

CEP ÜNİVERSİTESİ

Jeoloji Tarihi

ANDRE CAILLEUX

İletişim Yayınları • PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANC

CEP ÜNİVERSİTESİ

Jeoloji Tarihi

Histoire de la géologie

ANDRE CAILLEUX
Sorbonne Üniversitesi Öğretim Üyesi

Çeviren
SALİH YÜKSEL

İletişim Yayınları • PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

İletişim Yayınları • PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

CEP ÜNİVERSİTESİ

İletişim Yayıncılık A.Ş. adına sahibi: Murat Belge
Genel Yayın Yönetmeni: Fahri Aral
Yayın Yönetmeni: Erkan Kayılı
Yayın Danışmanı: Ahmet İnsel
Yayın Kurulu:
Fahri Aral, Murat Belge, Tanıl Bora, Murat Gültekingil,
Ahmet İnsel, Erkan Kayılı, Ümit Kıvanç
Tuğrul Paşaoğlu, Mete Tunçay
Görsel Tasarım: Ümit Kıvanç
Kapak İllüstrasyonu: Gürcan Özkan
Dizgi: Maraton Dizgievi
Sayfa Düzeni: Hüsnü Abbas
Baskı: Şefik Matbaası (iç) / Ayhan Matbaası (kapak)
Yayıncılık A.Ş. • Cep Üniversitesi 76 • ISBN 975-470-186-5
Basım: İletişim Yayınları, Mayıs 1992.
1961 tarihli 1. baskısından çevrilmiştir.
© Que sais-je? Presses Universitaires de France, 1961
108, Boulevard Saint-Germain, 75006, Paris - France
© İletişim Yayıncılık A.Ş. 1992
Klodfarer Cad. İletişim Han No.7 34400
Cağaloğlu İstanbul, Tel. 516 22 60 - 61 - 62

YAZARIN DİĞER ESERLERİ

La géologie, Que sais-je?, PUF, 1958
Les roches, Que sais-je? , PUF, 1959.
La glace et les glaciers, Que sais-je?, PUF, 1953.
Biogéographie mondiale, Que sais-je?, PUF, 1953
Terre arctique, Arthaud, Paris, 1951.
Détermination pratique des roches, Sedes, Paris, 1957
Détermination pratique des minéraux, Sedes, Paris, 1955.
Détermination pratique des fossiles, Masson, Paris, 1957
Dictionnaire des sols, La Maison Rustique, Paris, 1958
Dictionnaire des racines scientifiques, Sedes, Paris, 1961
Trente millions de siècles de vie, André Bonne, Paris, 195

Önsöz

Günümüzde bilgi bir yandan en önemli değer haline gelirken diğer yandan da artan bir hızla gelişiyor, çeşitleniyor. Ama katlanarak büyüyen bilgi üretiminden yararlanmak, özellikle gündelik yaşam kaygılarının baskısı altında, zorlaşıyor. Her şeye rağmen bilgiye ulaşma çabasını sürdürenler için de imkânlar pek fazla değil.

Ayrıca, özellikle Türkiye gibi ülkelerde bir konuda kendini geliştirmek ya da sırf merakını gidermek için herhangi bir konuyu öğrenmek isteyenlerin şansı çok az. Üniversitelerimiz, toplumumuzun yetişkin bölümüne katkıda bulunmak için gerekli imkânlardan yoksun.

Cep Üniversitesi kitapları işte bu olumsuz ortamda, evlerinde kendilerini yetiştirmek, otobüste, vapurda, trende harcanan zamandan kendileri için yararlanmak isteyenlere sunulmak üzere hazırlandı.

20. yüzyıl Fransız kültür hayatının en önemli ürünlerinden olan, bugün yaklaşık 3000 kitaplık dev bir dizi oluşturan "Que sais-je" (Ne Biliyorum) dizisini İletişim Yayınları Türkçe'ye kazandırıyor.

İletişim'in Cep Üniversitesi, bu büyük diziden seçilmiş , Türkiyeli okurlar için özellikle ilgi çekici olabilecek eserlerin yanısıra, Avrupa'nın başka yayınevlerinin benzer bir çerçevede yayımladığı kitapları da içeriyor.

Ayrıca Türkiye'nin siyaset, kültür, ekonomi hayatıyla ilgili konularda özel olarak bu dizi için yazılmış telif eserler "üniversite"nin "öğrenim programı"nı tamamlayacak.

Cep Üniversitesi'nin her kitabı alanının öndegelen bir uzmanı tarafından yazıldı. Kitaplar, hem konuya ilk kez eğilen kişilere hem de bilgisini derinleştirmek isteyenlere seslenebilecek bir kapsam ve derinlikte. Bilginin yeterli ve anlaşılır olması, temel kıstas. Cep Üniversitesi kitaplarını lise ve üniversite öğrencileri yardımcı ders kitabı olarak kullanabilecek; öğretmenler, öğretim üyeleri ve araştırmacılar bu kitaplardan kaynak olarak yararlanabilecek; gazeteciler yoğun iş temposu içinde çabuk bilgilenme ihtiyaçlarını Cep Üniversitesi'nden karşılayabilecek; çalıştığı meslek dalında bilgisini geliştirmek isteyen, evinde, kendi programlayabileceği bir mesleki eğitim imkânına kavuşacak; ayrıca, herhangi bir nedenle bir konuyu merak eden herkes, kolay okunur, kolay taşınır, ucuz bir kaynağı Cep Üniversitesi'nden temin edebilecek.

Cep Üniversitesi kitapları sık aralıklarla yayımlandıkça, benzersiz bir genel kültür kitaplığı oluşturacak. İnsan Hakları'ndan Genetik'e, Kanser'den Ortak Pazar'a, Alkolizm'den Kapitalizm'e, İstatistik'den Cinsellik'e kadar uzanan geniş bir bilgi alanında hem zahmetsiz hem verimli bir gezinti için ideal "mekân", Cep Üniversitesi.

İLETİŞİM YAYINLARI

İçindekiler

GİRİŞ ... 7

I. BÖLÜM

Tarih Öncesi ve İlkçağın Başlangıcı ... 9
Paleolitik (Eski Taş Devri) ... 9
Çalışma, Hafta Tatilleri ve Ücretli İzinler ... 11
Mesolitik ve Neolitik (Orta Taş Devri ve Yeni Taş Devri) ... 11
Maden Devirleri ... 12
Tarihin Başlangıç Dönemi ... 14

II. BÖLÜM

Yunanistan ... 19
Teknik ... 20
Mitler ... 21
Genel Jeoloji ... 21
Hidroloji ... 25
Paleontoloji ... 27

III. BÖLÜM

Roma ... 31
Teknik ... 31
Bilim ... 32
Karşılaştırmalar ve Sonuç ... 35
5. Yüzyıldan 10. Yüzyıla Batı ... 39
10. Yüzyıldan 15. Yüzyıla Batı ... 40

IV. BÖLÜM

Ortaçağ ... 36
Çin ... 36
Doğu ve Arap Dünyası ... 37

V. BÖLÜM

16. Yüzyıl ... 44
Teknik ... 44
Genel Jeoloji ... 45
Hidroloji ... 48
Paleontoloji ... 49

VI. BÖLÜM
17. Yüzyıl ... 50
Çerçeve ve Genel Yönelim ... 50
Mineraloji ... 53
Genel Jeoloji ... 54
Hidroloji ... 57
Paleontoloji ... 58
VII. BÖLÜM
18. Yüzyıl ... 60
Genel Çerçeve ... 60
Bilimsel Çalışmanın Organizasyonu ... 61
Mineraloji ... 61
Petrografi ... 65
Maden Yatakları ... 67
Paleontoloji ... 68
Glasiyoloji ... 71
Sismoloji ... 71
Teknotik ... 72
Jeoloji Haritaları ... 74
Mutlak Jeokronoloji ... 75
Jeolojik Tarih ... 76
Prehistorya ... 79
VIII. BÖLÜM
19. ve 20. Yüzyıllar ... 81
Genel Eğilim ... 82
Jeolojik Çalışma Koşulları ... 83
Jeolojik Çalışmanın Organizasyonu ... 85
Mineraloji ... 86
Erüptif ve Metamorfik Petrografi ... 88
Sedimanter Petrografi ve Sedimantoloji ... 90
Maden Yatakları, Kömürler, Hidrokarbürler ... 92
Dış Jeodinamik ... 99
Volkanoloji ... 104
Jeokimya ... 105
Jeofizik ... 106
Teknotik ... 108
Jeomorfoloji ... 110
Jeoloji Haritaları ... 111
Jeokronoloji ... 111
Jeolojik Tarih ya da Statigrafi ... 112
Kuvaterner ve Tarihöncesi ... 114
Pratik Uygulamalar ... 116
IX. BÖLÜM
Nicel Tarih ... 119
Hızlanma ... 119
İnceleme Yöntemi ... 122
SONUÇ ... 127

GİRİŞ

Bu kitabın amacı, jeolojinin nasıl ortaya çıktığını, nasıl geliştiğini ve bugün insanların yaşamında nasıl son derece önemli bir rol oynadığını sergilemektir. Başlıca sonuçlar hangi sıra ile elde edildiler, yöntemler ve kavramlar nasıl geliştiler, bunlar hangi koşullarda ve hangi güçlüklere karşın oldular, belirtilmeye çalışılacaktır. Jeoloji hangi yöne gidiyor, jeolojiden hangi koşullarda ne beklenebilir, vurgulanacaktır. Ana hatlar ortaya konacak, bunlar kendi çağlarının çerçevesine, diğer bilimlerdeki gelişmelerin arasına ve ayrıca toplumların ve zihniyetlerin çevresine yerleştirilecektir. Ne yazık ki çok sayıda olan yanılgılı düşüncelerden söz edilmiyecektir; fakat özellikle nasıl aşıldıklarını göstermek amacıyla, büyük engel oluşturmuş olanlar sözkonusu edilecektir.

Bu şekilde, bilimlerin tarihinden, girişimler için hisse çıkarılır. Bu tarih, ilk önce bilim adamlarını, üniversite öğrencilerini, bilgi edinmesi gereken ya da bilgi edinmek isteyen herkesi ilgilendirir. Bilimlerin tarihi, aynı zamanda, genel tarihin bir kısmıdır; gençliğin biçimlenmesinde yeri vardır. İlk sınıflardan başlayarak on, on iki yaşındaki öğrencilerde, öğretmenlerde, kentin ya da köyün tarihi dolayısiyle ya da çevrede, kırlarda, taş ocaklarında yapılan gezilerle, merak uyandırabilir, eğilimler yaratabilir. Bunun için, onlara bazı emin olgular, temel veriler,

mümkün olduğunca doğru ve net bir görüş gereklidir. Bu kitap, daha çok onları düşünerek yazılmıştır.

Lisede ve kolejde, on iki ile on altı yaş arasında, her çağ için bilimlerin tarihi irdelenmelidir. Fakat ayrıca, son sınıfta, on altı-on yedi yaşına doğru, çağdaş tarih yerine, elemanter matematikte, müspet bilimler tarihi, mühendislik teknikleri tarihi üzerinde durularak, başlangıcından günümüze uygarlık tarihi öğretilebilir. Deneysel bilimlerde, doğa bilimleri ve tıbbi bilimler üzerinde; felsefede, beşeri ve ekonomik bilimler üzerinde durulabilir. Ne ölçüde böyle yönlendirilirse, gençler geleceğe o ölçüde iyi hazırlanacaklardır.

Yükseköğretimde ve yüksek okullarda, tarihçiler ve bilim adamları işbirliği yapmalılar. Tarihçi, kitaplıkların labirentine, belgelerin tuzaklarına daha alışkındır. Bilim adamı, kendi bilim dalının tarihini anlamak için daha iyi yetişmiştir; yaptığı öğretim çerçevesinde bu tarihe birkaç ders ayırabilir; aynı zamanda bilim tarihi enstitülerinde derslere katılabilir.

Bilimler arasında, jeoloji, konusu Yer'in tarihi olan bir bilim olarak tanımlanır; olguları, ardışımları içerisinde gözönüne alır. En yeni çağın, Tarih Öncesi'nin (Prehistuvar) incelemesiyle insanın tarihine girer. Tüm bu nedenlerle jeoloji, bütün bilimlerden çok, tarihle yakınlığı olan bir bilimdir.

BİRİNCİ BÖLÜM
TARİH ÖNCESİ VE İLKÇAĞIN BAŞLANGICI

I. Paleolitik (Eski Taş Devri)

Günümüze kalmış olan en eski insan etkinliği izleri, 500.000 yıl yöresinden bir milyon yıla kadar varır. O zamandan bu yana ve günümüzden 100.000 ya da 50.000 yıl öncesine doğru, bu izler başlıca küller ve yontulmuş taşlardan ibarettir. Seleflerimiz ne madenleri, ne çanak çömlekçiliği, ne dokumacılığı, ne tarımı, ne de hayvan yetiştirmeyi biliyorlardı. Ürün devşirmeyle, hayvan avıyla ve balık avıyla yaşıyorlardı. Ocaklarının yakınında, av hayvanlarının parçacıklarına rastlanmaktadır. Bu insanlar çok az sayıdaydılar. Bir aileyi beslemek için, en azından 100-300 km^2 bir av arazisi gerekiyordu. Paris, bir aileden fazlasını barındıramıyordu. İnsanların yaş ortalaması çok düşüktü, yirmi yıl kadardı; kafataslarının istatistik incelemesi bize bunu gösteriyor. İlk aletler, tutulması kolay olan nehir ya da deniz çakıllarından çıkarılmıştır; bunlar yuvarlak biçimleri nedeniyle avuca iyi yerleşmektedirler. Eğer delmek ve kesmek için, bunların sivri olanı ya da keskin olanı gerekiyorsa, bunları yontmak ya da bir ucunu sivriltmek yeterlidir. Böylece, bilinen en eski tarih öncesi endüstri, yontulmuş çakıllarla ortaya konmuştur. Bu şekilde, yaşamın gereksinimleri için ve teknik yoluyla, taş, insanların etkinlik alanına girmiştir. Düzen verilmiş

çakıl endüstrisi, özellikle Afrika'da ve biraz Avrupa'da tanınmaktadır. Bu endüstri, paleolitik devri (Eski Taş Devri) başlatmaktadır.

Takibeden endüstriyel aşamadan itibaren, Abbevillien ya da Şeleen'de, insanlar bizzat taşlara da başvururlar. Pek yerinde olarak, her bölgede, seçilmiş olanı ve en sert madde olanı silekstir (Çakmaktaşı); sileks olmadığında kuvarsit ya da obsidiyendir; bunlar da olmadığında kuvars ya da jasptır; bazı kez de kumtaşıdır. Başlangıçta, âletler özellikle yumruk büyüklüğünde, iri ve kabadırlar. Daha sonra, Orta Paleolitik'te (Musterien vb.), bunlar sivri uçlular, kazıyıcı aletler şeklinde çeşitlenirler. Daha sonra ise, âletlerde gelişmeler oldukça, diğer etkinlikler gün ışığına çıkarlar. Sanat ortaya çıkar; taş üzerine ve kemik üzerine heykeltıraşlık, oyma sanatı ve resim gibi. "Franco-cantabrique" sanat olan Altamira bizonları, Magdalenien insanlarının şaheserleridir. İnsan, taş üzerine dünya görüşünü yansıtır. Resim yapmak için, uygun bulduğu net güzel yüzeyi seçer; gerekirse sileksle kazıyarak düzgün yüzey yapar. Morumsu tonlar için kızıl aşıboyası, sarı aşıboyası, manganez oksidi keşfeder; bunları arıtmayı bilir. Resimlerinin çoğunun büyülü bir amacı vardır; av iyi olsun ya da av hayvanı ele geçsin diye, hayvanların büyülenmesi gibi. Fakat aynı zamanda bu resimlerde güzellik aşkı hissedilir. Altamira'da, bir kuvars, saydamlığı için değerli taş olarak korunmuştur. Brno'da, bir kolye altı yüz fosil kavkıdan yapılmıştır. Akdeniz kıyılarına kadar kehribar, bilezik ya da kolye incisi olarak görülür; Baltık kıyılarından çıkarıldığı gibi, çok saf olduğunda ise, muhtemelen ilk değişim aracıdır.

En eski yontulmuş taşlarda, iyi iş yapma aşkı okunur. L. Aufrére şöyle der: "Aşöleen âlet sanatı,

güçlükleri yenerek ortaya çıkmış, ilerlemiş bir sanattır. Ayırtları düzgün olan, kalınlığı ve diğer boyutları orantılı olan, kavisler kapsayan bir sanattır." Bu şekilde, başlangıcından beri teknikle bir arada olan sanatı görmek ilginçtir. Henri Poincaré ve Jean Perrin gibi birçok çağdaş bilgin, bunlara güzellik duygusunun kılavuzluk ettiğini doğrulamışlardır. Yine, seleflerimiz olan yontma taş insanlarının hayvan resimleme sanatını betimleyen Aufrére'i dinleyelim: "Bu sanatta beşerî olan, kendiliğinden vardır. Bu sanat, icrada bir aşamadır. Başarının eyleme konduğu tekniği kapsar. Bunlar, ilk beşerî başarılardır. Teknik güvenilirlik, bizim en eski resimlerimizden daha eskidir."

II. Mesolitik ve Neolitik (Orta Taş Devri ve Yeni Taş Devri)

İ.Ö. 8.000 ve 3.000 yılları arasında çok büyük değişmeler olur. Büyük buzullar erir, iklimler değişir. Belki de insanlar gittikçe arttıkları halde, artık yeterli av hayvanı bulamazlar. Herhalde Mesolitik'te ehli köpek, muhtemelen av köpeği görülür. Bir süre sonra, insan, toprağı kazmayı ve ürün almak için bitki yetiştirmeyi tasarlar. Başlangıçta, bugünkü Guyana yerlilerinde olduğu gibi, muhtemelen bir geçici kesim tarımı sözkonusuydu. Daha sonra yerleşme başlar, köyler kurulur. *Neolitik*'teyiz. İnsanlar, birçok bölgelerde yerleşik olurlar, köylü olurlar. Toprağı gözlemlerler; toprağın ateşte sertleştiğini saptarlar, çanak çömlekçiliği keşfederler. Süreç öylesine doğaldır ki, birbirinden bağımsız olarak iki kez gerçekleşmiştir. Bir kez, İ.Ö. 6.000 yılına doğru Eski Dünya'da; ikinci kez, İ.Ö. 1.200 yılına doğru Yeni Dünya'da.

