinrich, 445, 461
Heytesbury, Walter, 106
Hız: Ortaçağ Avrupasında kavram, 107, 141, 147; hakk. Einstein, 500, 501, 502; elektrik için, 437, 443, 444, 445; Galileo'nun araştırmaları, 147, 148, 153; ışığın, 435
Hicetas, 31
Hidrojen, 278, 282, 283, 417, 418, 420, 421, 423,425, 428, 429, 461, 475, 482, 483, 509, 513, 516, 518, 519, 530, 531
Hidrojen iyonu, 509
Hidrojen klorid, 482
Hidrostatik, 138
Hieronymus Fabricus, 196
Hilaire, Geoffroy, Bak. Saint Hilaire, 329, 337
Hinshelwood, Cyril Norman, 498
Hint bilimi ve simya, 77
Hipparchus, Nicaealı, 39
Hippocrates, 25, 82, 207

Hiyerarşi, kavramı, 56, 162, 163, 165, 166, 168, 170, 173, 198, 307
Ho Ting, 65
Hofmann, August von, 423, 475, 479, 480
Hollanda: keşifler ve gemicilik, 137, 144, 151, 152, 158, 162, 180, 189, 223, 224, 225, 226, 233, 255, 258, 302, 332, 399, 533
Honecourt, Villard de, 96
Hood, Thomas, 229
Hooke, R.: hava pompası deneyleri, 219, 250; gravite üzerine, 180, 181, 184; ters kare yasası, 182, 183; güneş sisteminin mekaniği, 184
Houtermans, Fritz G., 541, 542
Hoyle, Fred, 528, 530
Hsuan Yeh, 69
Hsun Ch'ing, 70
Hu Hsi, 67
Hubble, Edwin P., 521, 522, 525, 527
Hues, Robert, 230
Huges, David, 470
Huggins, William, 522
Hulagu Han, 89
Humason, Milton, 522
Humboldt, Alexander von, 382, 536
Hume, David, 261, 293, 319
Hun Thien, 68
Hun Thien teorisi, 68
Hutton, James, 261, 368
Huxley, Thomas Henry, 387
Huygens, Christian, 152, 224, 225, 467; sarkaç ve merkezil kuvvet yasası, 142, 179, 182, 184, 224; zaman ölçümü, 191, 193, 246, 507
Hücre bölünmesi, 487, 488, 498
Hücre çekirdeği, 356, 487, 496
Hücre Teorisi: 20. yüzyılda biyolojik araştırmalar, 487, 494, 498; tüm canlılarda birim olarak hücre, 327, 354, 356, 357, 383, 390, 393

I

Irk teorileri, 398, 399
Isı iletimi, 439
Isı makinası, 450, 454, 455, 458, 467, 468
Isidore, Sevilli, 51
Işık: tanecik teorisi, 190; Descartes'in, 190, 191; Einstein'in relativite teorisi ve, 501; elektromanyetik teorisi, 430, 444, 445, 446; yıldızlardan emisyonu, 520, 521; Kepler, 189, 190; Maxwell, 444; Newton, 192, 193; kızıla kaymaları, 522; hızları, 435
Işınım: astrofizikte, 269; atom teorisi ve, 506, 507, 508; Hertz, 445, 446; mutasyonların etkisi, 492, 493; maddenin dalga-tanecik dualitesi ve, 507, 508, 509, 514; dalga teorisi, 430, 506

İ

İbn-i Baace (Avempace), 86
İbn-i Rüşd (Averroes), 86, 104
İbn-i Sina (Avicenna), 82, 211
İbn-i Tufeyl (Abubacer), 87
İbn-i Yunus, 85
İbnü'n-Nefis, 86
İbnü'z-Zerkale, 86
İdioplazma, 395, 396
İdeogramlar, 8
İhvan as-Safa (Safkardeşler), 83
İki Yeni Bilim Üzerine Konuşmalar (Galileo), 139
İlaçlar: bakterilerin uyumu; Grek ve ortaçağ tıbbı, Hint tıbbı; endüstri; sentezi, 13, 14, 47, 52, 66, 79, 83, 207, 208, 209, 213, 215, 498
İlk hareket ettirici (Primum mobile), 32, 56, 167, 251, 253
İmhotep, 13
İmpetus, 57, 105, 106, 107, 108, 109, 118, 135, 136, 137, 142, 179
İncil, 95
İndiyum, 427
İngiltere, 92, 94, 127, 135, 150, 162, 167, 168, 169, 172, 180, 189, 195, 200, 213, 223, 226, 227, 228, 229, 230, 232, 233, 234,236, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 247, 248, 250, 251, 252, 255, 256, 257,

258, 262,265, 273, 285, 298, 299, 300, 302, 311, 319, 329, 366, 372, 373, 376. 378, 381, 386, 396, 397,399, 404, 406, 407, 408, 412, 425, 429, 432, 436, 452, 457,468, 470, 471, 475, 477, 481, 483, 489, 517, 533, 543, 544, 547, 557
İngiltere Kilisesi: 18. yüzyılda Anglikan bilimciler, 162, 172, 235, 239, 255, 257,258, 259, 263, 376
İnorganik kimya, 422
İnsan, hakk. Boehme, 320, 321, 323; hakk. Alman doğa filozofları, 324, 325, 379, 387; kurtuluşu hakk. Luther, 161; yaradılışı hakk. Plato, 30; üçlü sınıflandırma, 325, 326, 392
İnsanın İnişi, (Darwin), 389
İnşa teknikleri, 40, 92, 96
İpek böceği hastalıkları, 476
İskender, Büyük: 38, 39, 50, 157
İskenderiye Müzesi, 39, 40, 42; Mühendislik, 40, 41
İskoçya, 162, 231, 253, 257, 261, 262, 405
İslam, Bak. Arap bilimi, 87, 99
İspanya, 43, 84, 86, 87, 89, 94, 99, 224, 225, 226, 227,233
İsveç, 258, 303, 420, 427, 484, 533
İsviçre, 95, 162, 243, 258, 302, 389, 533
İtalya: mekaniğin gelişmesi, 97, 98, 109, 135, 136, 137, 139, 142, 144; gemicilik araştırmaları, 146, 221, 223, 224; bilimsel akımlar ve dernekler, 239, 533, 534, 537, 538
İvme, 154, 186, 189; Einstein teorisi, 504
İyonyalı filozoflar, 24, 28, 30, 53
İzomerlik, 422, 440
İzomorfizm, 419, 425