Tarımın keşfinin ve hayvan yetiştirmenin keşfinin daha birçok sonuçları olmuştur. Nüfusun artması, yerleşimin yoğunlaşması, hiyerarşinin ortaya çıkması gibi; ayrıca çoğu kez toprağın özel mülkiyeti, kastlar, kölelik gibi. Teknik ilerler. Tahıl, bugünkü değirmentaşlarının ilk öncüleri olan merdane ya da teker şeklindeki taştan ezicilerle ezilir. Acaba insanlar, uzunluğuna sürtünmenin taşı aşındırdığını böyle mi saptadılar? Aynı şekilde, âletlerini, baltalarını ve çapalarını cilâlamayı böyle mi tasarladılar? Neolitik, cilâlı taş devridir. Bu devir, aynı zamanda ilk madenlerin devridir. Örneğin Polonya'da Krzemionki sileks madenleri (13 m.lik kuyular ve 4 km.lik galeriler). Belçika'da Spienne'lerde, kayma sonucu kazmasıyla birlikte toprağın altında kalan bir işçinin iskeletinin bulunması heyecansız olmamıştır. Endüstriyel yoğunlaşmanın ilk örneği şudur: Tndre'de Grand-Pressigny'de, taş yontma atölyelerinde tipik sarı sileksler çıkarılır; bunlar bütün Batı Avrupa'ya ihraç edilirler.

Güzellik, kendinden bir şey yitirmez. Belçika'da, çok güzel fosil kavkılar olan Turritella'lardan yapılmış bir kolye bulunmuştur. Ayrıca, Paris'in batısında Bonnière'ler kabrinde, Eliane de Ménorval, tilki, kurt ve yaban kedisi dişlerinden ve yöredeki fosil kavkılardan yapılmış bir süs ortaya koymuştur.

III. Maden Devirleri

Nabit altın, daha Taş Devri'nin bazı yataklarında mücevher olarak ortaya çıkar; cevherlerin işlenmesi daha sonradır. Kuşkusuz cevherlerin işlenmesi, bir insanın tuhaf bir taş olarak görüp, bunlardan bir tane çıkardığı, sonra bunu ateşe attığı gün ortaya çıkmıştır. Bakır ilk önce keşfedilmiştir; zira ba-

kırın metalürjisi en kolaydır ve bakır cevherleri, mavi ve yeşil güzel renkleri ile en çarpıcı olanlarıdır. Sonra Eski Dünya'da bronz ve ardından demir gelir. Mısır'da ve Kalde'de,[1] bu çağların kalıntılarına en çok rastlanır; buralar cevhersiz alüvyal düzlükler olmasına rağmen. Fakat nüfus yoğunluğu buralarda en fazlaydı. Cevher başka yerlerden geliyordu. Mısırlılar, bakır damarlarını Sınai'de işletmeye gidiyorlardı; buralardan aynı zamanda Türkuvaz (firuze) getiriyorlardı. Muhtemelen başlıca keşif yeri Anadolu ve çevresi olmuştur. (Cuivre). Bakır adı, Kıbrıs'ın Yunanca adı olan Kupros'tan gelmedir. Öte yandan, bronz, 9 kısım bakır ve 1 kısım kalaydan oluşan bir alaşımdır. Oysa, bu bölgelerin hiçbirinde, büyük kalay yatakları bulunmaz. Bu metal, Kornuvay'lardan ya da Malaka'dan geliyor olmalıdır; bu da, yaygın ticarî ilişkilerin olduğunu göstermektedir. Doğu'da, bakır İ.Ö. 4.500 yılına doğru, bronz 2.800 yılına doğru ortaya çıkar. Demir, Bronz Çağı'nda tanınmıştır, fakat çok enderdir ve muhtemelen merak uyandıran bir şey olarak düşünülmüştür. Demirin metalürjisi, İ.Ö. 1.600-1.300 yıllarına doğru Ankara yakınlarında, Hititler'de kesin ilerlemeler kaydeder. Keşifler yaygınlaşır. Batı Avrupa'da, Keltlerle birlikte, bakır 2.200, bronz 1.900, demir 800 yıllarına varır. Dolayısiyle, Doğu'dan Batı'ya geçiş süresi, bakır için 2.300, bronz için 900, demir için 650 yıl yöresindedir; hızlanma nettir. Belli bir süreyle, Hindistan'a ve Çin'e doğru da geçiş olur. Her yerde, demir, buna sahip olanlara, bronz insanlarına karşı üstünlük sağlar ve bu, Keltlerin, Yunanlıların, Hititlerin, Çin'de Tsinlerin askerî zaferi olur.

(1) Sümer'in Aşağı Mezopotamya'daki bir bölgesine verilen, sonra da bütün Babil'i kapsayan ad.

Amerika'da evrim bağımsızdır, fakat paraleldir ve daha geçtir. Kızılderililer ve Eskimolar, Taş Devri'nde, M.Ö. 8.000 yılına doğru ortaya çıkarlar. Kızılderililer tarımı keşfederler (mısır, patates, manyok tarımı), çanak çömlekçiliği, lama yetiştirmeyi keşfederler. 1492'de, Avrupalılar vardıklarında, Inkaların ve Azteklerin altını, gümüşü ve bakırı vardı, fakat henüz bronzu ve de demiri yoktu.

Yeni Dünya'da ve Eski Dünya'da, maden devri aynı zamanda ilk büyük taş inşaatların devridir. Dolmenler[2] ve taşanıtlar,[3] Mısır ve Meksika piramitleri, İnkaların anıtsal kentleri gibi. Yontma taş endüstrileri ortaya çıkmıştır; büyük taşlar merdaneler yardımıyla taşınmışlardır. Bu durum, belli bir insan yoğunlaşmasını ve belli bir hiyerarşiyi göstermektedir. Tarım için çok önemli olan toprakların marnlanması, aynı çağda, Galya'da[4] keşfedilmiştir; bu daha sonra Romalıların şaşkınlığına neden olacaktır. Yazı, İ.Ö. 3.500 yılında, Sümerler'de ortaya çıkar. Yazıyla birlikte, asıl anlamda tarihe giriyoruz; yani elimizde yazılı belgelerin bulunduğu döneme giriyoruz.

IV. Tarihin Başlangıç Dönemi

Teknik ilerlemeler devam eder ve teknik ilerlemelerin başlıca merkezi Mısır'ın aynı bölgeleridir. Cam, İ.Ö. 3.000 yılına doğru, kumun eritilmesiyle burada elde edilmiştir; teker 2.700 yılına doğru. Az sonra, seramik önemli ilerlemeler kaydeder. İ.Ö.

(2) Dolmen: İki tanesi dikili, üçüncüsü de bunların üzerine kapak gibi yatırılmış üç kocaman taştan oluşan mezar.
(3) Taşanıt: Tek parça taştan anıt.
(4) Galya: Eskiden Pireneler, Akdeniz, Alpler, Ren ve Okyanus arasında kalan bölgelere verilen ad.

2.000 yılında, Babil'de, ilk sulama kanalları kazılır; bu muhtemelen nüfusun artmasının etkisiyle olmuştur. Nüfusun artması, ekilebilir toprakların alanını artırmayı zorunlu kılmıştır. İlk gemi işletme kanalı, Mısır'da II. Ramses zamanında İ.Ö. 1.250 yılında kazılmıştır. Metalürjide, yine Mısır'da, İ.Ö. 1.700 yılına doğru demirci körüğü kullanılır. Girit adasında, bir denizci halk olan Minoyenler'in başkenti Cnossos'ta, daha İ.Ö. 1.500 yılında şehir suyu kanalları ve bir kanalizasyon ağı vardır. Rodos'ta, aynı halk piritleri ateşte kızdırmayı bilmektedir, fakat çiftçiler havanın zehirlenmesinden ve ürünlerinin yanmasından yakınırlar. Komşu kıtada, Sâmiler, Ugaritliler, İ.Ö. 1.400 yılında yazıyı bulurlar.

Çin'de, Milâttan hemen önce, verimsiz katmanlar arasındaki bir tuz yatağının derin sondajla kesilmesi bilinmektedir; aynı zamanda bu tuza su şırınga edilerek eritilmesi ve böylece işletilmesi keşfedilir. Bu yöntem, Batı'da yirmi yüz yıl sonra bulunacaktır.

Tekniğin yanında, efsaneler (mitler) ve inançlar da gelişir. Değerli taşlara tıbbî, büyülü özellikler yüklenir. Sâmiler'in (Babilliler ve İbranîler) bir büyük tufan gelenekleri vardır; Çinliler'in de aynı gelenekleri vardır. Çinliler'inki muhtemelen, günümüzden iki bin yıl önce, Sarı Irmağın taşmasıdır. Hintliler'de, *Puranalar* şiirine göre, tanrılardan biri olan Vişnu tufandan sonra suları karanın üzerinden çekmekle görevlidir.

Vişnu; önce balık, sonra kaplumbağa, sonra domuz haline dönüşür. Bu şekilde, eskilerin sezgisi, çağdaş bir düşüncenin ilk taslağını ortaya koyar; zamanlar boyunca omurgalı gruplarının art arda gelişi düşüncesi. Önce suda yaşayanlar ortaya çıkar, sonra karada yaşayanlar. Karada yaşayanlar-

dan, kaplumbağa gibi önce sürüngenler görülür, sonra memeliler. Yine Hintliler'de, İ.Ö. 13. yüzyılda yazılmış ve İ.S. 2. yüzyılda Manu tarafından düzenlenmiş *Vedalar* kitabına göre, Tanrı yaratıcıdır, fakat "çok sayıda âlemlerin yaratılışları ve tahripleri vukubulmuştur". Bugünkü Yer, İ.Ö. 1 972 947 101 yılında yaratılmıştır. Böyle bir süre düşsel (fantastik) görülmektedir. Bununla birlikte bu süre, dört milyar yıl kadar olan bugünkü değerlendirmeye yakındır.

Strabon'un dediğine göre, Galya'da din adamları, evrenin ölümsüzlüğüne fakat suyla ve ateşle tahriplere uğrayacağı yazgısına inanıyorlardı. Oralarda aktif volkan olmadığına göre neden ateş? Bunlar eskiden buralarda oturanların anılarıdır, zira atalarımız, M.Ö. 6.500 yılına doğru Massif Central'in son püskürmelerini görmüşlerdi? Paralarının, alfabelerinin ve hayranlık verici Vix kraterinin gösterdiği gibi, Romalılar'ın fethinden önce, Galyalılar'ın uygarlığından etkilenmiş olan Yunanlılar'la ilişkilerin bunda rolü olmuştur.

Mısırlılar da tufanlara ve ateşler içinde kalmalara inanıyorlardı. Diğer birçok halklar gibi, bunlarla tanrıların insanları cezalandırdıklarını ve Yeryüzü'nü arıttıklarını düşünüyorlardı. İbranîlere göre, tufan tek olduğu ve tarih tek bir yönde akıp gittiği halde, Mısırlılar'a göre, tahriplerin oluşu periyodiktir ve bunlar yıldızlar tarafından yönetilmektedir. Böyle bir dönemin süresi, bazılarına göre 120.000 yıl, bazılarına göre 300.000 yıl, diğer bazılarına göre ise 360.000 yıldır.

Eskilerin efsanevî düşünce tarzı bizi şaşırtıyor; bununla birlikte bu düşünce tarzı günümüzde sürüp gitmektedir. 1766'da, Güney Amerika'da Cumana depreminden sonra, ürünler için çok iyi gelen

büyük yağmurlar yağmış, Humboldt'un dediğine göre, Yerliler "Dünya'nın tahrip oluşunu ve insanların gelecekte yeniden türeyeceğini şenliklerle ve danslarla" kutlamışlardır. İskoçyalılar ve daha birçok halklar kutsal taşlar üzerine yeminler etmeyi sürdürmektedirler.

Efsanevî düşünce tarzının (mitik zihniyetin), daha sonra, bilimin gelişmesi üzerinde bizim dikkatimizi çekmeyen çok önemli ve genellikle çok zararlı bir etkisi olmuştur. İlk insanın zekâ durumunu anlamaya çalışalım. İlk insan, önünde iki tarz sorunlar ya da olaylar cereyan ettiğini görür. Birincisinde, o egemendir. Örneğin bir çömleğin yapımı. Bu, onun tekniğinin nesnesidir. Fakat diğerlerinde, örneğin bir akarsu taşmasında ya da bir depremde hiçbir şey yapamaz. Bu durumda, bunları açıklamaya çalışır ve miti yaratır; nehir tanrısı, yeraltı tanrısı... Mitin, dikkati içermesi gibi bir değeri vardır; dikat her araştırmanın ilk koşuludur. Fakat mitin başvurduğu açıklama çabucak doğaüstüne kayar; oysa teknik ve sanat, ilk zamanlardan itibaren doğanın tam içine dalar.

En fazla sürüp giden ve en direngen mitlerden biri, dönemler (cycles) mitidir. Doğada, eşit aralıklarla art arda gelen periyodik olaylar vardır. Örneğin gündüzler ve geceler, kamer ayları, gel-gitler; bunlar dönemseldirler. Fakat kesikli, bir durup bir başlayan olaylar da vardır; örneğin depremler, istisnaî akarsu taşmaları. Çoğu kimsenin bunları da dönemsel görmeye doğal bir eğilimleri vardır; fakat bunların aralıklarının eşit olmadığını ve önceden kestirilemez olduklarını unuturlar. Yirminci yüzyılın ikinci yarısında, sıradağların oluşumu için de durum henüz böyledir. Başlangıçta, mitler ve gerçek hadisler (su baskınlarınınki gibi), çeşitli dinler-

le birlikte olmuşlar ve din adamları tarafından öğretilmişlerdir. Tarihsel olarak kesin olduğu üzere, mitler ve dinler arasında bağıntı mantıksal olarak zorunlu değildir. Bilimde olduğu gibi, günümüzün tüm büyük dinleri mitlerden az çok kurtulmuşlardır.

Eski çağda, mitler, doğanın gözlemine dayanan düşünce tarzının vardığı tek sonuç olmamıştır. Mısırlı din adamları, tapınaklarının taşlarını çıkardıkları Nil vadisini çevreleyen yamaçlarda denizel fosil kavkılar saptamışlardı. Herodot'un söylediğine göre, bundan, bugün kara olan bu yerlerin vaktiyle denizle kaplı olduğu sonucunu çıkarıyorlardı. Bu, jeoloji tarihinde, gerçeğe uyan ilk bilimsel yorum örneğidir.

Yunanistan, bu yorumlardan çok daha net olanlarını bize gösterecektir.

İKİNCİ BÖLÜM
YUNANİSTAN

Doğu Akdeniz ve Doğu ülkeleri arasında Yunanistan, tarihin başlangıcında, açık, gözü pek, özgür düşünceye açılmaya en fazla yatkın olanıdır. Bu ülke, denizi dağlara, ovalara birleştirir; insanlara en çeşitli yaşam biçimlerini sunar. Yerin dostu olarak, volkanları, alüvyonları, mağaraları vardır. Denizle olan bağlantısı değişimleri, yolculukları, dolayısıyla düşünce dolaşımlarını kolaylaştırır. İklimi, Arabistan'ın ve Mısır'ınkinden daha yumuşaktır. Eğer bugün ziyaretçiye biraz çıplak görünüyorsa, unutmayalım ki bu üç bin yıllık erozyonların ve tarla açmaların sonucudur ve Homeros zamanında burası bol miktarda bitkiler ve yeşil ormanlarla kaplıydı.

İstilâcı Helenler İ.Ö. 1.000 yılından biraz önce Asya'dan buraya geldiklerinde, buranın ilk oturanları değildiler. Bu kara parçası üzerinde ve adalarda ilerlemiş, incelmiş insanlar bulurlar; bu deniz insanları ilk Girit saraylarını inşa etmişler ve bunları öyle modern resimlerle süslemişlerdir ki, bir kadın portresi olan bunlardan biri *La Parisienne* (*Parisli Kadın*) diye adlandırılmıştır. Bronz insanları ve kadınlarıyla temasta, demir savaşçıları yumuşarlar. Ve bu Yunan mucizesi olur. Bu mucize geleneksel olarak okullarda edebiyat, felsefe ve sanatlara dayandırılarak anlatılır. Teknikte, mitlerde ve yerbilimlerinde nasıl olduğunu görelim.

I. Teknik

Sicilya'da, Yunan kenti Agrigente 1. yüzyıldan itibaren petrolle aydınlanır. Maden sanatı ilerler. Laurion'da bulunan Attique'te, gümüşlü kurşun, Atinalıların en büyük zenginlik ve güç kaynaklarından biridir. Bunun bir damarı 150 metre derinliğe kadar izlenmiştir; bu damarı dik kuyularla keserler; eğer bunlardan biri yana kayarsa, bunun tabanından itibaren yatay galeriler açılır. Tüm eski madenlerde iş köleler tarafından görülür; bunlar savaş ya da fetih tutsaklarıdır, yalnızca itaat ederler. Diğer el mesleklerinde de aynı şekildedirler. Dolayısiyle saygınlıkları yoktur. Ksenephen şöyle yazar: "Mekanik denilen sanatlar, toplumsal rezillik işaretidirler ve kentlerimizde küçümsenmektedirler." Felsefe ve soyut düşünme yönünde Yunanlıların tercihi bununla kısmen açıklanmaktadır. Arşimed (287-212) ise, matematik buluşlarında olduğu kadar pratik buluşlarında genel kanıya ağırlık veriyordu. Bununla birlikte bu buluşlar öylesine temelli olmuşlardır. Sabit makara Yunanistan'da 450 yılına doğru bulunmuş olmalıdır. Arşimed, ağır taşların manevrası için çok yararlı olan palangayı bulur; ayrıca uçsuz vidayı bulur, bundan bir yere basınç uygulamak için yararlanmak düşüncesi vardır. Aynı düşünce çizgisi onu cıvata-somun sistemini bulmaya götürür. Arşimed'in ortaya koyduğu hidrostatiğin temel ilkesinden, yoğunluklarını saptamak ereğiyle minerallerin ve kayaçların hacmini ölçmek için günümüzde de sık sık yararlanılır. Arşimed, Romalı kuşatıcılara karşı, kenti Siraküz'ün savunmasına buluşlarıyla yardım eder. Üç yılın sonunda Siraküz alındığında, Arşimed, Romalı bir asker tarafından öldürülür, çünkü bu asker tarafından sor-

guya çekilmiş, ona yanıt vermemiştir. Acaba bir problemle çok mu doluydu? Onun ruh yapısında bir insanın, silâhların gücü önünde eğilmeyi reddetmesi pek yerinde bir davranış olarak düşünülebilir.

II. Mitler

Çevrede her yerde olduğu gibi, mitler gelişirler ya da sürüp giderler; fakat zamansız değil. Örneğin Delos'ta, Apollon'un dışında, yerin tanrısallığı kutsanmıştı. Oysa, M. Birot göstermiştir ki tam buradan, tarihsel zamanlarda canlılık göstermiş olan bir fay ya da kırık geçmektedir. Aynı şekilde, bir mağaralar ya da yeraltı akarsuları ülkesinde, Aşaren nehrini cehennemlerin girişine yerleştirmek çok normaldir. Toprakların erozyonu ve bunun doğal sonucu olan alüvyen çökelleri, Alkmeon mitinde çağrışım yaptırmışlardır. Psofis toprağı kısırlığa uğramıştı, ta ki Alkmeon, tanrı-nehir Aşeleos'un suyunda yıkanıncaya kadar. Bundan sonra ise, nehrin ağzında yeni olmuş bir alüvyon bulur.

III. Genel Jeoloji

Fakat Yunan katkısı özellikle bilimde kendini gösterir. 8. yüzyıldan itibaren, Hesiodos, Aşeleos çökellerinin Artemia adasını karaya bağladığından söz eder. Thales (640-547), amberin elektirik özelliklerini bilmektedir. Anaksimandros (610-546), ilk dünya haritasını düzenler. Mısır'da yirmi yıl oturmuş, Doğu'ya yolculuk etmiş ve Persleri sık sık ziyaret etmiş olan Pythagoras (580-500 yöresinde), araziyi jeoloğun büyük okulu olarak değerlendirir ve başka ülkelere gitmenin gözüpek düşüncelerin ortaya çıkmasını kolaylaştırdığını düşünür. Ovid'in

ağzıyla onun bize söylediklerini dinleyelim: "Önceleri yerinde tamamen karanın bulunduğu deniz gördüm; denizin içerisinden çıkmış olan karalar gördüm; denizden çok uzakta denizel kavkılar yataklanıyorlardı."

Yorumcuları aracılığıyla tanıdığımız Pythagoras'ın öğretimi doğru kavramlarla doludur. Dünya küreseldir. Vadiler, akarsular tarafından kazılmıştır. Sel, dağların toprağını kazımıştır ve bunu denize sürüklemiştir. Bataklıklar kuru arazi haline gelmiştir, sonra yeniden su altında kalmıştır. Kolay alev alan kaynaklar vardır (muhtemelen Irak ovalarında hâlâ günümüzde de yanan petrol sızıntıları). Depremler bazı kaynakları kurutmuşlar, bazen ise yeni kaynaklar ortaya çıkarmışlardır; dereler yatak değiştirmişlerdir. Örneğin Yunanistan'da Erasimus, Asya'da Mysus. Kentler deniz altında kalmışlardır. Volkan delikleri çeşitlidirler; bazıları kapanırlar, bazıları açılırlar. Kayalıklar ve adalar şiddetli hareketlere uğradıktan sonra sabitleşirler. Burada, günümüzde de Akdeniz'de sık görülen denizaltı püskürmelerin betimlemesine tanık oluyoruz. Fakat Pythagoras'ın sesini dinleyelim:

"Bu dünyada hiçbir şey ölmez; nesneler ancak şekil değiştirirler. Doğmak, bir nesnenin yalnızca önceden olduğundan farklı olmaya başladığını ifade eder. Ölmek, aynı şey olmanın sona ermesi demektir. Bununla birlikte, hiçbir şey uzun zaman aynı şekli korumasa da, hepsi genelinde sabit kalır." İşte bir çırpıda, denge ve istatistik kavramlarının çok büyük rol oynadığı en modern sentezlerin seviyesi.

Pythagoras'dan bir yüzyıl sonra, atomların usta bulucusu Demokritos, plajlarda çakılların şekillerine göre seçilip ayrılmalarını gözlemler. Sicilya'lı bir Yunan olan Agrigente'li Empedokles (490-430), Et-

na'yı inceler. Haklı olarak, yeraltı lâv akmalarının varlığını kabul eder ve sıcak suları içteki ateşe bağlar. Bunları aynı zamanda dağlara bağlar. Kristalen kayaçların yükselmiş olduğunu ve Yer'in iç ateşiyle taşındığını söylediğinde, granitin sıcakta ve derinde kristallendiğini, sonra iç kuvvetlerle bugünkü konumuna kadar yukarı taşındığını öne süren modern teorilerden birini önceden sezmiştir. Empedokles, bilim kurbanları listesinde ilk isimdir. Etna'nın kraterine düşer; bazıları bunun kaza olduğunu söyler, bazıları intihar ettiğini.

Platon (427-347), Phedon ve Periphlegeton'da, Empedokles'in görüşlerini yeniden ele alır. Bunlara önemli bir gözlemi ekler. Akkor halinde lâvın püskürmesinden önce, çoğu kez çamur akmaları olur. Platon belirtir ki, dokuz bin yıl önce Yunanistan kalın ve çok daha verimli topraklarla örtülüydü; bunlardan su süzülüyor ve çok daha bol kaynakları besliyordu. Ormansızlaşma, toprakların erozyonuna ve tahribedici sellenmeye neden olmuştur.

Onun öğrencisi Aristoteles (384-322), yalnızca büyük bir filozof değil, aynı zamanda büyük bir doğa bilimciydi. Şöyle yazar: "Deniz sürekli bazı yerleri terkeder, bazı yerleri ise istilâ eder". Bu konuda yeni örnekler verir. Homeros zamanından beri Nil deltasının büyümesi ve Palus-Mectid'in istilâsı. Mısırlılar ve Hintliler gibi, o da dönemsel değişimlere inanıyordu. Fakat bu konuda Anaksagoras'ı (500-426) izleyerek şöyle yazar: "Yeryuvarın köklü değişiklikleri öylesine yavaştır ki, bizim varoluş süremize kıyasla bunlar farkedilemeksizin geçerler". Bu, 19. yüzyılda, Lyell'den sonra ancak kesin olarak kabul edilecek bir kavramdır. Aristoteles, plajlarda çakılların yıpranmasını, çıkıntılı kısımları kıran ya da kütleştiren çarpmalarla açıklar.

Aristoteles'in öğrencilerinden biri olan Theophrastos (368-284), ilk olarak jeoloji irdelemesini (Traité de géologie) yazar; bu kitap maalesef kaybolmuştur. Atıflar sayesinde bilinmektedir ki Theophrastos fosil fildişini tanıyordu (muhtemelen Sibirya Mamutlarınınkini) ve Ligurya'da birçok taşkömürü çeşitleri olduğunu işaret ediyordu. Eratosthenes (275-195), ünlü İskenderiye kütüphanesinin müdürü olmuştur. Özellikle matematikçi ve astronom olduğu halde, ona İskenderiye ve Assuvan arasında bir meridyen yayının ölçülmesini borçluyuz; aynı zamanda buzullu, alımlı, kavurucu zonların ayrıldığı ilk koordinatlı haritayı borçluyuz. Gelgitlerin ilk incelemesini o yapmıştır; kıtaların yayılımı üzerine, sıradağların şekli ve genel konumu üzerine ilk düşünceler ona aittir.

Düşünme biçimi gelişimleri ve ilgiler çok değişiktirler. Strabon (İ.Ö. 63-I.S. 20) aynı zamanda coğrafyacı ve jeologtu. Küçük para şeklinde olan tek hücreli hayvanlar Nummulitler'in ilk kez betimini verir. Bilmektedir ki 196 yılında, Santerin adalar denizinde yeni bir volkanik ada, Hiera belirmiştir. Onun zamanında, Napoli yakınında, çok sakin bir dağ biliniyordu; bu Vezüv'dü ve bir volkan olduğu düşünülebilmişti. Strabon, dağın konik şekline göre bu cüretli yargıya varmıştır.

Öte yandan, sırayla kara ve deniz alanları çağlar boyunca değişmişlerse, Strabon der ki "Bunun gerçek nedeni, aynı karanın bazen yükselmesi, bazen de alçalmasıdır; aynı şekilde, deniz bu iki harekete uymak zorunda kalmıştır, bazen taşmıştır ve bazen kendi sınırlarına çekilmiştir. Şu halde sözkonusu neden zemine atfedilmelidir; gerek denizin tabanını oluşturan zemine, gerek deniz tarafından istilâ edilmiş olan zemine". Ve Strabon ekler: "Yalnız-

ca münferit kaynaklar ve küçük ya da büyük adalar değil, kıtalar tümüyle böylece yükselebilmişlerdir". Bu, gözüpek bir hipotezdir ve modern jeoloji göstermiştir ki çoğu kez doğrudur, karanın ve denizin göreceli hareketlerinin önemli kısmını açıklamaktadır. Yöntemine gelince, Strabon bize onu da tanımlar: "Duyularımız altında olan ve bir ölçüde, her gün gözlerimizin önünden geçen nesneleri açıklamalarımızdan sonuç çıkarmak yerinde olur." Bu, ancak 1830'dan sonra kesin başarı gösteren güncel olaylar ilkesinin ilk anlatımıdır.

Hıristiyanlık çağına bir göz atarsak, Yunanca yazan Yahudi Philon, Yeryuvarı'na etkiyen kuvvetler üzerine düşünür. Yağmurun aşındırdığı gerçekse, buna rağmen dağlar varlıklarını nasıl sürdürebiliyorlar? Ve Yahudi Philon, dağları bağlantılı olarak bir arada tutan bir iç olay hipotezini ortaya koyar: "Ve bunlar kuvvet etkisinde yükseldiler". Yirmi yüzyıl geçti, gerçeği bu anlatımda buluyoruz: Hafiflemeli isostatik reaksiyon. Özetle, genel jeolojide, Yunan bilimi kesin fakat doğru nitel bir biçimde ortaya konmuş çok sayıda sonuçlara erişmeyi bilmiştir.

Şimdi, daha ayrıntılı incelemeye değen iki önemli konu var: Kaynaklar ve akarsular ve ayrıca fosiller.

IV. Hidroloji

Yerin içerisinden mucize gibi çıkan kaynak suyundan daha gizemli ne olabilir? Bir mitin kabul ettirdiğine göre buna neden, çeşmelerin gölgeli kenarlarındaki sevimli pınar perileridir. Yunanistan'da ve yöresinde en göze çarpan kaynaklar, mağaraları bol olan kalkerli bölgelerin kaynakları, yeraltında geniş haznelerden çıkan güçlü karstik kaynaklar-

dır. Daha o zaman Homeros, yerin içerisindeki sulardan, Pythagoras ise kaynakların taşlardan çıktığından sözeder. Çevrede arazi kayalık ve kuru olduğuna ve şiddetli sağanak sularının toprağı kazıp hemen büyük seller halinde aktığına göre, bu kaynakların suyunun yağmurlardan gelebildiği nasıl düşünülebilirdi? Aristoteles aynen şöyle yazar: "Fazla suyu da olsa, her akarsuya dere demiyoruz; yalnızca bir kaynaktan gelene diyoruz." Anaksagoras ilk olarak anlar ki "Su güneş tarafından yükseltilmiştir, sonra yağmur halinde düşer ve yeraltında toplanır." Kaynakları modern açıklamamızın tüm ilkesi buradadır. Fakat Anaksagor, apaçık olarak bir mağara gölünün telkin ettiği büyük yeraltı haznesi türüne inanır; çağdaşları daha ileri giderek, yerin sıvı bir astarı gibi sürekli bir su katmanı tasarlarlar. Aristoteles olayları yerli yerine koyar. "Yerin yukarısında küçük su damlaları oluşurlar, sonra bunlar birbiriyle birleşirler, nihayet su bir cisim halinde düşer; bu yağmurdur. Varsayabiliriz ki, su önce yerin içerisinde damlalar halinde aşağı doğru iner, sonra bu damlalar azar azar birleşirler ve derelerin kaynakları birçok tarzda yerin dışarısına akarlar, sonra bunlar birleşirler." Günümüzde daha iyisi söylenemezdi. Aristoteles yine haklı olarak belirtir ki "Doygun bir sünger gibi olan alçak bölgelerin üst kısmında bulunan" yüksek dağların ve plâtoların eteğinde kaynaklar boldurlar; "Böylece su, küçük miktarlar halinde fakat birçok yerde sızar ve birlikte sellenir." Aristoteles aynı zamanda, yeraltı suyunun mümkün kökeni olarak, zeminin içerisinde buharın sıvı su halinde yoğunlaşmasını işaret eder. Bu tam olarak, modern meteorolojistlerin gizli yoğunlaşma dedikleri şekillerden biridir. Bu gizli yoğunlaşmaların yarı kurak Orta Doğu ülkelerinde büyük önemi vardır; Aristo-

teles, eski öğrencisi Aleksandr ile buraları incelemiştir. Bir kez daha, bilimlerin tarihi, gözlem yapmasını ve düşünmesini bilen için gezinin yararını bize göstermektedir. Aristoteles'in değeri öylesine büyüktür ki, onun zamanında buhar ve yoğunlaşma kavramları hiçte net değildiler ve dört unsur teorisiyle yetiniliyordu: toprak, su, hava ve ateş. Çok yazıktır ki, hidroloji konusundaki bu çok doğru düşünceler, yirmi yüzyıldan fazla bir süre unutulmuşlar, kılık değiştirmişler ya da inkâr edilmişlerdir.

V. Paleontoloji

Fizik nesneler dünyasından çok, canlı varlıklar ve fosiller dünyası Yunanlıların dikkatini çekmiş ve onların düşünce tarzlarına önayak olmuştur. Anaksimandros belirtir ki, insan bir hayvan sürüsünden farklıdır; kendine yeterli olabilmesi için çocukluğunda uzun zaman gerekmektedir. Eğer başlangıçta ilk varlıklar ona benzemiş olsalardı, bunlar hayatlarını koruyamıyacaklardı. Ebeveynlerinin yardımı olmaksızın, rüşeymden itibaren gelişmeleri gerekmiştir. Ve Anaksimandros, onlara benzeyen balıkları ve hayvanları düşünür. Anaksimandr'a göre, bu ilk varlıklar sıcak sularda ya da toprak içerisinde yaşıyorlardı. Bu varlıklar arasında bazılarının içerisinde insan dölütleri vardı; bunlar iyice güçlenince kabuklarını kırmışlar, adamlar ve kadınlar şeklinde yeryüzüne çıkmışlardır. Yanılgılar açık ve ortadadır; fakat sezgisi bizim modern bilimimizi önceden sezmektedir: İnsanın atalarının eskiden balıklara yakın olduğu hususu.

Ksenophon (570-480), ilk Yunanlı olarak, karaların uzak iç kısımlarında denizel fosilleri biliyordu. Siraküz ve Malta taş ocaklarında, fok ve denizel hayvan kalıntıları bulur. Ayrıca, Paros adasında

defne yaprağı izlerine rastlar; bu, paleobotaniğin bilinen ilk gözlemidir. Herodot (484-425) belirtir ki "Mısır arazisi mil gibi, Nil nehri tarafından Etiyopya'dan sürüklenip getirilmiş alüvyon gibi her yerde gevrektir". Mısırlı din adamlarıyla aynı düşüncede olduğu halde, haklı olarak, "dağlarda bulunan kavkılarda", Akdeniz'in önceleri çok büyük yayılımı olduğunun kanıtını görür.

Çağdaşı Sicilya'lı Empedokles ile birlikte hipotezlere ve daha çok tuhaf hipotezlere dönüyoruz. Yaşamın eski tarihi üç periyoda bölünebilir. İlkinde, üyeler ve organlar topraktan dağınık parçalar, omuzsuz kollar, kafasız gözler halinde doğrudan çıkarlar. İkincisinde, bütün ayrı parçalar rastlantısal olarak, mümkün her tarzda biraraya gelirler. Tüm bu tuhaf birleşmelerden sonra, yaşayabilenler ancak yaşamlarını sürdürürler. Nihayet üçüncü bir periyodda cinsellik ve aynı şekilde düşmanlık ortaya çıkar; ve artık hayvanlar bugün olduğu gibi meydana gelmişlerdir. Tuhaf roman, fakat burada modern bir düşüncenin ilk belirtisini görüyoruz. Bugün mütasyon dediğimiz, yeni formların ortaya çıkışında rastlantının rolünü.

Fakat Empedokles'in muhalifleri vardır. Anaksagoras onu, doğanın düzenini ve âhengini unuttuğundan dolayı eleştirir. Zekâ, amaç, ereklik olmaksızın bunlar nasıl açıklanır? O zamandan bu yana, düşünürler, bu iki zıt eğilim arasında seçim yapacaklardır. Yine 5. yüzyılda, atomların usta bulucusu Demokritos, rastlantı yanlısıdır. Aristotales, sonuçtan yanadır. Aristotales ilk kez, ortamın hayvanlar ve bitkiler üzerindeki etkisine işaret eder. İllirya'da eşekler küçüktür; Arabistan'da kertenkeleler büyüktür; soğuk, yünün sertliğini arttırır. Aynı şekilde, felsefede, Ortaçağ'da hıristiyan düşüncenin kaynakla-

rından biri olan aynı yazar, biyolojide, çok Marksist bir kavramın öncülerinden biridir. Öte yandan Aristotales şu satırları yazmıştır: "Çok sayıda balıklar aynı zamanda karada yaşarlar; fakat orada hareketsiz dururlar ve gömüldükleri toprak içerisinde bulunurlar." Çoğu yorumcunun düşündüğü gibi, acaba fosiller mi sözkonusu? Bu durumda, yorum yanılgısı açıktır; ayrıca bu, tarihsel olarak çok sürüp gidici olacaktır. Bugler gibi diğerlerine göre, Aristotales yalnızca, göller kuruduğunda kalan çamurlara gömülü hayvanlardan sözetmek istemiştir. Mutad olarak kendini çok iyi ifade etmesini bilen Aristotales, belki de, yorum hakkında karar vermekten bile bile kaçınarak, özellikle bir olguyu anlatmak istemiştir (çamurlarda ya da taşlarda izlerin varlığı).