J
James, William, 546
Jameson, Robert, 368, 380
Jansen, Zacharias, 189
Jeans, James H., 523, 530
Jenner, Edward, 478
Jennings, 498
Jeoloji Derneği, 372, 376, 404, 458; dünyanın yaşı hakk. tahminler, 457, 458, 528, 529; 19. yüzyıl araştırmaları, 363, 365, 368, 369
Johannsen,489
Johnston, Stoney, 508
Joliot-Curie, Frederic, 519
Joliot-Curie, Irene, 519
Joule, James Prescott, 452
Jussieu, Antoine Laurent de, 305, 349
Jussieu, Bernard de, 305
Jüpiter, 32, 39, 144, 145, 148, 155, 166, 183, 191, 225, 246, 267, 530

K
Ka Thien, 68
Ka Thien sistemi, 68
Kader, 29
Kağıt, 84, 94
Kağıt şerit makinası, 470
Kahire, 85, 86
Kalıtım: Haeckel, 392, 393; Lamarck'ın teorisi, 397, 399; Nageli'nin teorisi, 394, 395, 396, 490; Sovyet bilimi, 550, 551; Spencer, 386, 387; 20. yüzyıl araştırmaları, 491, 492, 493; Weismann, 396, 397, 398, 399, 488, 489, 394, 506
Kalorik teorisi, 447, 449, 450, 454
Kalsinasyon, metallerde, 280; Lavoisier, 280, 281; flojiston teorisi ve, 281, 283; Rey'in teorisi, 216
Kalsiyum sülfit, 473, 482
Kambriyen, 374
Kan dolaşımı: 195; Çin tıbbında, 66; Cuvier'in sınıflandırması ve, 347, 348; Galen, 195, 202, 203; Harvey, 195, 201, 202, 203, 204. 205; Hooke: Ibn al-nafis, 86, 100
Kant, Immanuel. 272. 323, 413
Karaciğer, 50
Karaciğer kehaneti, 50
Karacisim ışınımı, 507
Karakterlerin bastırılması ilkesi, 349, 494

Karbon, 277, 278, 280, 421, 423, 424, 426, 427, 451, 466, 471, 474, 512, 516, 518, 531
Karbon dioksit, 280, 451, 474
Karbon flamanlı ampuller, 471
Karmati, 83
Kartezyen felsefe, Bak. Descartes, René, 155
Katerina, II., 295
Katı hal, ışık teorisi ve, 433
Katılıpler, 3, 8, 15
Katı hal, ışık teorisi ve, 433
Katlı oranlar yasası, 416
Katolik Kilisesi: 105, 106, 146, Descartes'ın felsefesi ve. 158: evrim teorisi ve, 239, 555
Katot ışınları, 508
Kayaçlar: sınıflandırılması, 74, 366, 367, 369, 374, 375
Kehanet, 17, 70
Keir, James, 260
Kekule, August, 424
Kelvin, Lord (William Thomson); Dünya'nın yaşı üzerine, 457, 489; electrik ve manyetizma, 506; esir modeli, 434; bilim öğretimi, 405; denizaltı kablosu, 469, 470
Kemoterapi, 483, 484
Kendiliğinden üremek, 333
Kepler, Johann: gravite üzerine, 120, 121, 144, 177
Kesirler (arit.), 9, 15, 156
Kessler, 547
Keşif, bilim ve. 93. 222, 256, 335. 356, 496
Kırınım, ışığın. 85, 113, 171

Kış buğdayı, 551
Kızamık, 478
Kielmeyer, Friedrich, 336
Kimya: 65, 207, 480, 481; İskender dönemi, 53, 84; Arap Bilimi, 83, 84; atom teorisi ve, 217, 413; hakk. Boyle, 217; bilimin geri kalması ve; 18. yüzyıldaki gelişmesi, 277, 278, ; içinde ampirik yasalar, 472, 480; hakk. Helmont, 213, 216, 322; Lavoisier devrimi, 279, 280, 281, 282, 413; simya, 14, 53, 64, 79, 83, 84, 102, 103, 104, 207, 321, 427
Kimya Dernekleri, 404
Kimya endüstrileri, 478, 479, 480, 483, 484; 19. yüzyıl gelişmeleri, 415, 472, 480, 482,483
Kimyasal afinite, 419, 420
Kimyasal bileşikler, bileşimi, 276, 284, 413, 416, 417, 420, 421, 422,423, 484, 512
Kinetik teori, gazların, 455, 456
Kinin, 480
Kısmi basınçlar yasası, 415
Kızamık, 478
Klor, 417, 423, 426, 473,482
Klorofil, 474
Kloroform, 479
Ko Hung, 65
Koch, Robert, 477
Kolera, 450, 478
Kovalanslık (eş valanslık), 426
Kozmik değerler, 119, 120, 122, 158, 167, 178
Kozmik ışınlar, 517
Kozmoloji: Atomistler, 24, 29, 80; Çinliler, 68, 69; Descartes, 154, 178155; Galileo, 139; Kepler, 175, 177; ortaçağ Avrupası, 105, 107, 108; Mezopotamya kültürleri, 11, 12; Newton, 181, 183, 187; Sokrat-öncesi Grek felsefesi, 18, 19; Proclus, 56; 17. ve 18. yüzyıllarda, 121, 523; Taoistler, 63, 64, 69, 70
Kömür madenleri, drenajı, 94, 247, 251, 372
Kraliyet Kimya Koleji, 475, 480
Kripton, 429
Kromatin, 487
Kromozomlar, 396, 488
Kronometre, 224, 246, 247, 251, 254, 256
Kropotkin, Pyotr A.,
Ksenon, 429

Kuakerler, 257, 258, 259, 260, 262, 265
Kumaş ve dokuma fırınaları, 472
Kurtuba, Arap biliminin merkezi olarak, 86
Kükürt: Arap simyası, 83, 84; Hindu simyası, 79, 80; tıp kimyacıları, 209, 214; ortaçağ simyası, 103; geri kazanma yöntemi, 474, 482, Mayow, 219, 220
Kutsal Hesapçı (Laplace'ın kavramı), 269, 270
Kutsal Ruh, 163, 198
Kutup yıldızı, 70, 102, 223
Kuvantum mekaniği, 515, 550
Kuvantum sayısı, 511, 512, 515
Kuvantum teorisi, 508, 510, 551
Kuyruklu yıldızlar, 67, 69, 144, 145, 154, 156, 175, 181. 183, 187, 263,287, 363. 364
Kuzey-batı geçiti, 229
Kütle: hakk. Descartes, 153, 154, 155; Einstein teorisi, 501, 502, 503, 504, 511; Galileo'nun araştırmaları, 180; taneciklerin, 502, 504, 509, 510, 515, 516, 517, 518; maddenin özelliği olarak, 271