Bilim dalları bağımsızlaştıkça, bilimde üstadların niteliği hızla yükselir. Aristotales'in öğrencisi olsa da, Theophrastos (368-284) ilk olarak erekliğin sınırlarına işaret eder. Doğada her şey en iyisi değildir; geyiklerin ormanları onları engeller; erkeklerin memeleri onların hiçbir işine yaramaz. "Nihaî eğilime itaat etmeyen nesneler çok sayıdadır..., ve hattâ bunlar çoğunlukturlar, zira çok az canlı vardır, oysa cansızlar sayısızdır; ve canlı varlıkların içerisinde, en iyi öğe farkedilemiyecek kadar küçüktür." Böylece nesnelerin sıklığını hesaba katarak, en iyi bir genel görünüm için, Theophrastos ustaca bir yol açar; tüm 20. yüzyıl bilimimiz bu yolun verimliliğini günden güne bize göstermektedir.

VI. Sonuç

Görülüyor ki, edebiyatta ve sanatta olduğu gibi, yerbilimlerinde de Yunanlılar'ın katkısı büyüktür. Bu katkı, komşularının ve çağdaşlarınınkini aşar.

Hangi nedenle? Buna birçok kez değindik. Başka nedenleri de var. Sicilya'dan Anadolu'ya ve hatta ötesine kadar yayıldıkları halde, Yunanlılar kalabalıktılar, Fenikeliler'den çok daha kalabalıktılar ve Fenikeliler kadar ticaret ellerinde değildi. Yunan toplumunun Mısır toplumu kadar yoğunluğu yoktur. Kentleri bağımsızdır; entellektüel zaferleri, aşırı merkezleşme yerine yayılmış olmaları ve katılık yerine esnek olmalarıdır. Pek az halk, diktatörlüklere karşı onlar kadar başkaldırıcı olmuştur. Hiçbir zaman büyük askerî fetihlere kalkışmamışlardır. İskender imparatorluğu geçici bir serüven olmuştur (bu imparatorluk on beş yıl sürmemiştir); ayrıca yabancı kökenli, Makedonya kökenlidir; süratli bir adamın, zengin altın madenlerinin ve kendine özgü çarpışması olan bir ordunun bir araya gelmesi sonucu olmuştur. Bu imparatorluk, tüm Doğu'da, Yunanistan insanlarının, dilinin ve düşüncesinin daha önceden barışçı, tedricî ve çok derin sızmalarının üzerine eklenen, alışılmamış ve ilâve bir yer olmuştur. İskender'den sonra, daha eski ırklar oldukları yerde kaldılar, yavaş yavaş sızan kollar varlıklarını sürdürdüler ve bunların meyveleri İskenderiye'de, Anadolu'da, Bergama'da, tüm Doğu'da olgunlaştılar.

Kısacası, tarih öncesinin uzun emeklemelerinden, Neolitiğin ve maden devirlerinin teknik başarılarından sonra, Yunanistan bilimde bize ciddî sonuçların ilk büyük hasadını veriyor; ilk yöntemleri kuruyor; gözlerimizin önünde ışıklı perspektifler açıyor.

Fakat şimdiden, Roma'nın askerî, adlî ve otokratik gölgesi dikelir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
ROMA

I. Teknik

Romalılar iyi mühendistirler, fakat özellikle başkalarının düşüncelerini uygularlar: Etrüsk-ler'in, Yunanlılar'ın ya da Keltler'in. İtalya, güzel ormanlarını çok erken kaybetmiştir; taş, ağacın yerini almıştır. Dünya'nın ilk taş köprüsü, İ.Ö. 600 yılında, Roma'da Priskus tarafından inşa edilmiştir. Köprülerin (pont) inşaatı bir grup din adamına bırakılmıştır; bu nedenle bunlara "pontif" adı verilmiştir. Romalılar taştan, tuğla yapmak için ve bir tür çimento yapmak için yararlanırlar; bu çimento bizimkinden farklıdır. Ayrıca, bunları Romalılar icad etmemişlerdir. Yapıları son derece sağlamdır; bunlar özellikle tapınaklar, hamamlar ve gladyatörlerin hoyrat oyunları için sirklerdir. Piyade askerlerini Akdeniz ülkelerinin fethine göndermek için, Romalılar'ın iyi yollara gereksinimleri vardır; bu yolları iri döşeme taşları ile kaplarlar; çoğu günümüze kadar korunmuşlardır. Fetihler yapıldıkça, başkent aşırı ölçüde büyür; fakat henüz suyu yoktur. Ve Romalılar su kemerlerini inşa ederler; bunların âhenkli silueti günümüzde de Roma kırlarına yansır. İ.Ö. 150 yılına doğru, su değirmeni muhtemelen İllirya'da icad edilmiştir; sonra Roma'ya ithal edilmiştir. İmparatorlukta, su zanaatçıları zamanla su araştırıcıları, kuyu açıcıları, su taşıyıcıları ve da-

ğıtıcıları haline gelmişlerdir (geleceğin sucuları).

Yunanlılar gibi, Romalılar da köleleri çalıştırarak madenleri işletirler. Asturyalar'da, dikine kuyular 100 metreye kadar inerler; bu kuyular zikzaklar halinde kat kat localarla donatılmışlardır; bu localarda köleler dururlar ve sepetleri elden ele geçirirlerdi. Maden zenginliklerinin fethi, Roma tarihinde, özellikle Kartacalılar'la olan savaşlarda büyük rol oynamıştır. Makabeler Kitabı'nda şunlar yazılır (1, 8, 1 ve 3): "Judas Romalılar'ın adını öğrendi ve onlar kuvvetli ve güçlüydüler" "ve İspanya toprağında tüm yaptıkları, altın ve gümüş madenlerini ele geçirmek olmuştur." Kısacası, Romalılar'ın sağlam bir tekniği olmuşsa da, mucid olmaktan çok, fethedici ve yararlanıcı olmuşlardır.

II. Bilim

Romalılar hemen her şeyi Yunanlılar'dan almışlardır. Bilimlere değinen ilk Latin, Roma'nın kuruluşundan yedi yüzyıl sonra ortaya çıkar. Bu, Lucretius'tur (İ.Ö. 98-55). Lucretius, Nesnelerin Doğası adlı hayranlık verici şiirinde, Yunanlı Demokritos ve Epikuros'tan aldığı atomlar teorisini yeniden ele alır. Rastlantıların bağdaşımından yanadır, erekliğe karşıdır. Fakat kendisini hiç izleyen olmamıştır. Virgilius (71-19) dört unsuru tutar: "Silenos, yerin, havanın, denizin ve ateşin temel öğelerinin sonsuz boşlukta nasıl karışmış olduklarını, bu temel karışımdan dünyanın öğelerinin nasıl çıktıklarını ve hattâ saydam gökkubbenin nasıl oluştuğunu, yeryüzünün nasıl katılaşmaya başladığını ve ıslak sınırları içersinde Nereis'i nasıl kapsadığını anlatıyordu." Horatius (65-8) bize, karaların denizlerle kaplanmasının efsanevî zamanlarını anlatır: "... öf-

ke ve harika dolu bu zamanlarda Pyrrha, Proteus'un dağların doruğunda Neptunus'un sürülerini avlıyacağı, güvercinlerin yuva yaptığı karaağaç dallarında balıkları durduracağı ve titreyen alageyikleri karayı örten sularda yüzdüreceği korkusuyla yaşadı." Büyüleyici şiir. Fakat ne de bilim?

İmparator Augustos, Capri'deki villâsında, büyük kemiklerin, dev yaratıkların kalıntılarının ya da kahramanların silâhlarının koleksiyonunu yapar. Aynı şekilde Suatonius (75-160), büyük hayvanların iskeletlerini inceler. Mimar Vitruvius (İ.Ö. 1. yüzyıl) ilk kez, eriyen kar sularının yerin gözeneklerinden süzüldüğünü, dağ yamaçlarının eteklerine eriştiğini ve böylece kaynakları beslediğini belirtir. Ovidius (İ.Ö. 43-M.S. 17), şiirsel *Metamorfozlar*'ında, depremlerde yarıkların açıldığına ve kapandığına işaret eder ve insanların geçtiği ardışık dört devir tasarlar. Sondan bir önceki Bronz Devri'dir. "Sonuncusu Demir Devri olmuştur. O zamandan bu yana, bütün cinayetler bu kötü metal yüzünden aşırı bir hâl almışlardır."

Seneka (İ.Ö. 4-M.S. 65) ilk kez belirtir ki, değerli taşlar nehir çakılları içerisinde yığışmışlardır. Seneka yine ilk kez, yanardağ püskürmelerine bağlı olan depremleri ve onlara bağlı olmayanları ayırdeder. Şöyle yazar: "Yağmur, bir seli meydana getirebilir." Fakat kötü bir rastlantı olarak şunu ekler: "Dolu bir nehrin akmasını sabit tutan yağmur değildir." Açık olarak, süzülme ve yeraltı suyu kavramları onda yoktur. Aristoteles'ten bu yana, gerileme açıkça görülmektedir.

Ve böylece, en büyük Lâtin bilim yazarı olan Yaşlı Plinius (23-79) zamanına varıyoruz. Yaşlı Plinius iyi bir yöneticidir; doğa tarihine tutkuludur ve Vezüv'ün korkunç uyanışını gözlemlerken ölür. Bu

konudaki memuarı saygıya değer. Fakat onun eseri! *Doğa Tarihi*, Yunan yazarlarından, yolcuların öykülerinden ve eleştiri düşüncesi olmayan yeniden üretilmiş anlatılardan bir derlemedir. Leontofonun sidiği aslanı öldürür. Fosil köpek balığı dişleri, ay tutulması sırasında gökten düşmüş olan taşlaşmış dillerdir (glossopetr). Kehribarın dumanı, birinin genç kız olup olmadığını anlamayı sağlamaktadır.

Şurası gerçek ki, Plinius sayesinde, eserleri kaybolmuş olan Yunan yazarlarından bazı kısımlar tanıyoruz. Fakat onun sayısız hataları geniş olarak yayılmış ve zararlı olmuşlardır. Örneğin, Plinius haklı olmayarak düşünür ki, depremler buhar yayıntılarından ya da yeraltı rüzgârlarından dolayı olurlar. Şu acayip öğüdü verir: Büyük anıtların çevresinde derin kuyular açmalı. Rönesansta dahi, Floransa'da Sainte-Marie-des-Fleurs kilisesi çevresinde bu yapılmıştır.

Yaşlı Plinius'un hayatına malolmuş, Halculanum ve Pompei'yi gömmüş olan, Vezüv'ün 79 yılındaki püskürmesi, Genç Plinius (62-113) tarafından, amcasının ölümünü anlattığı ve Tasitus'a gönderdiği içe dokunucu mektupta anlatılmıştır. Bu püskürme aynı zamanda Tacitus (55-120), Martialis (40-104) ve Suetonius tarafından da anlatılmıştır. Oysa, bu dördünden hiçbiri, püskürmenin mümkün nedenleri üzerinde en küçük bir düşünce öne sürmemiştir.

Takibeden yüzyıllarda, sayısız hatalar ve masallar arasında, ancak birkaç kırıntı yaşamını sürdürür ve bunları sürdürenler de Lâtinler değildirler. Yunanlı Ptolemaios, Malaka ve Çin'e kadar varan bir dünya haritası verir. Kuzey Afrikalı Tartullianus (155-220), fosil kavkıları suların eski bir yayılımıyla açıklar. Aynı şekilde Barbar Apuleius (2. yüzyıl), Yunanlı Ksanophanes'a inanıp güvenen

Aziz Hippolytos (3. yüzyıl), Tarragone'lu Orosius, İspanyol ve yarı Barbar öğrencisi Aziz Augustin de böyle düşünür, Yunanlı Eusabios (265-340), Lübnan'daki suda yaşayan fosil hayvanlara işaret eder.

Fakat Thebes'li Olympiodoros sanır ki, fosil kavkılar güncel plajlardan gelmektedirler ve bunlar karaların içlerine rüzgârlarla taşınmışlardır. Aziz Augustin (354-430) öne sürer ki, elmas ancak teke kanında çözülebilmektedir. Bir rönesansın şafağını görebilmek için 7. yüzyılı ve Arapları beklemek gerekecektir.

III. Karşılaştırmalar ve Sonuç

Yunanlılar ne kadar verimli olduysalar, bilimlerde olduğu kadar sanatta ve felsefede Romalılar bize o kadar kısır görünmektedirler. Yunanlıların bilimsel gerilemesi İ.Ö. 2. yüzyılda başlar ve Roma İmparatorluğunun zaferiyle pekişir. Yunan bilimi, Lâtin ülkelerinde, kolej anılarının, klâsiklere saygının, eski taşlara tapınışın, yasal düzen sevgisinin ve sayısız hıristiyan dindarlık atılışlarının birbirine karıştığı elverişli bir önyargının geleneksel zevkini çıkarmaktadırlar.

Fakat madalyonun öbür yüzü var. Devrimsel hiçbir şeyi olmayan maden mühendisi Louis de Launay belirtir ki, Romalılar yerbilimlerinde "kendilerinden hiçbir şey üretmediler"; bunlar "barbarlar" dır, "yalnızca silâhların gücüne ve yalnızca hemen pratik olan sonuçlara düşkündürler." Onların dünyasında kazanç ve eğlence amaç olmuşlardır; mühendislik sanatı biraz gelişmiştir, çünkü para getiriyordu. Fakat arı bilimler tehlikede olmuşlardır. Fazla askerî, adlî ve otoriter bir eğilim, bilimlerin gelişmesi için uygun değildir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ORTAÇAĞ

I. Çin

Batı'dan tamamen ayrı olarak, Çin tek başına evrinir. Çin daha o zaman çok yerleşik bir ülkedir ve özellikle bir tarım ülkesidir. Meraklı oluşları, onları bilimlerden çok tekniğe yönlendirir. Buluşlar çok sayıdadırlar ve önemlidirler. Daha İ.Ö. 200 ya da 210 yılında, Kac Ling tepesi toprağından porselen yaparlar; kaolin sözcüğü buradan gelmiştir. Hıristiyanlık çağına doğru çinko bulunur. İ.S. 105 yılında, Tsai-Lun, yöntemli deneylerden sonra kağıdı bulur. Saklanmış en eski kağıt örneklerinin tarihi İ.S. 150 yılıdır. 83 yılında, Louan-Hang, parlatılmış bir bronz tabla üzerinde dönen manyetitten bir kaşığın kuzeyi gösterdiğini anlatır. Pusula ise 1020 yılına doğru bulunmuştur. 132 yılında, Tohian-Hen, depremleri meydana çıkarmaya yarayan bir aygıt olan seismoskopu ilk olarak yapar.

232'de el arabası yapılır; 605'te havai fişek, 7. ve 10. yüzyıl arasında barut, 969'da mermi patlatma düzeni ortaya konur. 940'ta, Tian Kiac, ağaçtan tasarruf etmek ve böylece ağaçsızlanma tehlikesine çare bulmak ereğiyle, ısıtma için petrol kullanmayı öne sürer. Artezyen kuyuları 1000 yılından önce bilinmektedir. Basım harfleri 1040'ta, kağıt para 1261'de, metal dökümden basım harfleri 1043'te ortaya konur.

II. Doğu ve Arap Dünyası

Aynı çağa doğru, Yunan biliminin mirası ender merkezlerde korunmuştur. Bu miras, şaşırtıcı yer değiştirmeler, çeviriler, hâl ve koşulların zorladığı sıkıntılar ve çeşitli dinlerin karıştığı yerlerdeki sıkıntılar arasından ileriye ulaşır. Hıristiyanlık çağının başlangıcında, büyük merkez İskenderiye kütüphanesidir; bu kütüphane maalesef karanlık bir dinî bağnazlık nöbetinde yakılmıştır. Sonra merkez Bizans'a (İstanbul) geçer. V. yüzyılda, Nasturiler ayrılıkçı olarak Bizans'tan kovuldular; bunlar Suriye'de ve İran'da okullar kuracaklardır. Buralara Yunan elyazmalarını götürürler; bu elyazmaları kası süre sonra Asur diline çevrilir. Daha sonra Araplar'ın yayılması başlar; Araplar Batı Asya'yı fethederler. Charlemagne zamanında Bağdat'ta hüküm süren halife Harun-el-Reşid, sarayına yabancı bilginleri ve saygın kişileri çeker. Harun-el-Reşid ve halefleri, islâmiyet uzmanlarının muhalefetiyle karşılaşırlar; bunlar yalnızca Kur'an'ın incelemesiyle yetinilsin istemektedirler, zira dinî olmayan bilimlere sevginin bozguncu etkisinden kuşkulanmaktadırlar. Din adamları bilimlerin gelişmesini iki tarzda engelleyebilirler: Ya Mısır'da olduğu gibi bilimleri kendi tekellerine alarak, ya da düşmanca ve kuşkuyla davranarak. Bağdat'ta hükümdarlar ve bilginler, din adamlarının itirazlarını aşarlar; el yazmaları Asur dilinden Arapça'ya çevrilir.

Tacik kökenli İbni Sina (980-1037) böylece Yunanlıları inceleme fırsatı bulur. İbni Sina erken gelişmişti; daha on altı yaşında hekimlik icra ediyordu. Aristoteles'in tüm yapıtlarının bir özetini verir. Dağların engebelerinin, suların etkisiyle dolaylı olarak meydana gelebileceğini ilk anlayan odur; su-

lar oyarak çukurları oluştururlar ve böylece çevre arazileri çıkıntılar haline getirirler. Yatay arazi katmanları halinde olan ve zaman zaman meydana gelen sellerle yontulmuş olan Arabistan'daki bazı çöl görünümleri, belli ki ona bunu telkin ediyordu. Aynı kayaç kornişleri, kesiklerin her iki yanında bulunurlar ve hayran olunacak bir tarzda, aşınmış yamaçlar boyunca birbirlerinin devamıdırlar. Kıvrımlarla alt üst olmuş Yunanistan arazisi böylesine uygun konumları göstermiyordu.

İbni Sina, fosilleri plâstik bir kuvvete atfeder; bu bize afyonun uyutucu etkisini düşündürür. Fakat ondan biraz önce, bir başka alanda, Nasturi Hunain İbn İshak (809-873), yakut ve gökyakutun (safir) aynı bir mineralin iki çeşidi olduğunu bulmak onurunu elde etmiştir; renkleri farklı olmakla birlikte, bu iki mineralin kristal şekillerinin çok dikkatli bir gözlemi gerekmektedir. Üç yüzyıl sonra, Muhammat Kazvini, *Doğanın Harikaları*'nda der ki, cevherleri oluşturmuş olan iç buharlardır; bu, birçokları arasında çağdaş bilimin tuttuğu bir hipotezdir. Teknik ilerler. Hindistan'da, Delhi'de, hâlâ günümüzde, 4. yüzyılın bir yazıtını taşıyan 17 ton ağırlığında bir demir direk yükselir. Rüzgâr değirmeni, İran'da, 7. yüzyılda bulunmuştur, fakat Avrupa'da 1105'ten biraz önce tanınacaktır. Çeliğe su verilmesi, 1432 yılında Şam'da bulunmuştur.

Bu arada, İslâmiyet bağlantılarını yaygınlaştırır. 9. ve 10. yüzyıldan itibaren, Volga pazarları Araplara fosil fildişleri gönderir; bunlar muhtemelen Sibirya Mamutları'nın dişleridir. 1000 yılına doğru, İranlı Elbiruni (973-1048), minerallerin yoğunluğunu ölçmek için ustalıklı bir aygıt olan piknometreyi bulur. Geri kalan Arap bilginleri özellik-

le yorumcudurlar; ayrıca iyi düşünen bilginlerdir. Onlar sayesinde, Yunan biliminin mirası Batı'ya, fethettikleri ülkelere, Afrika'ya sonra İspanya'ya götürülmüştür.

III. 5. Yüzyıldan 10. Yüzyıla Batı

Bu süre içerisinde, Avrupa'da, teknikler ve bilimler sorunu en basit anlamına indirgenmiştir. Schamnitz'de (Macaristan), 745 yılında, ilk metalik madenlerin yeniden açılışı ve 1000 yılından az önce sabanın bulunuşu ayrı tutulursa, bu tamamen doğrudur. Sabanın bulunuşu toprağı en iyi şekilde sürmeyi sağlayacak ve nüfusun artmasına yardım edecektir. Bilimlerde, Lâtin olan Sevilla'lı Isidore'un (570-636) yapıtları vardır; fakat bunlar yalnızca derlemedir. Ve hepsi bu.

Bu gerilemenin nedenleri nelerdir? İletişim güçtü; kültürlü insanlar enderdi; Batı Avrupa'da nüfusun baskısı düşmüştü. Bazıları da barbarları suçlar; bazıları ise Batı Hıristiyan kilisesini. Fakat gerçek sorumlular Romalılar ve onların anlayışsızlıklarıdır. Tarihler konuşur: Bilimsel gerileme onlarla başlamıştır, barbarlardan beş yüzyıl önce, İsa'dan iki yüzyıl önce. Hıristiyan kilisesine gelince, kurucusu ona başka bir görev vermişti: "Benim krallığım bu dünyada değildir." Gerçektir ki, Batı Kilisesi'nin gücü çok genişti; bunu çok tanrılı pentiflerden miras alıyordu, fakat ancak Romalılar'dan aldığını, yani pek az şeyi ileriye ulaştırabilmiştir. Başarıları arasında belirtmek gerekir ki, manastırları, yer tekniklerinin incelemesi ve iyileştirilmesi için ender sığınaklardan biri olmuştur.

IV. 10. Yüzyıldan 15. Yüzyıla Batı

Yunan eserleri, Araplar sayesinde, Doğu'dan İspanya'ya geçmiştir. Ünlü Cordoba ekolünde, Avarroas (1126-1198) ders verir. Yunan elyazmaları, Yahudi bilginler tarafından Arapça'dan İbranice'ye çevrilmişlerdir. Talade arşöveki Raymond, bunları İbranice'den Lâtince'ye çevirir. Ve böylece Aristotales, nihayet 1150 yılına doğru Fransa'da tanınır. Aynı çağda, tüm Avrupa'da teknik ilerler, nüfus da artar; bir yenilenme başlar; ilk üniversiteler kurulur. Paris Üniversitesi 1200 yılında kurulur. 1215 yılında, Papalık valisi, bozguncu olarak gördüğü için, Aristoteles'in doğa bilimleri, fizik ve metafiziğinin öğretilmesini yasaklar. Fakat aynı yüzyılın ortalarında, metropolit Albert le Grand ve Aquin'li Aziz Thomas tarafından, Aristoteles'in aynı felsefesi kabul edilmiştir ve bu felsefe Hıristiyan düşüncenin temellerinden biri olur. Tepki öyle uzağa gider ki, Aristoteles'e zıt olan her şey Kilise'ye şüpheli gelir. 16. ve 17. yüzyılda, bilim adamları Aristoteles'in otoritesine karşı mücadele edeceklerdir.

Albert le Grand (1193-1280) Paris'te öğretim yapar; adı sonradan Maubert olmuştur: "Maître Albert-Albert hoca". Paris kalkerlerinin fosillerini gözlemler ve bunlar için doğru açıklamayı bulur: Bunlar bugün kaybolmuş olan denizlerde yaşadılar. Dağlar, dar ayrıca, okyanusal çukurların kenarında ortaya çıkarlar; bu nedenle bunların kayaçları denizel fosiller kapsarlar. Yunanlılar'dan beri ve kısmen Araplar sayesinde kimya ve fizik ilerlemiştir. Albert le Grand buharlaşmayı iyi kavrar: Güneşin sıcaklığı kaynakları kurutabilir; ayrıca damarların dolması, gaz haline geçmiş maddelerin yükselmesine bağlıdır. Bugün biliyoruz ki, bazı durumlarda bu böyledir.

Atılım verilmiştir. Fakat beş yüzyıldan fazla bir zaman, 1250'den 1750'ye ve daha sonrasına kadar, Yunanlılar tarafından bilinen fakat o zamandan beri unutulmuş olan ya da Kutsal Kitap adına kuşkulanılmış olan çok sayıda temel kavramı yeniden bulmak ya da yeniden kurmak için, sonu gelmeyen tartışmalarla yetenekli insanlar çok büyük çabalar harcayacaklardır. Örneğin Feelésiaste kitabında şöyle denmiştir (I-7): "Bütün Nehirler denize dökülecekler dir; bununla birlikte deniz bunlarla dolmaz: Nehirler nereden geldilerse, oraya dönerler." İyi bir mantıkla, burada ilginç bir belirti görülüyor ki ve 20. yüzyılda görülmektedir ki, İbraniler düşünen iyi gözlemcilerdi ve suyun çevrimi problemini ilginç bir biçimde ortaya koymasını bilmişlerdi. Fakat Ortaçağ'da durum yanlış anlaşılır: nehirler nereden geldilerse oraya dönerler; dolayısiyle yukarı akarlar. Bunun havada olamıyacağı açık olduğu üzere, İtalyan Arazzo'lu Ristoro, 13. yüzyılda, denizden dağlara kadar yükselen ve buradan kaynakları besleyen yeraltı akıntıları tasarlar.

Fakat cansıkıcı olan özellikle fosillerdir. Kutsal Kitap, Oluşum kitabında der ki, Tanrı önce karayı yarattı ve sonra yalnızca hayvanları yarattı. O zamandan beri, hayvan kalıntıları yerin içerisinde nasıl bulunabiliyor? Birçok yazar, dine bağlı kalmak için fosilleri, doğanın oyunu, rastlantısal şeyler olarak görmeyi ya da gizemli plâstik veya taşlaştırıcı bir kuvvete bağlamayı tercih ederler. Bununla birlikte, Arazzo'lu Ristoro, dürüstçe, çok bulandırıcı gözlemler getirir: "Çok yüksek bir dağın doruğuna kadar kazarak, bu balıkların çok miktarda kemiklerini bulduk; bunlara salyangoz diyoruz, aynı zamanda kavkı diyoruz. Bu kavkılar, ressamların boyalarını muhafaza etmek için kullandıklarına tıpkı

benzemektedir. Bu yarda, aynı zamanda, bir nehir tarafından çökeltilmişler gibi, önemli miktarda kum ve irili ufaklı yuvarlak çakıllar bulunmaktaydı." Suyun etkisi ve kavkılar burada iyi işaret edilmiştir ve bunlar açık olarak dağın oluşumundan öncedirler. "Oluşum" yanlış mıydı? Hayır, Ristoro bir açıklama bulur: Tufan. Hıristiyan inancın yerbilimleriyle bu uzlaşması büyük bir başarı elde eder; zira bu uzlaşma inananları yatıştırır ve diğerlerine bir özür, bir tür kalkan sunar. Bunu kabul ederek güvenceler verirler; onları artık nispeten rahat bırakırlar. Dolayısiyle, her çağın bilginleri, dinî ya da felsefî olsun, aşırı baskı nedeniyle öğretileri tartmalıdırlar.

16. yüzyılda, diğer bazı yazarlar bazı şeyleri önceden sezerler. Paris Üniversitesi rektörü, metropolit Albert de Saxe, engebeleri aşındıran erozyonun ve bunları yükselten zemin hareketlerinin karşıtlığına işaret eder. Çok Marksist bir kavram.

Batı'da Ortaçağ'ın ikinci yarısı, bilimde olduğu kadar teknikte de bir yenilenme başlangıcı yaşar. Avrupa'nın ilk artezyen kuyusu, 1126'da, Pas-de-Calais'de Lillers'de açılır. Hartz'ın (Almanya) metalik madenleri, Geslar'da 970 yılında işletilmeye başlar. Saxe'ın madenleri 1170 yılında Fraiberg'da işletilmeye konur. Fraibarg hızla kentleşir; günümüze kadar Batı ve Orta Avrupa'nın büyük maden etüd merkezi olarak kalır. Geleceğin büyük endüstri damarı olan taşkömüründen İngiltere'de 853 yılında yararlanılmış ve 1133 yılında Newcastle yakınında işletilmiştir; ilk maden 1224 yılına doğru Liège'de açılmıştır. İlk deniz haritaları 1270 yılına aittir. Vinç, 1330'da Lunebourg'da ortaya çıkar; seyyar basım harfleri 1381'de Limoges'da. Tarak dubası 1435'te Middelbourg'ta bulunur ve deniz diplerinin

jeolojik incelemesi için yararlanılır. Aynı tarihe doğru, Flandra'da, manyetik sapma ya da coğrafî kuzeyle mıknatıs iğnesinin yönü arasındaki sapma anlaşılır. Christophe Colomb keşfedecektir ki, bu sapma bir yerden diğerine değişmektedir. 1476'da, Louis de Berquen, elması ilk yontan kimse olur. Nihayet, Çin'in dört yüz yıldan fazla bir zamandır bildiği basımcılık, 1423 yılında Hollanda'da Costar tarafından yeniden keşfedilir. Basımcılık, daha sonraki yüzyıllarda, düşünce yayılımının en etkili aygıtlarından biri olacaktır.

BEŞİNCİ BÖLÜM
16. YÜZYIL

Bilimsel ve teknik gelişmeler, bundan böyle ve üç yüzyıldan fazla bir süre, özellikle Batı Avrupa'da yoğunlaşmıştır. 16. yüzyıl bir geçiş çağıdır. Doğa Bilimleri yöntemlerini bulacaktır ve öncelikle büyüsel zihniyetten, Aristoteles'in otoritesinden ve Kutsal Kitabın sadık yorumundan gelen önyargılı düşüncelerden kurtulacaktır.

I. Teknik

Madenler yaygınlaşır; Bohemya madenleri 1520'de açılır. Daha o zaman bunların zararlarından yakınılır. Niavis imzasını atan Leipzig'li bir profesör, 1490 ve 1495 yılları arasında bize koparılmış ve ateşe atılmış bağları, yağmalanmış tarlaları, aygıtların sağır edici gürültülerini, kurumuş kaynakları, yakıp yıkılmış ormanları anlatılır. Buna madencinin, çağdaş bir plânlamasının kabul etmeyeceği bir programla verdiği yanıt şu olur: Her bölge doğal eğilimine göre geliştirilecek ve diğerlerine onlarda eksik olanları verecektir; biri buğday, diğeri şarap, bir üçüncüsü madenleri.

Gümüşün alaşımı 1557'de bulunur ve İspanya'da Almaden civa madenlerine yeniden faaliyet sağlar. Grafitli kurşun kalemi, İngiltere'de 1565'de bulunur. Avrupa'ya Çin'den gelen barut, yüzyılın sonunda, madenlerde parçalamaya uygulanır. Haritacılık iler-

ler. Mercator (1512-1594), denizciliği kolaylaştıran bir projeksiyon sistemi tasarlar. Mikroskop, 1590'da Zacharias tarafından bulunur; mikroskop bir süre sonra küçük fosillerin ve daha sonra kayaçların incelemesinin ilerlemesine yardımcı olacaktır.

II. Genel Jeoloji

16. yüzyılın şafağında, Leonardo da Vinci, Dünya'ya daha gelmemiş en mükemmel dâhilerden biriydi. *La Gioconda*'nın yaratıcısı, aynı zamanda heykeltraş, anatomist ve mühendisti. Gemi kanallarını kavrar ve yapar. Belirtir ki, akarsular yatakların tuzunu yıkar ve bunu denize taşır; denizin tuzluluğu buradan kaynaklanır. Sonra bir lâgünü tecrit eden bir yükselme gelir; denizin suyu buharlaşır ve geriye yeni bir tuz yatağı kalır; başlangıç noktasına dönülmüştür. Bu, jeoloji tarihinde, bir jeokimyasal çevrimin ilk betimidir.

Vinci, dağlar üzerine de aynı düşünceye sahiptir. Erozyon dağların yükünü azaltır, dolayısiyle denge bozulur ve yeniden yükselme olur. Bu, ana çizgileriyle günümüzde yeniden ortaya konan ve isostazinin bakış açılarından biri olan bir mekanizmadır. Vinci, ilk olarak, bir jeolojik kesitin çizimini yapar; eğik katmanlı bir tepenin kesitini. Çok iyi gösterir ki, evrensel bir tufan hipotezi, fosillerin dağılımını açıklamaya yeterli değildir. Dağlarda bulunan kıyı kavkılarının hepsine aynı seviyede rastlanılmalıdır. Oysa durum böyle değildir. Öte yandan, kırk günlük tufanın kapladığı küçük mekânda, bu kavkıların çoğunun, bu kadar büyük mesafelere dağılmaya zamanı olmamış olmalıdır. Vinci, aynı zamanda, jeolojik geçmişin büyük süresi hakkında fikri olan ilk kimsedir.

Vinci'nin çok açık yöntem ilkeleri vardı; bunları bize sergiler: "Bilimsel bir problemi irdelerken, birçok deneyimi ortaya koymakla başlarım, zira niyetim problemi deneyle uyumlu olarak tanımlamaktır ve sonra cisimler bulundukları davranışa neden itilmişlerdir, göstermektir. Bu, doğa olaylarıyla ilgili tüm araştırmalarda izlenmesi gereken yöntemdir." Yunanlılar da bunu söylememişlerdi. Vinci devam eder: "Kapsadığı genel kuralı çıkarıncaya kadar, hâl ve koşulların çeşidine göre deneye başvurmalıyız. Neden bu kurallar iyidirler? Çünkü bunlar bizi doğada ve sanat yaratılarında yeni buluşlara götürür." Bilginin ve araştırmacının tüm coşkusu bu harekettedir. Maalesef, Vinci'nin kısaltmalarla dolu elyazmaları, 19. yüzyıla kadar basılmadan kalmıştır; onun zamanında ise bunlar bilinmiyordu bile ve o zaman hemen hemen hiçbir etkisi olmamıştı.

Aynı çağa doğru, Vinci'nin yurttaşı Alessandre (1460-1523), Calabria dağlarının kavkılarını açıklamak için, gerek deniz dibinin yerel bir yüklemesini (bunun özgün hiçbir yanı yoktur), gerekse Yer'in dönme ekseninin değiştiğini tasarlar; Yer'in dönme ekseninin değişmesi, dolayısiyle onun şeklinin değişmesine neden olur. Bu, günümüze kadar sık sık ele alınacak olan bir hipotezdir; bu mümkündür, kanıtlanmamıştır fakat uydurma da değildir.

Almanya'da, Agricola adını kullanan Caorg Bauer (1494-1555), önce edebiyat öğrencisi olmuştur, sonra tıp öğrencisi, ta ki Saxe madenleriyle ilgilenince kadar. Başlıca eserleri şunlardır: *Da natura fossilium* (1530) ve *De re metallica* (1546); bu ikincisi şekiller kapsar. Minerallerin ilk düzenli betimini ona borçluyuz: Sertlik, kırık, renk, parlaklık, yoğunluk, saydamlık, şekil, çözünürlük, erirlik. Agricola düşünür ki, damarlar (filonlar), dağların

oluşumuna eşlik eden yer hareketleriyle açılmış yarıklardır; bunlar daha sonra yükselen, yanal hareket eden ya da aşağıya inen çözeltiler tarafından minerallerle doldurulmuşlardır. Bu, en azından bazı damarlar için, günümüzde de tutulan bir hipotezdir.

Fransa'da, Bernard Palissy (1510-1589) kendini bize şöyle tanıtır: "Ne Yunan'ım, ne İbrani, ne şair, ne de tecrisyen, yetersiz bir edebiyat öğrenimi görmüş basit bir zanaatçıyım." Ateşli, inanmış, rüzgârlara ve gelgitlere karşı gözlemler yapar, seyahat eder, deneyler yapar. "Pratiğin" "teoriğe" olan üstünlüğünü, deneyin yalnızca fikirlere olan üstünlüğünü açıkça beyan eder. Daha az hıristiyan olanlar ve daha sonra Marksistler gibi, el emeğini akla bağlamak ister. İnatla çalışarak çanak çömlek sırlarını bulur. Ardışık arazi katmanlarını gözlemler; Saintange ve Rhin bölgesinin güzel fosillerine merak sardırır. İlk olarak, şekillerinden çıkararak, bütün fosillerin denizel hayvan kalıntıları olmadığını belirtir. Bazıları tatlı sularda yaşamışlardır, bazıları ise salyangozlar gibi karada yaşamışlardır. Böylece, karalar ve denizler arasındaki sınırlar boyunca, geçmişin peyzajlarının yolunu açar. Fakat bunun öneminin anlaşılması için iki yüzyıl geçecektir ve üç kez aynı buluş yeniden yapılacaktır.