L
Lacepede, Bernard, 305
Lamarck, Jean Baptiste, 297; Darwin ve, 379, 389; elektrik üzerine, 314, 391, 436; kahtım üzerine, 300, 352, 390, 396; organik evrim, 317, 346, 347, 352. 353, 373, 376, 386, 390; teorilerine tepkiler, 317, 346, 347, 352, 353, 373, 376, 386, 390; Saint-Hilaire ve, 346, 347, 352, 353, 393
La Mettrie, Julien Offray de, 240, 291, 295
Langmuir, Irving, 545
LaoTsu, 63
Laplace, 256, 267, 268, 269, 270, 289, 297, 400, 402, 407, 430, 432, 500, 568
Lastik, yapay, 483
Laurent, 305, 423
Laval, 468
Lavoisier, Antoine, 279
Lawes, Sir John, 476, 479
Lawrence, 519
Le Bel, 426
Le Roy, Pierre, 247
Leavitt, 521
Leblanc soda süreci, 473, 481, 482
Leblanc, Nicolas, 473
Leeuwenhoek, Antony van, 205
Lehmann, 366
Leibniz, Gottfried Wilhelm,
Leiden şişesi, 437, 438, 445
Lemaitre, Georges E., 525
Lenard, Philipp, 540, 541
Leonardo da Vinci, 97. 98. 135. 196. 205. 248, 362
Leonardo, Pisalı, 100
Leucippus, Miletli, 24
Leverrier, Urbain C., 504
Liebig, Justus von, 422
Linnaeus, 258, 301, 302, 303, 304, 305, 312, 342, 389
Linnaeus, Carl, 303
Lippershey, Hans, 144, 189
Lise (Lyceum), 36, 37
Lister, Joseph, 476
Lityum, 512
Liverpool Edebiyat ve Felsefe Derneği, 404
Livingston, 519
Lobelius, 302
Locke, John, 188, 240, 291
Lockert, George, 108
Lodge, 500
Logaritmalar, 230,
Lomonosov, Mikhail V., 548
Loncalar, 83, 101
Londra, 93, 159, 162, 207, 213, 228, 229, 234,235, 236, 240, 241, 242,244,252, 258, 303, 304, 363, 376, 387, 388, 405, 406, 412, 417, 418, 427, 428, 431, 440, 443, 455, 458, 469, 480, 500, 522, 544
Londra Kraliyet Derneği: 159, 414; Amerikan üyeler, 406; 18. yüzyıl

bilimcileri, 414; Joule'un araştırmaları ve, 455, 456, 457; 19. yüzyıl, 406, 410, 412
Lord Kelvin, 405, 434, 444, 454
Louvois, François M., 241, 242
Lowell Gözlemevi, 522
Lower, Richard, 218, 240
Lucretius, 51
Lull, Raymond, 103
Luther, Martin, 161, 162, 208, 211, 212, 320, 535
Luthercilik, 160, 211
Lyell, Charles, 374, 555
Lysenko, T. D., 550, 551,
Lyttleton, 531

M
MacCullagh, James, 433
Mach, Ernst, 459
Machiavelli, Niccolo, 286
Maclaurin, Colin, 264
MacMillan, 522
Madde: 19, 33, 64, 80, 103, 174; kimyada atom theorisi, 413; Descartes, 154, 155; Einstein, 506, 523; Helmont birincil madde üzerine, 214, 215, 216; tıp kimyası ve, 207, 208, 211, 214, 319; yıldızlar ve galaksiler arası uzay, 523, 527; Kant, 272, 323, 413; ortalama yoğunluğu, 524, 525; özellikleri, 413, 459; ruh ve, 215, 219, 220; dirimselci ve,
Maddenin korunumu yasası, 413
Madenler, 7, 94, 124, 181, 248, 249, 254, 370, 411, 466
Magnezyum karbonat, 277
Magnezyum oksit, 278
Magnus, Albertus, 104
Magribi, el-, 89
Mahavira, 77, 78
Maillet, Benoit de, 308
Maimonides, 86
Majoris, John, 108
Makinalar, 109, 139, 172, 187, 205, 243, 247, 248, 251, 252, 290, 291, 304, 316, 318, 332, 436, 448, 450,463
Makine: Bak.Isı makinası; 450, 454, 455, 458; İçten Yanmalı makinalar, 467, 468
Makrokozmos, 22, 37, 66,212, 320
Malpighi, Marcello, 205
Malthus, Robert, 378
Manchester Edebiyat ve Felsefe Derneği, 260, 404, 415
Mansur, el-, 81
Mantıkçılar, 125
Manyetik iğne, 124, 231
Manyetizma: 73, 102, 231, 436, 438, 440; katod ışınları ve manyetik alan, 509; mıknatısın yönlendirici etkisinin keşfi, 125, 229, 230; Gilbert'in teorileri, 125, 176, 229, 231; Kepler, 176, 177; Maricourt, 102, 126, 128; doğa-filozofları, 438; navigasyon ve üzerinde deneyler, 223, 229, 230, 231; Norman, 126
Mar Jaballaha, 88
Maricourt, Pierre de, 102, 126, 128
Marinus, Tyreli, 45
Marsile, Inghamlı, 108
Marx, Karl, 549
Mary, Yahudi, 54
Maskelyne, Nevil, 271
Matematik: 8, 10, 41, 20, 67, 150, 183, 264; navigasyon ve alan ölçümlerine uygulanması; 8, 17; astronomi ve, 10, 13, 21; Babil, 10, 13, 78; hakk. Bacon. 131; kalkülüs, 78, 80; Çin, 67, 73, 78; Descartes'ın matematiksel yöntemi, 134, 150, 153; hakk. Galileo, 140, 143; Hindu bilimi, 78, 80; İslam, 85, 88, 99, 100; mekanik ve, 140, 143, 184, 264; 19. yüzyıl Fransası, 400, 403, 407
Matematiksel fizik, 269, 403, 434
Matematiksel-deneysel yöntem, 143
Matematiksel-tümdengelim yöntemi, 143
Materyalizm, 549
Maudsley, Henry, 464