Kuyu açmalar için, Palissy, "ihtiyaca göre uzatılabilen, ağaçtan bir kulp ya da sapla teçhiz edilmiş bir oluklu burguyu" bulur. 1580'de, *Dissours Admirable des Eaux at Fontaines*'ni (Suların ve Çeşmelerin Hayran Olunacak Söylevi) yayınlar. 1575 ile 1584 yılları arasında, Paris'te serbest bir ders olan ilk jeoloji derslerini verir. Fakat Polissy, Kalvin mezhebinden Protestandır. Onu Bastille'a kapatırlar ve orada ölür.

Araştırma ruhu canlı kalır. 1571'de, Danimarkalı Peder Sorensen'in sesi gürler: "Haydi, çocuklar... yakın kitaplarınızı... dağlara tırmanın, vadileri, çölleri, deniz kıyılarını ve Yer'in en derin kıvrımlarını araştırın; hayvanlar arasındaki benzemezlikleri, bitkiler arasındaki benzemezlikleri, minerallerin çeşitlerini, varolan her şeyin özelliklerini ve kökenini saptayın."

Galler ülkesinde, C. Owen, taşkömürü katmanlarının doğrultusunun yayılımını gözlemler ve Owen, aynı dizilerin aynı sıra içerisinde, düzenli olarak, büyük yüzeyler üzerinde ardıştığını ilk bulgulayandır; bu, stratigrafinin temeli olmuştur. Owen'in 1595'te yazdığı *Pambrokeshire'ın Tarihi*, ancak 1799'da yayınlanır ve bulgu da, önemi anlaşılıncaya dek iki kez yapılacaktır.

III. Hidrojeoloji

Leonardo da Vinci ilk olarak belirtir ki, iki geçirimsiz katman arasında bir geçirimli katmanın varoluşu, yeraltı sularının bulunuşuna uygun olur. Agricola, duruma göre, yeraltı sularına birçok köken verir: Daha önce Aristoteles tarafından bilinen yağmur ve suyun yer içerisinde birikmesi, ayrıca akarsulardan suyun sızması (alüvyal düzlük napları) ve denizden suyun sızması (belki de, kıyılarda tuzlu su veren kuyular hakkında bilgisi vardı). Palissy de Agricola gibi, kaynak sularının başlıca kökenini yağmurda görür. Bunların yanında, Eskilerden kalma ya da Kutsal Kitap'tan alınma ne kadar yanılgılı ve sözlü hipotezler vardır!

IV. Paleontoloji

Aynı tür açıklama maalesef fosiller için yapılır; yazarların çoğunluğu fosilleri doğanın oyunu ya da tufanın belirtileri olarak görür. 1574'te, *Vatikan'ın Koleksiyonları Kataloğu*'nda, Mercati, glossopetr ve güncel köpek balığı dişleri şekillerini, aralarındaki benzerliği göstermek için yan yana yayınlar, fakat yorum yapmaz. Bununla birlikte Leonardo da Vinci şu sonucu çıkarır: Fosiller, "Fosil" sözcüğü Agricola'nındır, Vinci tanıtmıştır. Balamnit sözcüğü de Agricola'nındır ve şekillerle birlikte ilk jeoloji irdelemesi (traité de géologia) ona aittir. 1561'de, Valarius Cordus, ilk fosil derlemesini yayınlar. Conrad Casner (1516-1565), ilk Avrupa fosil koleksiyonu kataloğunu yayınlar. Doğabilimci olduğu kadar, kötü bir tüccar olan Casner, 7 dil biliyordu ve 72 kitap yazmıştı. Geç yatıyordu ve sabah erken kalkıyordu. 1565'te vebaya uğradığında, kitaplarının arasında ölmek ister.

ALTINCI BÖLÜM
17. YÜZYIL

Hemen hemen tüm bilimsel gelişmeler, Batı Avrupa'da yoğunlaşmıştır. İlk Amerikan üniversitesi olan Harvard, 1636'da kurulmuştur.

I. Çerçeveve Genel Yönelim

Matematikte çok büyük gelişmeler olur. 1614'te, Fransız kökenli olan İskoçyalı Napier (1550-1617), logaritmayı bulur; 1641'de, ilk hesap makinasını Pascal'a (1623-1662) borçluyuz; 1654, olasılıklar hesabının başlangıcıdır (Fermat ve Pascal). Bunlar üç temelli araçtır, fakat jeoloji pratiğine ancak üç yüzyıl sonra gireceklerdir. Fizikte, Torricelli (1608-1647) tarafından 1644'te barometre bulunur; Pascal tarafındansa atmosfer basıncı ortaya konur; atmosfer basıncının ölçülmesi, günümüzde de yükseltileri saptamaya yarar. Evrensel çekim, 1665'te Newton (1643-1727) tarafından bulunur. 17. yüzyıl, kuşkusuz, fizikte bir devrime damgasını vurur.

Matematik ve fizik Yeryuvarı'na uygulanır. 1671'de, Snellius lâkaplı Hollandalı Snell (1591-1626), tüm modern jeodezinin temeli olan nirengiyi bulur. 1679'da, Fransız Richer (1630-1696), Paris ve Cayenne'de yaptığı ölçümlerle saptar ki, yerçekiminin şiddeti yerlere göre değişmektedir; bu, 20. yüzyılın büyük ölçüde prospeksiyona uygulayacağı bir yöntemin öncü belirtisidir. Madenlerde atlar, su tüketimi için pom-

paları çalıştırmaya artık yetmemektedir; bunların yerinin buharla doldurulması çalışmaları yapılır, fakat başarısızlığa uğranılır. 1690'da, yurttaşlıktan çıkarılmış Kalvin olan Denis Papin, ilk olarak Weser üzerinde buharlı gemiyi yüzdürmeyi başarır.

İlk olarak biri, bilim tarihinin anlamının ve bunun insanların yaşamında oynayabileceği rolün bilincine varır. Bu bir bilgin değildir. İngiltere lordşansölyesi Francis Bacon'dır (1561-1626); başlıca eseri *Novum organum*'dur (1620). Çok açık düşünceli olarak, gözlem ve deneyi vaz'eder; çok iyi bilgi edinilmesini ister, olayların vukuunun daha iyi ortaya konmasını, bunların oluş sıklıklarının değerlendirilmesini ister. Dolayısiyle, Bacon bize çok çağdaş görünmektedir. Yine der ki, itaat edilerek doğaya ancak hükmedilebilir. Kuşkusuz, varlık-yokluk tablolarını öne sürdüğünde bundan az esinlenmiştir. Onda uygulama, meslek yoktu ve dolayısiyle bu tablolar hiç kullanılmamıştır; fakat diğer şeyler için onun rolü çok yararlı olmuştur. 17. yüzyılda da Fransa'da oldukça etkili olmuştur.

Gözlem ve deneyi salık vererek, Bacon, Aristoteles otoritesi bilimlerini aşmaya katkıda bulunuyordu. Descartes (1596-1650) da akla başvurmayı öğütleyerek buna katkıda bulunmuştur.

Yöntem Üzerine Söylev'de (1613), verimli olarak tüm bilimsel araştırmalara uygulanan dört kural sıralar:

1- Gerçek için açık olanı ele almak;

2- Olanak ölçüsünde güçlükleri bölmek;

3- Önce en basit ve en kolay olanı açıklamak, sonra en zor ve karmaşık olanı;

4- Hepsinin tüm sayımını yapmak. Örneğin, bir kısım mineralleri (des minéraux) incelemek, tüm mineralleri (les minéraux) incelemekten farksız de-

ğildir. Bu kısmi sayım ve tüm sayımın karşıtlığı, Fransızca'da "article partitif" ve "article défini" ile ifade edilir; dolayısiyle Descartes'ın ortaya koyduğu şeyler, Fransızca'nın, giderek Fransız zihniyetinin derin yönelimi içerisinde kökleşir. Descartes ve çağdaşları, fizik ve matematikte öne sürdükleri şeylerde yenilikler yaparlar. Matematikleştirme, fizik için 17. yüzyılın başlıca özeliklerinden biridir; matematikleşme jeolojide ancak iki-üç yüzyıl sonra başlayacaktır.

Astronomideki gelişmeler sayesinde, Evren kavramı genişler. Descartes 1630'da öne sürer ki "Yer ve gökler aynı maddeden oluşmuşlardır". Fontenelle (1657-1757) ise 1686'da, *Dünyaların Çokluğu Üzerine Söyleşi* adlı eserini yazar. Katolik kilisesi, yeni öğretiler ve Kutsal Kitap arasında bir karşıtlık görür. Copernic'in yapıtı 1616'da ortaya konmuştur, fakat ancak 1835'te ele alınacaktır. Galile Roma'da 1616'da ve 1633'te mahkûm edilmiştir ve zorunlu ikamet ettirilmiştir. Buna karşın, P. Mersenne gibi açık görüşlü onca kilise adamı bilginleri tutarlar ve onların öğretilerini paylaşırlar.

Bilimler yayılır. O zamana değin, bilimleri irdeleyen yazılar Lâtince yazılırdı. Bacon, Descartes, Galile yapıtlarının bir kısmını ana dillerinde yazarlar ve Lâtince yavaş yavaş terkedilir. Dolayısiyle yazarlar yurttaşları tarafından daha iyi anlaşılırlar. Fakat bir başka sakınca, bir ülkeden diğerine gittikçe anlaşılamaz olmalarıdır. Bu engel, 20. yüzyılda son derece önem kazanmıştır.

1665'te Colbert tarafından teşvik edilen Denis de Sallo, Paris'te, ilk bilimsel periyodik olan *Journal des Savants*'ı yayınlar; bunu üç ay sonra Londra'da *Philosophical Transactions* izler; bu periyodik bugün anladığımız gibi felsefi değil, bilimseldir.

Nihayet, sayıları gittikçe artan bilginler, ku-

rumlarda bir araya gelmeyi araştırırlar. İlk bilimler akademisi olan Lincei Bilimler Akademisi, Roma'da 1603'te kurulur; 1662-1663'te Londra'da *Royal Society*, 1666-1668'de Paris'te *Académie des Sciences* kurulur. 1663'te, *Royal Society*'nin statüler projelerinde amacının şu olduğu yazılıdır: "Doğanın nesnelerinin tanınmasını geliştirmek ve deneyimle yararlı sanatları iyileştirmek" ve ayrıca "her şeyin nedenini akılcı olarak anlamak". Deney, akıl: Bacon ve Descartes üstün gelirler.

II. Mineraloji

Değerli Taşların İrdelemesi adlı kitabında (1609), Boodt (1550-1632), bunların tedavi edici özellikleri üzerine mutad anlatılarını yineler. Bununla birlikte ilk sertlik cetvelini önermek onuru onundur: Sert yerey, yumuşak taş, eğe ile, zımpara ile, elmas ile çizilebilen taşlar. Fakat Boodt bunları uygulamaz. Stenon (1636-1686) hekimdir ve Danimarkalı'dır. Başlıca yapıtının adı şöyledir: *Katının İçinde Doğal Olarak Bulunan Katı Üzerine* (1669); ilk verdiği izlenimden daha az şaşırtıcı bir ad; zira diğer kristaller arasında kristallenmeler sözkonusudur. Kuvars konusunda Stenon şöyle yazar: "Yüzeylerin uzunluğu ve sayısı değişebilir, fakat açılar sabit kalırlar." Kristalografinin ilk temel yasası budur. Fakat o çağda, kimse bunun üzerinde durmaz. Daha kötüsü, Fransızca'ya çeviren bu cümleyi almaz. Bir çeviri makinesi daha iyisini yapardı. Kepler de, bu kez kar kristalleri üzerinde açıların sabitliğinden sözeder. Fakat kimse bu iki gözlemle ilgilenmez; bulgunun yeniden yapılması, bu kez anlaşılması ve modern kristalografinin kurulması için 175 yıl beklemek gerekecektir.

1669'da, Danimarkalı Bartholin (1616-1680) İslanda spatı üzerinde çift kırılmayı bulur: Kristal içerisinde her nesne iki kez görülür. Şaşkınlık içerisinde ikinci bir kristali kapar: Aynı gözlem. Bir üçüncüsünü kapar, fakat aceleyle onu kırar. Bulgu olayının can alıcı noktasını bize göstermesi yönünden öykü ilginçtir. İlk kristalin gözleminden sonra iki açıklama olanaklıdır. Ya bu kristale özgü bir acayiplik, bir istisnaî konum sözkonusudur, ya da aksine bu özellik geneldir. İkinci kristalden sonra, genel bir özellik için olasılık çok daha büyüktür (piyangoda büyük ikramiye art arda iki kez çekilemez). Bartholin coşkulanır, fakat beceremez.

1690'da, Hollandalı Huygens (1629-1695), kuvars üzerinde çift kırılmayı gözlemler. Kalsitin optik özelliklerini açıklamak için, onun istif olmuş küçük cisimlerden meydana geldiğini tasarlar; bu cisimlerin merkezleri düzenli bir ağ oluştururlar. Fakat o çağda bunun üzerinde durulmaz ve Huygens'in denemesi yarınsız kalır.

Önce eczacılıkta uygulanmış olan *mineraloji* sözcüğü, 1696'da, Robert Boyle tarafından daha genel olan güncel anlamında ilk kez kullanılmıştır.

III. Genel Jeoloji

1635'te, manyetizma ölçümleri oldukça belirginleşmiş ve İngiliz Gellibrand (1597-1636), manyetik sapmanın zamanla değiştiğini saptamıştır. 1664'te Alman cizvit papazı Kircher ilk kez belirtir ki, yerin içerisinde derine inildikçe ısı artmaktadır. Kircher şunu da yazar: "Ne içte, ne dışta, Yer başlangıçta bulunduğu durumda kalmamıştır." *Jeoloji* sözcüğü, *Geologie Norvegica* başlığı altında ilk kez onun duyusuyla ortaya çıkar.

Stenon da mineralojide ve ayrıca jeolojide öncüdür. Apennin'lerde Toscana'da çalışmıştır. Gösterir ki, yereyler ardışık katmanlar halinde bulunurlar ve en derinde olanlar en eskidirler. Böylece, geleceğin kronolojilerinin temelini, *stratigrafi*'nin ilk ilkesini ortaya koyar. Birincil ve ikincil kayaçları ayırdeder. Ayrıca tektoniği ya da başka deyişle zeminin deformasyonlarının incelemesini kurar. Başlangıçta, katmanlar yatay olarak ya da yataya yakın çökelirler. Eğer bugün, Apennin'lerde olduğu gibi, bunlardan bazılarını eğimli olarak görüyorsak, bu durum da bunların deforme olmuş olmalarından dolayıdır. Bazı kez, eğimli katmanlar üst kısımlarından yontulmuşlar ve yatay katmanlarla örtülmüşlerdir; bu durum bu altüst oluşa yaş verilebilir. Bu altüst oluş, birincilerin çökelmesinden sonra, ikincilerin çökelmesinden önce meydana gelmiştir. Stenon böylece, Toscana'da ardışık altı periyod ayırdeder; ilk kez peyzajların tarihini verir. Ayrıca kabul eder ki, derindeki yayıntılardan gelen damarların kapsamı, çevre katmanlardan daha gençtir. Daima "fosilin geldiği yerin tabiatını" araştırır; bu tamamen çağdaş bir uğraştır. Stenon mütevazı bir insandı. Paris'e bir konferans vermeye davet edildiğinde, şöyle başlar: "Baylar, beynin anatomisini okşayan, merakınızı hoşnut etmeyi va'detmek yerine, size burada içten ve açık bir itirafta bulunuyorum: hiçbir şey bilmiyorum." Stenon aynı zamanda inancı olan bir kimseydi. Katoliklikten ayrılır ve bu nedenle Kopenhag Üniversitesi'nden uzaklaştırılır. 1675'te papaz olur ve tüm varlığını yoksullara vermiş olarak, sefalet içerisinde ölür. Yapıtlarının değeri bilinmemiştir ve ancak 19. yüzyılda bunların derinliği anlaşılabilmiştir.

O'ndan sonra, çok güzel gözlemleri İngiliz Lis-

ter'a (1638-1711) borçluyuz. Lister, ilk olarak, 1678'de yazar ki, aynı bir katman bazı kez büyük mesafeler üzerinde yayılır. Örneğin tebeşirtaşı (craie) Manş'ın her iki yanında yeralır. Yine ilk olarak yazar ki, bazı fosiller bugün yokolmuş türlere aittirler. Bugün bu bize çok açık görünmektedir. Fakat o zaman, yokolduğu sanılan hayvanların ve bitkilerin canlı olarak bulunabileceği egzotik bölgeler bilinmiyordu. Üstelik, yokolmuş türleri gözönüne almak, yaratılışın başarısızlığını kabullenmek ve Kutsal Kitap'a sıkı sıkıya bağlı olanların yıldırımlarını çekmek olurdu. Evet, gerçekten Lister cüretliydi.

Özellikle mikroskopta gözlemleriyle tanınan, onun yurttaşı Robert Hocke (1635-1703), Büyük Britanya'nın fosilleri arasında, günümüz tropiklerininkine benzeyen kalkanlı kaplumbağaların varlığına 1688'de dikkati çekti; bundan iklimlerin değişmiş olduğu sonucunu çıkardı. 1705'te yayınlanan bu gözlem, paleoklimatolojinin yolunu açar. Aynı çağa doğru, Billing, Sibirya'da Lena ve İndigha ırmaklarının denize döküldüğü yerde, soğuk iklim sayesinde korunan, kum katmanları arasında tuhaf buz katmanları ara katkısına işaret eder; böylece donmuş toprakların incelemesine ya da kryopedoloji'ye giriş yapar. Kryopedoloji, kutup topraklarının değerlendirmeye konulması nedeniyle, 20. yüzyılda büyük önem kazanacaktır.

Yüzyılın sonuna doğru, Jeodezi ölçümlerindeki belirginlik yeterli bir düzeye ulaşır, öyle ki Newton 1687'de Yer'in yassılığını hesaplayabilir. Newton bundan, katılaşmadan önce Yeryuvarı'nın belli bir akışkanlığı olduğu ya da en azından deformasyona istidadı olduğu sonucunu çıkarır. Fakat sekiz yıl sonra, Woodward (1665-1722), dinî düşüncelerle

(daima Kutsal Kitap) varsayar ki, tufan sırasında tüm yeryuvarı toz haline gelmiş ve çözünmüştür. Bununla birlikte, Woodward iyi bir gözlemcidir; koleksiyonu ve *Not Defterleri* Cambridge'te saklanmıştır; bunlar onun katmanların üst üste dizilişi (Superposition) hakkındaki derin bilgisini göstermektedir. Fakat vardığı sonuçları yayınlamaz; bunlar ölü yazılar olarak kalır. Onun yurttaşı John Ray (1627-1705), akarsu ve deniz erozyonunun iyi bir incelemesini verir. Kötümser olarak şu sonuca varır ki, sistemimiz nihaî bir çözünmeye doğru gitmektedir.

Yüzyıl, filozof ve matematikçi Leibniz'in (1646-1716) eskiyi anımsatan başlıklı bir senteziyle tamamlanır: *Protogaea* (İlkel Yer) (1693). Leibniz, gezegenin mümkün başlangıcını yeniden tasarlamayı dener ve şu sonucu çıkarır: "İlkel kütlelere bir çifte köken verilebilir; biri ergimiş haldeki maddelerin soğuması, diğeri sulu çözelti içerisinde bulunan katı parçacıkların koyulaşması." Sonra aynı etkinlikler tekrarlanacak, yeni kayaçları meydana getirecektir; bir yandan volkanik kor kayaçlar, öte yandan kimyasal tortul kayaçlar. Leibniz doğruyu görmüştü. O, felsefeyi yararlı pratik bir anlama bağlayabilen bir bilgeydi. Öldüğünde, evinde önemli miktarda para bulundu. Mirasçısı sevincinden öldü.

IV. Hidroloji

17. yüzyılın başında, kaynakların kökeni sorunu sürekli gündemdeydi. Bir kısmı, yağmurların süzülmesi yanlısıydı, diğer bir kısmı ise sıvı ya da buhar halinde varsayımsal yükselmeler ya da sızmalardan yanaydı. 1664'te, zavallı Kircher hâlâ deniz sularının yeraltından kaynaklara doğru yükseldiğine inanır. Sorunu çözmenin bir yolu vardır, ölç-

mek. Öykücü ve mimar kardeşi olan Pierre Perrault (1608-1680), bunu 1774'te *Çeşmelerin Kökeni* adlı yapıtında uygular. Kaynağının biraz ilerisinde, Aignay-le-Duc'ta, Seine nehrinin debisi, bugünkü birimlerle ifade edersek, yılda 10 milyon metre küp yöresindedir. 1668'den 1670'e kadar yağmurların toplamı yılda ortalama 520 mm^3'dir. Aignay'nin yukarısında akan havzası (bassin versant) 121 km^2'dir. Şu halde, yağmurların hacmi yuvarlak rakamla yılda 60 milyon metre küptür; bu, Seine nehrinin Aignay'deki debisinin altı katıdır. Aynı zamanda gazların basıncını incelemiş olan rahip Mariotte (1620-1684), kendisi öldükten sonra yayınlanan bir yapıtında, bilânçoyu Paris'in yukarı kesiminde tüm havzaya, 60 000 km^2'ye yayar.

O yıllarda, yağmurların hacmi, akmanın hacminden sekiz kez daha büyüktür. Şu halde bu, durumu açıklamaya yeterli olmaktadır. Bu yüzyılda ölçmeye önem verilir. Fizikte olduğu gibi, hidrolojide de ölçme tartışmayı kesin bir çözüme bağlar.

Su problemleri İtalyanları sürekli ilgilendirmiştir. 1691'de, Ramazzini ilk kez fışkıran kaynakları, maden fışkıran kaynaklarını açıklar; bunların hazneleri kaynaklardan daha yukarıda bulunmaktadır. O yüzyılın çizgisinde bile açıklama akılcıdır.

V. Paleontoloji

1626'da, İtalyan Fabio Colonna (1567-1647), fosiller arasında basit izleri ya da dış kalıpları, iç kalıplardan ayırdeder; bizzat kavkıyı da ikisinden ayırır. Bazı kez, bunların üçü de korunmuştur, bazen ise ikisi ya da yalnızca biri. 1688'de, Robert Hocke, mikroskobu kayaçların incelemesine uyguladığında, bunların içerisinde çok küçük kavkıları, foramini-

ferleri bulmak sürpriziyle karşılaşmıştır; foraminiferler günümüzde petrol aramalarında çok değerli kılavuzlar olmuşlardır. Robert Hocke ayrıca silisleşmiş bir ağacın anatomik yapısını betimler; ayrıca gösterir ki bir Ammonit kavkısı üzerindeki süstür, bu kararsız çizgi, bir bölmenin izidir. 1688'de, İtalyan Campini, Viterbe yakınında iri kemikler bulur. Bunları bir filin kemiklerinin kalıplarına benzetir. Bir başka fosil fil, mamut, Kazaklar tarafından Sibirya'da bulunur; buna H.W. Ludlow tarafından 1696'da işaret edilmiştir.

Maalesef, Kutsal Kitap'la ilgili olarak boş düşüncelerle çok zaman yitirilmiştir. 1664'te, bir sayın bay B..., Nuh'un gemisinin hacmini tahmin eder; bu geminin üç katı olduğunu söyler. Üçüncü katın üçte biri Nuh'a ve ailesine, üçte biri av kuşlarına ve üçte biri diğer kuşlara ayrılmıştır. "Kutsal Kitap, tüm hayvanların bu gemide korunduklarını söylediğine göre, şu halde bunda hiçbir abartma yoktur."

Gelecek yüzyılın araştırmacılarına daha çok iş kalıyor.

YEDİNCİ BÖLÜM

18. YÜZYIL

Bilimsel ilerlemenin merkezi Avrupa olmaya devam eder. Bununla birlikte, Franklin'in (1706-1790) elektrik üzerine çalışmaları Yeni Dünya'nın ilk belirgin katkısıdır.

I. Genel Çerçeve

1705'ten 1767'ye kadar İngiltere'de ortaya konan buhar makinesi, madenlerde su kullanımı için pompaları çalıştırmayı sağlar. Cıvalı termometre 1714'te Fahrenheit (1686-1736) tarafından, santigrad ölçeği ise 1742'de Calsius tarafından bulunmuştur. 1780 ve 1789 yılları arasında, Lavoisier modern kimyayı kurar. Uranyum 1789'da keşfedilir, fakat kimse onun oynayacağı rolü önceden göremez. Çalışma araçları yetkinleştirilir; 1786'da stenografi bulunur. O zamana kadar, ölçmeler bir ülkeden diğerine değişen birimler halinde yapılmıştı; 1791'de, Kurucu Meclis, iç savaşa ve dış savaşa karşı koyarak, bir Ağırlıklar ve Ölçüler Komisyonu organize etmeye zaman bulur ve metrik sistem tanımlanır; ölçüler konur. Ve Napolyon şöyle diyecektir: "Fetihler geçerler. Fakat bu operasyonlar kalırlar." 1791'de, Galvani elektrik akımını bulur. 1796'da, Laplace (1749-1827) *Dünya Sistemi* adlı yapıtını yayınlar.

Tarihle belirtmek gerekirse, yüzyılın ikinci yarısı daha verimli olmuştur. Bu sırada tüm yüksek

sosyete bilimlerle ilgilenir. Doğa tarihi kabineleri kurulur. Yalnızca Paris'te, bunlardan 1742'de 17, 1757'de 21, 1780'de 61 tane sayılır. Diderot ve d'Alambert *Ansiklopedi*'yi (1751-1777) yayınlarlar. Fakat Kutsal Kitap'a bağlı yorumları aşmak için, bilimlerin daha mücadele edecekleri vardır; jeoloji bize bunların birçok örneklerini gösterecektir.

II. Bilimsel Çalışmanın Organizasyonu

Yayınlar öylesine çoğalmışlardır ki, bibliyografya gereksinimi kendini hissetirir. Jeolojide ilki 1741'de Fransız Bourguet'nin (1678-1742) yapıtıdır; bunda çalışmalar milletlere göre gruplanmıştır; Dünya'nın fosil yataklarının özet listesi hemen hemen 400 lokalite kapsar. Öğretim ve koleksiyonlar gelişir. İlk mineraloji dersi, geleceğin Doğa Tarihi Milli Müzesi olan Kral Bahçesi'nde 1745'te Daubenton (1716-1800) tarafından verilir. *British Museum* kurulur. 1784'te, Cassini'nin Fransa Haritası tamamlanır; bu büyük bir ülkenin 1:86400 ölçeğinde ayrıntılı ilk topoğrafik haritasıdır. 1793'te, Museum de Paris'de ilk jeoloji kürsüsü kurulur; kürsü başkanı Faujas de Saint-Fond'dur (1742-1829).

III. Mineraloji

Arkhangelsk'li bir balıkçının oğlu olan Lomonossov'la (1711-1765) Rusya bilim dünyasına girişini yapar. Lomonossov 1745'te, içerisinde 3030 mineralin betimlerinin yapıldığı bir yapıt yayınlar. 1748'de, elmas üzerinde açıların sabitliği yasasını bulur ve bunu, bir ağ şeklinde birbirine dokunan küreler düşünerek güherçile üzerinde doğrular. Berlin akademisine gönderilen memuar basılmadan

kalır. Buluşun yeniden yapılması ve genelleştirilmesi için ve öneminin nihayet anlaşılabilmesi için Romé de L'Isle'i (1736-1790) beklemek gerekir. Bu koşulları anlatmakta yarar var. Romé de L'Isle 1767'de Davila'nın koleksiyonunun kataloğunu, 1769'da Forster'in koleksiyonunun kataloğunu ve diğerlerini yayınlamaya başlar. Sabırlı ve nankör bir çalışma, fakat bu onu kristallerin şekillerine ve özelliklerine yakınlaştırıyordu. Böyle bir çalışma, doğa bilimlerinde ilerlemelerin daima ilk koşuludur. 1772'de, Romé gözlemlerini *Kristalografi Denemesi* başlıklı bir yapıtta toplar. *Kristalografi* sözcüğünü ve *diedr* sözcüğünü ona borçluyuz. Romé daha sonra on kadar katalog daha yazar. 1780'de kristalografi kitabının ikinci baskısını yapar. İnatçılık, araştırmasının başlıca erdemidir. Romé, ressam Swebach'ı koleksiyonunun 438 mineralinin röprodüksiyonunu yapmakla görevlendirir. Swebach güç karakterli bir insandır; modellerin daha büyük örneklerini ister. Amaç büyük bir yapıtsa, en iyi araçları istemek elbette iyidir. Bu modelleri gerçekleştirmeye Romé'nin zamanı yoktur; bunun için birlikte çalıştığı kimselerden ikisini görevlendirir. Ona güven veren hocalardan birini görevlendirmesi de iyi bir örnektir. Adam değiştirilmesi, bakış açısı değişmesini birlikte getirir; ışık parlayabilir. İki işbirlikçiden biri Carangeot (1742-1806) yöneticidir, diğeri avukattır. Kristalografide bunların bir ön bilgileri yoktur, düşünceleri serbesttir. Kristallerin daha büyük röprodüksiyonlarını yapmak için, yüzeyle arasındaki açıları ölçmeleri gerekir. Fakat bunun için aygıt yoktur. Carangeot bir aygıt yapar. Ölçme kaygısı ve iyi bir aygıt ortaya koyma; işte tüm araştırmalarda başlıca iki koz. Kristalografide bu aygıt takma gonyometredir; özetle, az ya da çok açılabi-

len bir pergeldir. Bunun yardımıyla Carangeot çok çeşitli mineraller üzerinde çok sayıda ölçmeler yapar. Böyle yapmakta haklıdır, zira böylece bir eksiklik, bir istisna bırakmıyacaktır. Hocası Romé de L'Isle ile şu sonuca varır: Aynı bir mineral türünde, yüzeylerin mutlak ve göreceli boyutları değişebilir, fakat bunların açıları sabit kalır. Romé de L'Isle bilimler akademisine kabul edilmemiştir, zira belki de onun materyalist düşünceleri hoşa gitmiyordu. Buffon gibi muhalifleri de olmuştur. Bir başka muhalif, bir maden mühendisi şöyle yazar: "Doğa hiçbir kurala bağımlı değildir." Tarihte, her temelli, parlak buluşun başlangıcında, şöyle diyen orta zekâlar hep bulunur: "Hayır. Yok böyle bir şey." Fakat sonunda olaylar üstün gelir. Romé de L'Isle durumunda da böyle olmuştur; sonunda tüm mineralojistler birleşmişlerdir.

Dikkat, kristal şekilleri üzerine çekilmişti. Alman Bergman (1735-1784) göstermiştir ki, bir geometrik inşa ile kalsitin bir şeklinden diğerine geçilebilir. Bergman büyük bir buluşun eşiğindeydi, fakat yapamadı. Bu buluş, bir dokumacının oğlu ve körler için rölyef baskıyı ortaya koyan Valentin Haüy'nin kardeşi olan René-Just Haüy'e (1742-1822) düşmüştür. René-Just koro çocuğu olmuş, sonra papaz ve Yunanca profesörü olmuştur. Devrim sırasında şüpheli kişi olarak görülmüş, hapishaneye konmuş ve hücresinde minerallerini bulundurmayı istemiştir; mineraller kendisine verilir. Kendisini tahliye etmek istediklerinde bunu reddeder; zira sınıflamalarını henüz tamamlamamıştır.

Haüy, minerallerle olduğu kadar çiçeklerle de ilgileniyordu. Bir problem onu tedirgin ediyordu. Çiçeklerde bir düzenlilik vardı; aynı türden olan hemen hemen tüm çiçeklerin aynı sayıda taçyaprakla-

rı vardı; gelincikte dört tane, çilek fidanında beş tane vardı. Fakat minerallerde ilk bakışta hiçte böyle değildi. Örneğin Kuvars, bazen bir prizma, bazen bir piramit, bazen bir prizma ile ayrılmış ya da ayrılmamış iki piramit, bazen ise bunların köşelerini kesmiş olan daha küçük yüzeyler göstermekteydi. Acaba tüm bu şekiller bağlantısız mıydılar? Bilimde, problemleri daima böyle ortaya koymakta yarar vardır ve bunlar üzerinde uzun süre düşünmek gerekir. Bir gün bir dostu ona bir kalsit gösterir. Haüy, dalgınlıkla kristali düşürür. Kristal, romboedrler halinde kırılır. Haüy, aynı şeyi birkaç kez yineler. Ayrılan parçalar da romboedrler halinde kırılırlar. "Buldum!" diye bağırmış olmalıdır Haüy, coşku içerisinde. Ve gerçekten, kristalografinin ikinci temel yasası bulunmuştur. Her kristal türünün ilkel şekli, düğümü vardır (kalsitte romboedr); bunların yan yana gelmesi, bir tenis filesindeki düğümler gibi ya da bir duvar kağıdındaki motifler gibi düzgün bir ağ oluşturur. Diğer bütün yüzeyler ve ayrıca kesikler ise, düzgün bir ağaçlıktaki farklı dizıler gibi, aynı bir ağın noktalarını farklı tarzda birbirine ekleyerek çıkarılabilir.

Aynı kalsit kırılması kazası, bir yüzyıl önce bir başka fizikçi ve mineralojist, Bartholin'e olmuştu. Bartholin'in bundan hiçbir sonuç çıkaramamıştı. Neden? Dikkat, başka yöne mi kaymıştı, ne olmuştu? Bir süre önce çift kırılmayı bulmuştu! Yoksa vakit henüz erken miydi? Bartholin'in çağında, her şeyin Yaratıcının ellerinden çıktığı gibi olduğuna inanılıyordu; kristallerin şekli pek düşünülmüyordu. Bu daha çok Haüy zamanında düşünülüyordu ve bulmak onun Romé de L'Isle'in, onun yorulmak bilmez çalışmalarının oluyordu. İki buluş, Romé'nin ve Haüy'in buluşları birbirlerine sıkı sıkıya bağlı-

dırlar. Bundan şu çıkarılır ki, dikkat, yalnız bir kimsenin değil, birçok kimsenin, bilginler âleminin dikkati buluş için ilk koşuldur.

Kendi dikkatini geliştirerek, Haüy göstermiştir ki, bir ağ yalnızca 2, 3, 4 ya da 6 dönümlü simetri ekseni içerebilir; özellikle 5 dönümlü simetri ekseni yoktur; bu, çiçeklerle olan temel bir farktır. Kristaller için mümkün yedi kristal sistemini de betimler; bu sistemler klâsik olmuşlardır. Bugün biliyoruz ki, Haüy tarafından tasarlanan ağ vardır ve bu ağda düğümler atomlarla işgal edilmişlerdir. Ayrıca biliyoruz ki, atomların da bir yapıları vardır, daha basit parçacıklardan oluşmuşlardır. Lavoisier'nin kavrayışını daha çok tahmin ediyoruz; yapının basit tarzlarını bulan Haüy'e şöyle der: "Daha karmaşık günler gelebilir; bu karmaşıklık içerisinde sanat, molekül şeklini (parçacık diyeceğiz) aydınlığa kavuşturmaktan ibarettir.", "bileşimlerden öğelere gidilerek bu basit şekle varmak gerekir". 1960'ların atom fizikçileri bu problem üzerindedirler.

Lavoisier, Haüy'e bir sanattan sözetmiştir: Bilimsel araştırma onu uygulayana iyi görünür.