Maupertius, Pierre, 171. 193, 240, 266, 310, 332
Maxwell, James Clerk, 443, 444, 445, 446, 456, 461, 462, 471, 506,
Mayalanma, 54, 214, 215, 411
Mayer, Julius Robert von, 451, 452, 453, 454, 457,459
Mayer, Tobias, 246, 247, 267
Mayow, John, 218, 219, 236
McDougall, 498
Mechain, Pierre, 401
Meckel, Johann, 336
Meiosis (meyoz), 396, 487, 488
Meitner, Lisa, 519
Mekanik: 25, 33, 105, 134, 137, 138, 146; Çin araştırmaları, 62, 63, 72; ilk pompalar, 40; deneysel-matematiksel bilim yöntemi, 140, 143, 150; Galileo ve, 134, 139, 140, 148; 18. yüzyılda ilerleme fikri, 246, 249, 256; impetus teorisi, 58, 105, 109, 135, 142; Lagrange, 267
Mekanik Enstitüleri, 405, 406
Mekanik saatler, 96, 113, 224, 246
Mekanikçi felsefe: 146, 148, 150, 152, 158, 181; psikolojiye uygulanması, 549, 551; Boyle, 217, 218; kimya ve, 211, 212,213, 219; Descartes ve, 150, 152, 154, 155, 158; Harvey'in teorisi, 201, 203, 204; hakk. Mayow, 219, 220; 17. yüzyılda tıp ve kimya problemleri, 213, 216, 217; hareket üzerine, 151, 178, 179, 180; doğal süreçler, 180, 549
Mekanikçi ısı teorisi, 130, 447, 448,449, 450, 451, 452, 453
Meleksi varlıklar: 56, 103, 499; bakk. Dionysius, 56, 57, 58; hiyerarşi kavramı, 70, 105, 119, 155, 157, 163, ; hakk. Sebonde, 171
Me'mun, el- , 81, 82, 85
Mendel, Gregor, 395
Mendeleef, Dimitri, 426, 427
Mercator, Gerard, 224, 227
Mercekler, 193
Meridyenler, 43, 102, 125, 131, 223,
Merkezcil kuvvet, 179, 180, 181, 182, 183, 184,
Merkezkaç kuvvet, 118, 179, 190, 443
Merminin hareketi, 135, 136, 139, 141, 142, 147, 152, 184, 185,456
Mersenne, Marin, 242
Mesudi, el-, 85
Metaller: 15, 40, 41, 94, 280, 285; İskenderiye dönemi simyacıları, 41, 55; Arap simyası, 83, 84; atom ağırlıkları, 416, 418; ilişkili doğum rituelleri, 53, 54, 65; üzerine Çin doktrinleri, 62, 65; ortaçağ simyası, 103, 104; flojiston teorisi ve, 276, 281, 284, 285; seksüel üreme ürünleri olarak, 65
Metallurji, 15, 208. 247
Meteoroloji, 415
Meton çevrimi, 27, 67
Metre (ölçü), 266, 400, 542
Meyer, Lothar, 427
Meyve sineği, 491, 492, 493
Mezon, 517
Mezopotamya, 11, 12, 13, 14, 17, 37, 38, 39, 76, 82
Mıknatıs taşı: 73; Gilbert'in deneyleri, 124, 125, 176, 229, 231, 436
Mısır: İskenderiye dönemi, 38, 42, 43, 45, 46; astronomi, 12, 41, 42,44,45; tunç çağı, 8, 15, 16; takvim, 10; kimya, 13, 14; kozmoloji, 10, 11, 12; matematik, 10, 41, 45
Michell, John, 271, 438
Michelson, Albert, 500, 501
Michurin ekolü, 498, 550, 551
Miken uygarlığı, 16
Mikrobiyoloji, 19. yüzyıl uygulamaları, 472, 476, 477, 478, 484
Mikrokozmos, 66, 84, 212, 323, 324, 325,
Mikro-organizmalar, 476, 477, 478, 479, 484
Mikrop teorisi, hastalıkların, 210, 359, 478
Mikroskop, 189, 203,254,487
Milet filozofları,26
Millikan, Robert A., 509

Milne, Edward A., 526, 527, 528
Milne-Edwards, Henri, 389
Milton, John, 167
Mineral kimyası, 422
Mineraller, 198, 305, 314, 319, 363
Minkowski, Hermann, 502, 503
Mizaç teorisi, 25
Mo Ti, 62
Moğollar, 71, 72, 82, 87, 88, 94
Mohistler, 62, 63
Mohr, Friedrich, 451
Molyneux, William, 292
Mondino de Luzzi, 102
Monge, Gaspard, 401
Montaigne, Michel B., 169,
Montmor Akademisi, 242
Montmor, Habert de, 242
Montpellier Derneği, 244
Moray, Robert, 236
Moreland, Samuel, 249
Morfoloji, 329, 391, 393
Morgan, 491, 496
Moro, Anton, 365
Morley, 500
Mortalistler, 167, 168
Morveau, 402
Mosander, Carl G., 427
Moseley, Henry, 429
Mount Palomar gözlemevi, 529
Mount Wilson gözlemevi, 521
Moskova kumpanyası, 226
Mozaik yumurta, 495, 496
Murchison, Roderick, 374
Murdoch, William, 260
Musa Tufanı, 351, 362, 363, 373
Musschenbroek, Pieter van, 437
Mutasyonlar, 346,394, 489, 492, 497
Mutlak uzay, 188, 500; hakk. Einstein, 501, 502, 524
Mutlak zaman, 188, 500; hakk. Einstein, 501, 502, 524
Müller, Johannes, 113, 223
Müslümanlar, Bak. İslam bilimi., 81

N
Nadas, 476
Nadir toprak elementi, 429
Napoleon I, 262, 267, 535, 537
Nageli, Carl, 357, 394, 395, 396, 399, 488, 489, 490, 506
Napier, John, 230
Nasireddin Tusi, 88, 89
Nasyonal-sosyalizm, bilim ve, 541, 542
Navigasyon: araştırılması ve, 73, 113, 222, 224; boylam problemi, 222, 223, 229, 230; manyetizma deneyleri, 73, 223, 229, 230; matematik ve, 221, 222, 223, 226; ortaçağ kuzey Avrupası, 93
Nedensellik: hakk. Aristotle, 34; diyalektik materyalizm ve, 548, 549
Nedim, el-, 82
Needham, John Turberville, 333
Neon, 429, 512, 515, 516
Neptüncüler, 364, 365, 366, 371, 373
Newcomen makinası, 251, 252, 253
Newcomen, Thomas, 250
Newlands, 427
Newton, Isaac, 180, 240, 263, 284, 565
Newtonyen sistem: evren kavramı, 268, 269; zamanın ilerleyişi, 180, 268; tepkiler, 264, 265; Dünya'nın şekli, 266
Niceliksel yöntemler, 21, 30, 50, 61, 79, 84, 135, 148, 156, 180, 266, 413, 421, 443,454, 498, 511, 520, 526, 553
Nicholson, 420
Nicholas, Cusah (Nikolaus von Kues) 108, 119
Nilson, 428
Niteliksel-tümevarım yöntemi, 143
Nitrat, 480, 483
Nitro-gliserin, 484
Norden, John, 167
Norman, Robert, 124, 125, 126
Novikov, Nicolai I., 547
Nötronlar, 518
Nunez, Pedro, 226
Nüfus, Malthus teorisi, 378, 380, 381, 382,385, 399, 556, 568
Nütasyon, Dünya ekseninin, 271

O
Oersted, Hans Christian, 438
Ohm, George, 439
Oken, Lorenz: 409, 535; organizmalarda temel tip planı, 326, 328; hücre teorisi, 327; felsefe, 323, 325, 326, 327
Oksijen, 278, 281, 282, 283, 284, 415, 416, 418, 420, 421, 423, 451, 475, 512, 516, 518
Oksitlenme, 276, 280, 281
Omurgalılar: temel tip planı, 312, 339, 343,348,350; Cuvier'in sınıflandırması, 347, 348, 350,373
Omurgasızların sınıflandırılması, 348, 349
Optik: Arap katkıları, 85, 101; Çin araştırmaları, 62; Goethe, 329; ışığın dalga teorisi, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 444, 445, 501
Optik esir, 445
Orbigny, Alcide d', 352
Oresmeli Nicolas (Nicole d'Oresme), 107, 108
Organik evrim, Bak. Evrim, organik, 379
Organik kimya, 422, 423, 424, 425, 426, 480, 481
Organik türler, 301, 306, 307, 308, 311, 326, 327, 328, 332, 335, 337, 340, 347, 349, 375, 376, 378, 381, 382, 383, 386, 387, 391, 392, 394, 411
Orontius Finaeus, 240
Ortaçağda teknoloji ve zanaat geleneği, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96
Ortadoğu uygarlıkları, 7, 38, 81
Osiander, Andreas, 114
Oswald, Wilhelm, 458, 461, 483
Otomasyon, 471
Otomatik sifon kayıt cihazı, 470
Otto, Nikolaus. A., 468
Oughtred, William, 231
Overton, Richard, 167
Owen, Richard, 329, 386
Oxford Üniversitesi, 101, 106, 235, 238

Ö
Öğrenimin Büyük Yenilenmesi, 127, 129, 130
Ölçek etkisi, Galileo'nun araştırmaları, 140, 141
Ölçüler ve ağırlıklar, 138, 400, 401
Ölçü aletleri, 143, 144, 466
Ölüm ve yeniden canlanma, 65; Alman doğa-felsefesinde, 321
Ömer Hayyam, 85
Önceden şekillenme teorisi, embriyolojide, 331, 332, 333, 334, 335, 337
Önleyici tıp, 477, 478
Özel Relativite teorisi, 499, 501, 502, 503, 504, 524

P
Padua Üniversitesi, 137, 138
Paketleme kesri, elementlerin, 516, 519
Paleontoloji, 351
Pallas, Peter, 366
Pande, Heinrich, 337
Papin, Denis, 250, 467
Paracelsus, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 218, 281, 319, 320, 321, 566
Paralaks yöntemi, 22, 271, 520, 521
Paralel kenar yöntemi, 138
Paré, Ambroise, 196
Parfüm endüstrisi, 483
Paris Bilimler Akademisi, 159, 191, 240, 242, 243, 244, 246, 264, 265, 267, 352, 366, 400, 432, 473, 547
Paris Üniversitesi, 106, 242
Parkes, Alexander, 484
Parsons, Sir Charles, 468
Pascal, Blaise, 250
Pasteur, Louis, 389
Patlayıcılar, 483
Pauli, Wolfgang, 511, 517
Pearson, Karl, 388
Peirce, Charles, 546
Peiresc, Claude de, 242
Penisilin, 484
Perkin, William, 483

Parcival, Thomas, 261
Petit, 403, 419, 425, 508
Petrol makinası, 468
Petty, William, 150, 234, 237
Philo, Bizanslı, 40
Philolaus, Tarentumlu, 20, 22
Philoponos, John, 57, 105
Piktografik yazı, 8
Planck, Max, 507
Planya, 465
Platon, 27, 28, 29, 30, 31, 32,33, 34, 36, 49, 54, 56, 58, 101, 134, 137, 178, 296, 306,307
Platon'un Akademisi, 36, 56
Playfair, John, 261, 370, 407
Pliny, Genç, 51, 130
Pliny, Yaşlı, 51
Polarizasyon, ışığın, 426, 432, 442, 514
Polo, Marco, 72, 87, 88
Pompalar, 204, 219, 248, 249
Pomponius Mela, 51
Pontchartrain, 243
Portekiz, 113, 222, 226
Posidonius, Apamealı, 44
Powell, 517
Pozitif ışınlar, 508, 509, 515
Pozitronlar, 515, 517
Pragmacılık, 546
Presesyon, ekinoksların, 107, 271, 511
Preston, John, 164
Priestley, Joseph: 188, 260, 280; elektrik olaylarının incelenmesi, 257, 438; ilerleme fikri, 282,285; Lavoisier ve, 256, 282,280; flojiston teorisi, 280, 281, 282, 284; bilim ve kilise hakk., 285, 299, 438, 555
Priestman, 468
Principia Mathematica (Newton), 183, 184
Proclus, 56
Prontosil, 484
Protestan Reformasyonu: evren için mutlakiyetçi kavramlar, 165, 173, 200, 211; evrimci teori ve, 376, 377, 378; baskı ve, 95, 113, 136; 18. yüzyılda bilim, 245, 254, 263, 275, 286, 301, 318, 342, 354
Protonlar, 20, 516, 517, 518, 519, 526, 531
Protozoa, 314, 391, 392, 394, 498
Proust, 413
Prout, William, 418
Prusya Tabloları, 121, 160
Psikoloji, 270, 290, 291, 292, 294, 297, 410, 460, 551
Ptolemy, Claudius: Sistemi, 86. 115. 144, 234
Purbach, George, 113
Purkinje, Johannes, 356
Pusula, manyetik: 73, 128; 223; sapmaları, 229, 230, 231; Hollandalı yapımcıları, 223
Püritanlık, bilim ve,159, 161, 233, 543
Pythagoras, 10, 20, 21, 22, 23,25, 40,67, 76, 115, 116, 134, 552

R
Rabl, 488
Radyo astronomi, 529
Radyo dalgaları, 461, 542
Radyoaktif bozunum, 429, 518
Radyoaktif yaş tayini, 458
Radyoaktivite, 429, 458, 509
Radyolarya (ışınlılar), 392
Radyum, 429
Raleigh, Sir Walter, 229
Ramsay, William, 428
Ramseye, David, 248
Rankine, William, 467
Raşid el-Din, 89
Rathke, Martin, 337
Ray, John, 302, 303,307, 362, 363
Rayleigh, Lord J. W. S., 428, 507
Razi, el-, 82
Realdus Columbus, 196, 200
Recorde, Robert, 227, 232
Reformasyon: Bak. Protestan Reformasyonu, 159, 211, 211
Reich, Ferdinand, 427
Reid, Thomas, 319

Rekabet, Malthus teorisinde, 378, 380, 385, 398, 568
Relativite teorisi, 508, 511, 523, 524, 527, 540
Resim, 8, 61, 68, 76, 96, 461
Rey, Jean, 216
Rhazes, Bak. El-Razi, 82
Rheticus, George, 114
Richter, Jeremiah, 413
Ridley, Marke, 230
Riemann, Bernard, 504
Ritz, 501
Robinet, Jean Baptiste, 308
Roebuck, John, 253, 259, 473
Roemer, Olaus, 191
Roriczer, Mathias, 97
Roma'da bilim, 17, 55, 99, 100, 157, 286
Romaka, Siddhanta, 77
Rooke, Laurence, 236
Rotz, Jean, 227, 230
Rönesans, 75, 97, 98, 150, 189, 196, 210, 248, 362, 414
Rubidyum, 427
Rudolf Tabloları, 121
Ruh, 104, 219, 220, 320; Mortalistler, 167, 168; dirimsel ruh, 46; bitkisel ruh, 47; ussal ruh, 47; duyarlı ruh, 47; kozmik ruh, 47; Dünyanın Ruhu, 324, 325, 326, 327
Rumford, Kont, 406, 447, 544
Rutherford, Sir Ernest, 509, 510, 516, 518

S

Saatler, 11, 40, 96, 116, 202, 223, 246, 247, 254, 266, 448, 527
Saban, 16, 90, 91
Sabi mezhebi, 82
Sabit bileşimler, yasası, 413
Sabit bin Kurra, 82
Sabit yıldızlar, 21, 22, 32, 33, 39, 42, 44, 56, 67, 104, 116, 118, 154, 176, 224, 245, 246, 270, 271, 272
Sagres gözlemevi, 221
Salınan yıldızlar (pulsating stars), 520, 521
Salisbury, Lord, 428
Salvarsan, 484
Samanyolu, 144, 168, 272, 273, 520, 521, 524
Sanatlar ve Zanaatlar, Bak. Zanaatlar, 15, 27, 95, 128, 129, 208, 232, 233, 237, 296
Santrozom, 487
Sarton, George, 559
Satürn (gezegen), 32, 39, 166, 267, 269
Saussure, Horace Benedict de, 258, 474, 475
Savery, Thomas, 249
Sayı sistemi, 8, 9, 10, 39, 76, 80
Scheele, Carl, 278
Schelling, Friedrich, 323
Schleiden, Mathias, 356
Schrödinger, Erwin, 513
Schwann, Theodore, 356
Scot, Johannes, 58
Scot, Michael, 100
Scrope, Poullet, 377
Sebokht, Severus, 77
Sebonde, Raymond de, 171
Seçme, doğal, Bak. Doğal seçme, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 394, 395, 398, 492, 497, 498, 556
Sedgwick, Adam, 373, 375
Seebeck, Thomas, 439
Seks, seksüel üreme sonucu olarak 303, 487, 489; metaller, 63
Selüloit, 483
Semerkant gözlemevi, 89
Seneca, 287
Seraphim, 56
Seri imalat, 463
Servetus, Michael, 197, 566
Sezgi hakk. Newton, 185
Sezyum, 427
Shang dönemi, 61, 70
Shih Shen, 67
Sıcaklık, 94, 108, 143, 241, 417, 449, 454, 455, 456, 469, 498, 507
Sıfır, 73, 76, 77, 78, 434, 445, 526
Sığır şarbonu, 476, 477

Sınıflandırma, temel tip planlar: 346, 383; biyolojik, 301; Buffon, 302, 305, 372; hücre esasına göre, 355, 356; Cuvier, 330, 347, 349, 350; Haeckel, 341, 391; Lamarck, 297, 312, 314, 315; Linnaeus, 302, 304, 305, 312, 342
Sicilya, 23, 50, 99, 538
Siddhantalar, 77, 81
Siemens, Werner, 469, 471
Siklotron, 519
Silahlar, 16, 95; ilkel, 15, 71, 72; ortaçağ Avrupası ateşli silahları, 95, 128, 136
Silüryen sistem, 374
Simpson, Sir James, 477
Simya: İskender dönemi, 38, 54, 55; Arap bilimi, 83, 84; Boehme ve, 321, 322; Çin'de, 64, 65; Hindu, 80; ortaçağ Avrupası, 103, 104; Paracelsus'un görüşü, 207, 208, 209, 210
Sindirim sistemi, 48, 314, 354
Sinir sistemi, 313, 337, 338, 348, 359, 393
Sirius (yıldız), 11, 68, 522, 530
Sitter, William de, 501, 524, 525
Sitoplazma, 497
Skandiyum, 427
Small, William, 260
Smeaton, John, 251
Smith, Adam, 261, 378
Smith, Thomas, 229
Smith, William, 372, 374
Smithson, James, 544
Smithsonian Institution, 544, 571
Snell, Willebrod, 190
Societas Ereunetica, 241
Socrates (Bak. Sokrates).
Soda, yapımı, 278, 473, 474, 482
Soddy, Frederick, 518
Sokrates (Sokrat), 17, 18, 19, 27, 286, 363
Solumak, 64, 219, 278, 302
Solvay süreci, 474, 482
Soma, 395
Somerset, Edward, 248
Sommerfeld, Arnold, 511, 513
Sosigenes, 31
Sosyal Darwinciler, 388, 389
Sosyal felsefe, 297, 387
Sosyoloji, 295, 296, 299, 379, 399
South, Sir James, 408
Sovyetler Birliği: bilimin durumu, 543, 548, 550, 551; bilimsel dernekler, 548
Soy ağacı, 313, 314, 351, 383, 429
Spektroskop, 427
Spektrum, 428
Spemann, Hans, 495, 496
Spencer, Herbert, 385, 387, 392, 396
Spermatozoa, 332, 488
Spiral galaksi, 521
Sprat, Thomas, 160, 236, 238
St. Petersburg Bilimler Akademisi, 333, 437, 548
Stahl, Georg Ernest, 277, 333
Stark, Johannes, 540, 541
Stas, Jean, 418
Steelman, 546
Stevin, Simon, 137, 226, 564
Stoikler, 37, 38, 53
Stokes, George, 433
Stockholm papirüsü, 53
Strachey, John, 366
Strato, Lampsacuslu, 36
Struve, Otto W. von, 520
Stubbe, Henry, 239
Sturtevant, 491, 493, 496
Su: 12, 18, 19, 23, 30; Aristotle, 33; Helmont'un ilkel maddeye bakışı, 214, 215; Hindu bilimi, 80; ilkel öz olarak, 18, 23; madenlerde çıkışı, 373, ; kayaç ve fosil oluşumunda rolü, 364, 365, 369, 374; Taoizm, 12,
Su çarkı, 92, 94, 449, 450
Su saati, 40, 143
Sufizm, 83
Su gücü, ortaçağ Avrupasında kullanımı, 94
Suiceth, Richard, 105
Susruta, 79
Sutton, 490
Suyun kaldırma kuvveti, 41

Sülfürik asit, 80, 253
Sümerler, 7, 9, 76
Sünni mezhebi, 83
Sürekli dalga teorisi, 506
Sürekli yaratılış teorisi, 527, 529
Sürüngenler, 305, 312, 315, 348
Swammerdam, Jan, 331
Swan, Joseph, 471, 484
Sydenham, Thomas, 235

Ş
Şam Halifeliği, 86
Şap, 232,472
Şarbon, 476, 477,478
Şeytan teorisi, hastalıklar için, 13, 14

T
Takım tezgahları, 463, 464, 466, 467
Takvim, 15, 27, 66, 73, 74, 113, 222, 223, 228, 552, 553
Talyum, 427
Tanecik teorileri, 506
Tanrı: Boehme'nin felsefesi, 320, 321, 324; hakk. Descartes, 155, 156, 158; Dionysius'un kavramı, 163; 17. yüzyıl teorilerinde ikamet ettiği yer, 151, 155, 156, 157, 158, 161; ortaçağ teolojisi, 105; hakk. Newton, 187, 188; hakk. Paracelsus, 209, 210, 311; Teslis üzerine Servetus, 188
Tantralar, 79
Taoizm, 65, 71
Tarih, bilim, 95, 129, 241, 296
Tartaglia, Nicola, 136, 137, 139, 142, 153
Taş Devri, 411
Tekerlekli el arabası, 71, 87
Teknoloji: 61, 81, 90, 545; Britanya Birliği ve, 400, 409, 410, 411, 412; 19. yüzyılda mühendislik, 447, 450, 453, 454, 463, 465,467, 468, 470
Tekstil endüstrisi, 472
Teleskop, 101, 139, 143, 144, 145, 148, 189, 192, 194,254,273
Telgraf, 469, 470
Temas süreci, 483
Teodolit, 40, 223
Tepkimesiz (asal) gazlar, 429, 512
Termodinamik, 411, 447, 458, 460, 463, 467, 468, 507, 546, 556; İkinci Yasası, 450, 452,454,456
Termometre, 241, 254,454
Termoplastik, 483
Ters kare yasası, 181, 182, 183, 184, 269, 438, 439, 441, 517
Teslis, 188
Teşrih, 39, 47, 51, 97, 102, 195, 196, 203
Thales, Miletli, 17
Thang Hanedanı, 71, 72, 74, 75
Theodorus, Sisamlı, 26
Theophrastus, 36, 38,53, 301
Thomas Aquinas, 104
Thomson, Arthur, 397
Thomson, J. J., 508, 509
Thomson, Thomas, 405
Thomson, William, Bak. Lord Kelvin, 454
Tıp, 8, 13, 14, 15, 25, 45, 46, 47, 50, 51, 66, 79, 81, 83. 86, 102, 104, 109, 113, 195, 196, 197, 202, 207, 208, 213, 228, 229, 230, 234, 236, 261, 262,275, 276, 277, 281, 302, 319, 320, 321, 334, 343, 354, 358, 363, 368, 380, 402, 411, 431, 480, 551
Tıp kimyası, 275, 281, 319, 320
321, 358
Ticaret, 17, 38, 50, 92, 93, 100, 132, 222, 226, 227, 232, 234, 242, 247, 255, 257, 261, 288, 311, 386
Tip teorisi, 424; hakk. Dumas, 423
Titreşim, 137, 192, 193. 294, 432,433, 451, 501, 507
Tohum plazması, 395, 396, 397, 489, 490, 495, 506
Tohumlar, 36, 54, 209, 210, 214, 309, 310, 311, 331, 333, 334, 339, 356, 379, 395, 396, 397, 398, 489, 490, 495, 506
Toksinler, 478
Toledo, 86, 87, 99

Top (silah), 72, 95, 124, 138, 142, 223, 260, 271, 401, 411, 447,456, 464, 503, 539
Toplardamarlar, 46, 197, 199, 200, 202, 203, 204, 205, 207, 218
Toprak, 13, 18, 23, 32, 50, 64, 65, 80, 90, 91, 101, 126, 150, 154, 163, 165, 174, 214, 233, 255, 257, 259, 275, 276, 277, 283, 354, 363, 390, 420, 429, 476, 479, 538
Torna, 465
Torricelli, Evangelista,
Tortul kayaçlar, 366, 367, 369
Townshend, Lord, 472
Transmutasyon, atomik, 519
Trans-uranyum elementler, 429
Tshai Lun, 62
Tufan teorisi, 364, 367
Tull, Jethro, 472
Tuz, 75, 87, 209, 213, 214, 215, 220, 275, 283, 362, 392, 420, 474, 508
Tüberküloz, 478
Tümdengelimci Yöntem, 132, 553
Tüm-İtalya Birliği, 537
Türbin, 450,468, 469
Türlerin Kökeni (Darwin), 376, 382, 383, 385, 386, 387, 390

U
Ulusal Araştırma Vakfı, 546
Ulusal Bilim Vakfı Yasası, 546
Uranyum, 458, 516, 519, 541, 542
Uranyum ötesi elementler, 519
Uranyum reaktörü, 541, 542
Uyum Karşıtı Bilimciler, 262
Uyarıcı, 66, 314, 436

Ü
Üç cisim problemi, 267
Üçgenleme, arazi ölçümünde, 224, 401
Üniformiteryenler, jeoloji, 376, 377
Üniteryenlik, 198, 240, 372
Üniversiteler, 101, 259, 262,405
Üreme, 302, 303, 304, 310, 325, 332, 333, 376, 379, 383, 384, 490, 491
Üreteçler, 469

V
Vakum, 33, 105, 154, 249, 250, 251
Valans, 424, 425, 426
Van Beneden, 488
Van't Hoff, Jacobus H., 426
Varahamihira, 77
Vavilov, 548
Vedalar, 76, 79
Venel, Gabriel, 277
Venüs (gezegen), 11, 31, 32, 39, 144, 145, 148
Vesalius, Andrea, 196
Vico, Giambattista, 534
Viete, François, 153
Villard de Honecourt, 96
Vinci, Leonardo da, 97, 98, 135, 196, 205, 248, 362
Virchow, Rudolph, 358, 359, 539
Vital du Four, 103
Vives, Jean Luiz, 108
Viviani, 240, 249
Volkancılar, 364, 365, 371, 373,374
Volkanlar, 365
Volta, Alessandro, 419, 420
Volta pili, 420, 469
Voltaire, Jean François M., 256, 258, 265, 289, 292, 295, 296, 307

W
Wallis, John, 234, 235, 254
Waldseemüller, Martin, 223
Wallis, John, 233, 234
Walther, Bernhard, 113, 223
Walton, 519
Ward, Joshua, 473
Ward, Seth, 235
Warner, Robert, 230
Warrington, 259, 260, 479
Warrington Akademisi, 259, 260
Watt, James, 252, 259, 261, 283, 284, 408, 464, 468, 473, 553, 567
Weismann, August, 395
Weizsaecker, C. F. von, 531
Weldon, Walter, 482
Wells, Horace, 477

Wells, John, 230, 231
Wesley, John, 436
Wheatstone, Charles, 443, 469
Whiston, William, 240, 263, 363
Whitworth, Joseph, 466
Wien, Wilhelm, 507
Wilberforce, Samuel, 387
Wilkins, John, 169, 234, 235, 236, 239, 259, 464
Wilkinson, John, 259, 464
Williams, John, 371
Winkler, 428
Withering, William, 260
Wittenberg, 160
Wittgenstein, Ludwig, 460
Wohler, Friedrich, 422, 423, 425
Wolff, Caspar Friedrich, 333
Wollaston, William Hyde, 421, 432
Woodward, John, 363
Wren, Christopher, 180, 236, 245
Wright, Edward, 229
Wright, Thomas, 168, 272

X
X-ışını spektroskopisi, 429
X-ışınları, 492, 493, 508, 509, 513, 541

Y
Yalancı-Democritus, 53
Yalancı-Dionysius, 163
Yang ilkesi, 64, 65, 66, 67,
Yansıtma, 325
Yapay lifler, 483
Yaratılış mitleri, 12,
Yasacı filozoflar (Çin), 62, 63
Yavanalar, 76
Yazı, 8, 9, 15, 61, 71, 76, 170, 291
Yazıtlar, 76, 77
Yeldeğirmenleri, 84
Yelkenli tekneler, 222
Yeni Bilim (Vico), 139, 156, 534
Yeni-Konfüçyüsçülük, 62, 72
Yeni-Lamarckçılar, 396
Yıl, 7, 11, 13, 26, 27, 38, 65, 67, 72, 82, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 114, 121, 122, 138, 144, 145, 147, 157, 181, 182, 187, 194, 200, 208, 210, 214, 229, 231, 235, 236, 243, 264, 266, 270, 275, 280, 281, 285, 288, 299, 300, 330, 333, 352, 364, 369, 373, 382, 396, 400, 404, 405, 409, 410, 419, 420, 429, 432, 457, 458, 468, 469, 470, 472, 474, 476, 477, 478, 480, 481, 482, 492, 508, 517, 519, 522, 527, 528,530, 531, 535, 536, 537, 538. 541. 546, 547, 557
Yıldızlararası ortam, 531
Yıldızların parlaklığı, 273, 520, 521, 522, 523
Yin ilkesi, 63, 64, 65
Yorkshire Felsefe Derneği, 404, 409
Young, Thomas, 262, 430, 437, 448
Yozlaşma, 306, 309, 313
Yöntem Üzerine Nutuk (Descartes), 291
Yörünge, 31, 44, 122, 136, 142, 182, 268, 511, 512, 513, 514, 517, 518, 520
Yu Hsi, 69
Yuan Yuan, 75, 563
Yukawa, Hideki, 517
Yumuşakçalar, 339, 348
Yüklü tanecikler, 500, 506, 510, 519

Z
Zeeman P., 511; olayı, 511
Zeno, 37
Zincifre, 65
Zirai kimya, 475, 476, 480
Zosimus, 53, 54
Zwicky, 522