IV. Petrografi

Mineraller doğada, bugün kayaç diye adlandırdığımız bütünler halinde kümelenmişlerdir. 18. yüzyılda bunun bilincine varılmaya başlanır. Freiberg'de profesör olan Werner (1749-1817), 1755'te haklı olarak belirtir ki, bir kısım kayaçlar (kumlar, kalkarlar...) denizde oluşmuşlardır. Fakat bunu aşırı olarak genelleştirerek, denizel kökeni tüm kayaçlara atfeder; bazaltlara, fenelitlere (çınlayan taş) bile. Açık ve parlak olduğu halde, Werner'in otoritesi çok genişler. Neptüniyenler ekolünün önderi olur

(Neptün: Romalılar'da deniz tanrısı). Çok yolculuk yapmış olmak üstünlüğü olan başkaları onun yanılgısına düşmezler. Fransız Guettard (1715-1786) Auvergne'i gezmiş, Puys'de lav akıntıları içerisinde eski volkanlar gözlemiştir. Yurttaşı Desmarets (1725-1815) 1763'te gösterir ki, bazalt volkaniktir. Faujas de Saint-Fond (1742-1829), 1771'de Saxe bazaltı hakkında, Werner'in büyük skandalına karşı aynı şeyleri söyler; 1775'te eski volkanları ve yeni volkanları ayırdeder; eski volkanların şekilleri tatlıdır, kayaçları daha çok ayrışmışlardır. İskoçya'da, Hutton da (1726-1797) bir vülkaniyendir. Esası bugün de geçerli olan Yer Teorisi'ni 1785'te sözlü olarak anlatır, 1795'te yayınlar. Ona göre bazalt iç kökenlidir ve kestiği kayaçlardan daha yenidir. Granit de iç kökenlidir. Bazalt ergimenin ya da akmanın sonucudur; granit daha derinde katılaşmıştır. Granit içerisinde, az çok sindirilmiş olan şist anklâvları bulunur. Dokanağında, yöre kireçtaşları çoğu kez bazaltın dokanağındakilerle aynı olan yeniden kristallenmeler gösterir. İlk kez Hutton bunları arazide gözler, öyle büyük sevinç gösterir ki, kılavuzları onun altın bulduğunu sanırlar. İlk jeolojik çalışmasını 49 yaşında yayınlar fakat düşünce yönünden çok genç kalmış bir insandır. Sırayla noter çömezi, tıp öğrencisi, ziraatçi, kimyacı olmuştur. Bu değişken yetişimi ve konu değiştirmesi, onun görüşlerinin tazeliğinde olasılıkla büyük rol oynamıştır. İlk olarak Hutton diyajenezi (taşlaşma) betimler. Kum, çamur gibi ayrık asıllı tortular, basınç ve sıcaklığın etkisi ile daha sonra sertleşmişler ve dönüşmüşlerdir; killer şist olurlar. Sonra, böyle katılaşmış kayaçlar ve iç kökenli kayaçlar erozyona (aşınmaya) uğrarlar ve yeni tortular verirler ve çevrim yeniden başlar. Hutton, böyle bir çevrimi ta-

nımlayan ilk kimsedir. Onun düşünceleri Werner'in düşüncelerinden çok daha geniştir; suya olduğu kadar, ateşe de yer vermiştir. Bunlar, Leibniz'in önceden bildirdiği şeyleri anımsatırlar, fakat bunlar karşılaştırılamayacak kadar fazla destek görmüşlerdir. Maalesef, çevrim düşüncesine kapılarak, Hutton haklı olmayarak şunları yazar: "Ne bir başlangıcın izlerini, ne de bir sonun uzak olasılığını bulabiliyorum". Bu, kilisenin yıldırımlarını onun üzerine çeker. Hutton düşüncelerinde ne açık, ne parlak olmadığı halde, neptüniyenler ve vülkaniyenler arasındaki tartışma sürüp gider; ancak 1820-1830 yıllarına doğru gerçek üstün gelecektir ve Hutton'un düşünceleri herkes tarafından kabul edilecektir.

18. yüzyılın sonuna doğru, meteoritler bilginler dünyasını düşündürür. Bu demirlerin ya da bu taşların gökten düşebilmiş olmaları, zihinleri karıştırmaktadır. Lavoisier dahi, 1769'da, bunda yer kayaçları üzerinde yıldırımın etkisini görmek ister. 1776'da, Viyana Müzesi koleksiyonu meteoritleri şüpheli görülerek vitrinlerden çekilmişlerdir. Bununla birlikte, Pallas (1741-1811), 1775'te Yenisey kıyılarına büyük bir meteorit düştüğünü görür. Chladni (1756-1827), 1794'te gösterir ki meteoritler kozmik kökenlidirler. Fakat son şüphecileri yenmek için, Biot tarafından incelenmiş olan Laigle meteoritinin 1803'te Orne'a düşmesi gerekecektir.

V. Maden Yatakları

1700'de, Freiberg'li Rösler, bazı damarları gözlemler ve haklı olarak buraların önceleri boşluklar olduğu sonucuna varır. Yüzyılın ortalarına doğru, minerallere olan ilgi, gittikçe bunların doğadaki yataklanmalarına kayar. Buffon'un irdeleme kitabı,

bu konuya ayrılan ilk kitaptır. 1749'da Zimmermann, bazı durumlarda damarların dolmasının kısmen yöre kayacın dönüşümüyle olduğunu tasarlar; bu bugün *ornatma* (substitution) adıyla kabullenilmiş bir düşüncedir. Aynı yıl, von Oppel, yataklar arasında ilk olarak tortul yatakları ve damarları ayırır. Von Oppel belirtir ki, damarlar önceki jeolojik yapıyı açık olarak keserler; küçük damarlar çoğu kez büyük damarlara paraleldirler; çoğu kez bunlar vâdilere de paraleldirler. 1756'da, Lehman ilk olarak kumtaşları içerisinde mineralleşmelere işaret eder. Delius (1720-1791), 1770'te yatakların, üst kısımlarında, 30 metreye erişebilen bir derinliğe kadar, aşağı kesimden farklı mineraller gösterdiğini belirtir. Örneğin malakit ve azürit diğer bakır minerallerinin üst kesiminde bulunurlar. Bu, *yüzeysel ayrışma* zonudur. Yüzyılın sonunda Werner belirtir ki, iki damardan en yeni olanı, diğerini kesendir. Arazi kaygısı, daha derin gözlem, bir kronoloji isteği; işte jeolojinin diğer kollarında olduğu kadar, yatakların incelemesinde de bu yüzyılın eğilimleri.

VI. Paleontoloji

Bu konuda iyi gözlemlerin, çılgınca yorumların ve doğru düşüncelerin tohumlarının mütecessis bir karışımını buluyoruz. Doğa bilimlerinde olması gerektiği gibi, önce gözlem. Rahip Sauvage, ilk Rudist kavkılarını betimler; bu resifal çift çenetlilerin yığışımı Uzès yöresinde tam bir yatak oluşturur. Bir İsviçreli, Jean Gesner, Echinoderm fosil kalıntıların kalsit romboedri düzlemlerine göre kırıldıklarını gözlemler; şu halde bunlardan her biri tek bir kristalden oluşmuştur. 1749'da Buffon, denizel fosiller

arasında palajikleri (açık denizde yaşamış olanlar) ve litoralleri (kıyılarda yaşamış olanlar) ayırır. Aynı tarihe doğru Linné, ikili adlandırmayı, yani her hayvan ya da her bitkinin iki adla, cins adı ve tür adıyla belirtilmesini genelleştirir; bu kısa sürede tüm paleontolojistlerce kabullenilir. Walch (1725-1778), 1768'de, taşlaşmış, metalleşmiş, kireçlenmiş ve kabuklanmış fosilleri ayırır; Trilobit adını iyice benimsetir. 1771'de, Vilui kıyılarında Sibirya'nın donmuş toprağından, henüz zehiri bulunan bir Rhinoceros çıkarılır. 1788'de Séraphin Volta, Bolka Dağı yakınında Lastrara'da 123 tür balık fosili betimler; bunların yalnızca 12 tanesinin neslinin tükenmiş olduğunu düşünür, oysa bugün biliyoruz ki hepsinin nesli tükenmiştir. Volta'dan bugüne, güncel ve fosil formlar üzerine bilgilerimiz çok gelişti. 18. yüzyılın sonuna doğru fosil beğenisi artar. Kléber, Maestricht'i kuşatarak Mosasaur iskeletlerini kurtarmak için bir mahalleyi boşaltır; bu iskeletleri Paris'e götürür, orada Faujas de Saint-Fond ve Cuvier bunları inceler. 1797'de, o zamanın Amerika Birleşik Devletleri başkanı Jefferson, Virjinya mağaralarında bir iskelet bulur ve buna Megalonyx adını verir; büyük tırnaklı bu hayvanın iskeletini Cuvier inceler ve bunun büyük bir tembel olduğuna karar verir. Yüzyılın sonuna doğru, Cortesi, Trabia yakınında iri kemikler, fil kemikleri bulur, bunlardan altı katır yükler. Ona karşı çıkarlar, "Bunlar Annibal'in filleri" derler. Fakat aralarında bir Rhinoceros kafası, bunların hiç de Annibal'in filleri olmadığını gösterir.

Yanılgılar ve saçmalıklar maalesef sürüp gider. Zürihli hakim Scheuchzer (1672-1733)'e göre, fosil balıklar tufanın masum kurbanlarıdırlar. 1726'da, Würzburg'lu profesör Beringer fantastik buluntular

desenleri yayınlar, sonradan farkeder ki, şaklaban meslektaşları tarafından çocuklara yaptırılmış kötü bir şaka sözkonusudur. Beringer son günlerini yapıtının nüshalarını geri satın almak ve bunları tahrip etmekle geçirir. Voltaire, fosillerde tufanın kanıtını görmeyi reddeder, fakat ona mutlaka bir açıklama gerekmektedir; bunları Suriye'den ya da Saint-Jacgues de Compostelle'den dönen hacıların attığı kavkılar olarak görür.

Fakat çok ilginç düşünceler de öne sürülmüştür. Scheuchzer'in fosil bitkilerini 1712'de Bilimler Akademisi'ne sunan Fontenelle şöyle der: "İşte tarihleri kuşkusuz tüm Yunan ve Roma madalyalarınınkinden daha önemli ve daha emin olan yeni madalya türleri." Leibniz (1646-1716), 1703'te kaleme aldığı ve 1765'te yayınladığı *Yeni Denemeler*'inde şöyle yazar: "Mümkündür ki Evren'de bir yerde ve belli bir çağda, şimdi geçmişte ya da gelecekte hayvan türleri, bizim çevremizde gözlemliyemiyeceğimiz değişimlere uğrarlar." 1696'da yazıp 1749'da yayınladığı *Protogaea*'da, karada yaşayan hayvanların, hem denizde hem karada yaşayanlar aracılığıyla, denizde yaşayan hayvanlardan türediği hipotezini öne sürer, fakat şunu ekler: "Fakat Kutsal Kitaplar bunun aksini söyler, dolayısiyle bu bir sapma günahıdır." Linné, 1736'da yazdığına göre, doğada ne kadar tür varsa, başlangıçta tüm bu yaratıklar vardı; böylece değişimler görüşüne kuşku ile bakar ve 1742'de şu soruyu sorar: "Tüm türler zamanın kızları mıdırlar?" Buffon da tereddüt eder, değişir. Diğerleri daha cüretli, daha inatçıdırlar. De Maillet, 1748'de yayınladığı *Telliamed*'de, karada yaşayan türlerin anî değişimle denizde yaşayan türlerden geldiğini tasarlar. Jeodeziyen Maupertuis (1698-1759), 1754'te, yeni türlerin tohumların birleşme-

siyle meydana gelen değişimlerden ileri geldiğini varsayar. Charles'ın dedesi Erasme Darwin (1731-1802), 1796'da yazdığı Zoonomia'sında, çeşitli türleri meydana getiren büyük bir soy sop görür; organların yaratıcısı gereksinmesi ve en iyi türeticilerin seksüel seleksiyonu açık olarak telkin edilmiştir. Lamarck ve Charles Darwin artık ortaya çıkabilirler.

VII. Glasiyoloji

Yeryuvarı'na etkiyen kuvvetler gittikçe dikkati çeker. 1741'de Bourguet, avare bloklar problemini ortaya koyar. Bunlar Jura Dağlarının kalkar yamaçları üzerinde, bölgeye tamamen yabancı, Alpler'in kayaçlarına benzer kristalin kayaç bloklarıdırlar. Fakat buraya nasıl taşınmışlardır? 1759'da İtalyan Arduino, Tyrol'ün kalkar Alpleri için aynı problemi ortaya koyar, fakat o da problemi çözemez. John Playfair (1748-1819), bu blokların buzullar tarafından taşınmış olabileceklerini öne sürer. Bu konuda da, gelecek yüzyılın bulgularına yol açıktır.

VIII. Sismoloji

Bu konuda eski düşünceler katıdır. Bir İngiliz vaiz John Wesley (1705-1791), depremlerin ve volkanların ilk günahtan önce varolmadığına dair vaız verir. Bir Protestan papazı olan John Michell ise, 1761 Lizbon depremini gerçek bir fizikçi gibi inceler. Depremi, elâstik dalgaların transmisyonuna neden olmuş olarak düşünür; kabul eder ki yoğunluk derinlikle artmaktadır. Belirtilere göre, yayılma hızını saniyede 600 metreden fazla olarak değerlendirir (bugün biliniyor ki doğru değer dalgalara göre

4000 ile 7000 metre arasındadır). Michell, uzak bir depremin görünür (zahirî) hareket noktasının ya da episantrin (üst merkezin) saptanmasının yollarını düşünür ve büyük bir uzlukla, farklı hızda iki dalganın yayılma süreleri farkından yararlanmayı önerir; bu günümüzde bilfiil uygulanan ana yöntemdir. Michell, Lizbon depreminin derinliğini 2 ile 5 kilometre arasında olarak değerlendirir; onunla birlikte, depremlerin incelemesi yeni bir döneme, nicel değerlendirme, ölçme dönemine girmiştir. 1783'te Pignataro, duyulan etkilere göre ilk şiddet ölçeğini tasarlar. Bu ölçek, 1879'da Rossi tarafından ve 1883'te Forel tarafından tamamlanacaktır. 1784'te, Calabria depremi sırasında, Francesco Grimaldi elde edilen ilk denivelâsyon ölçümlerini verir; Sassano'nun yaptığı, depremleri ortaya çıkaran bir aygıt Napoli'de işleme konur.

IX. Tektonik

Zeminin güncel deformasyonları, geçmişte olan deformasyonları incelemekte istek uyandırır. 1740'ta İtalyan Moro Yeryuvarı'nın bir kesitini verir; bu kesitte dış zarfa ateş dolu boşluklar serpiştirilmiştir, iç kısım ise daha serttir. Moro aynı zamanda, kıvrımlı ve faylı arazi kesitleri de verir. Mont-Carmel tarikatından rahip Generelli, 1749'da şöyle yazar: "Kaprislerimiz doğrultusunda kutsallığı sahneye koymak ve peşin hipotezlerimizi yalnızca kendisine uydurmak amacıyla ona mucizeler yarattırmak makûl değildir." Generelli açıklamalar önerir: "Şiddetsiz, hayâlsiz, varsayımsız, mucizesiz". Gözlem yapılır. Çeşitli kayaçların arazide dağılımları incelenir; böylece yapılar ortaya çıkarılır. 1759'da, İsveçli Ferber, Venedik ve Inn arasındaki

dağlarda merkezde granit, her iki yanda şistler ve en dışta kireçtaşları belirler. 1760'ta, Michell, ilk olarak dağlarda taşların dar bandlar halinde konumlandıklarına işaret eder; bugün bunu kıvrılmış katmanların erozyonunun sonucu olarak biliyoruz. 1769'da, Needham, önceleri Sténon'un düşündüğü gibi, paralel, eğimli katmanların önceden yatay olmaları gerektiğini düşünür. Bu incelemeleri belirginleştirmek için sayısal veriler gerekmektedir; Werner, madencilerin kullanmakta olduğu, katmanların doğrultu ve eğimi kavramlarını genelleştirerek büyük bir hizmette bulunur. 1777'de, Sibirya ve çevresinde, Pallas (1741-1811) birçok dağlarda aynı genel durumu bulur. Merkezde dikelmiş granitik kayaçlar (çağdaş anlamda, aynı zamanda gnaysik kayaçlar); çevreye gidildikçe şistli katmanlar, daha sonra daha az eğimli kireçtaşları ve daha sonra az çok ayrık ve yatay kil ve kireçtaşı katmanları; bugün buna tortul bordür diyoruz. 1781'de Palassou Pireneler'de belirtir ki, arazi bandları sıradağın genel doğrultusuna kabaca paraleldirler. Desmarets ilk olarak konkav kıvrımları (senklinaller) ve konveks kıvrımları (antiklinaller) ayırdeder. Hutton 1785'te gözler ki, daha eski kayaçlara eriştikçe kıvrımlar daha şiddetlidirler; istisnaya bağlı fakat belli bir bölgede çoğu kez doğru bir kural.

1787'de, H. B. de Saussure (1740-1799) ilk olarak Mont-Blanc'a çıkar ve böylece dağcılığın açılışını yapar. Dikeye varmış katmanlar onu düşündürür. Gözlem yapar, yorum yapar ve eğer yeni olgular saptarsa, dürüstçe ilk hipotezlerini değiştirir. 1796'da, "sıkıştırma" dan sözeder; sıkıştırmayı "başlangıçta yatay olan katmanların dikelmesinin genel nedeni olarak" düşünür. Dolomieu (1750-1801) de eğik bir iç itme tasarlar. Serüvenci bir gez-

gin, eski bir Malta şövalyesi olan Dolomieu, takımı tarafından intikamla izlenir, Napoli'de yirmi bir ay hapis tutulur ve serbest bırakılmasından az sonra, dayanılmaz kötü davranışların kurbanı olarak ölür.

X. Jeoloji Haritaları

Araziye yönelik gittikçe artan ilgi, 18. yüzyıl jeolojisinin gerçekten karakteristik çizgilerinden biridir. 1720'de, Réaumur'ün fosiller üzerine çalışmalarından sözeden Fontenelle şöyle yazar: "Bu maddeden emin olarak sözetmek için, yerde gömülü tüm kavkı maddelerine göre hazırlanmış çeşitli jeoloji haritalarına sahip olmak gerekecektir." Pek doğru olarak şunu ekler: "Ne miktar gözlem gerekecektir ve bunun için ne kadar zaman gerekecektir! Bilimlerin kısmen olsun bir gün bu noktaya varmayacağını kim bilebilir?" Gerçekten, bilimler bu noktaya varırlar, fakat aşamalarla.

1739'da, Piccoli, İtalya'nın fosil yataklarının bir haritasını verir. 1743'te, İngiliz hekim Chr. Packe ilk jeoloji haritasını verir; bu Canterbury yöresinin haritasıdır. Guettard 1746'da *"Fransa ve İngiltere'den Gecen Arazilerin Tabiatı ve Konumu Üzerine Memuar ve Mineralojik Harita*'yı yayınlar. İlk olarak, İngiltere-Paris havzasının bilincine varır ve burada bir düzenlilik ortaya koyar. Dıştan merkeze doğru şistli metalik bir zon (bugünkü Paleozoik), sonra marnlı bir zon (özellikle bugünkü Mesozoik) ve nihayet özellikle kumlu merkezî bir alan (bugünkü Senozoik ya da Tersiyer). Elli simge taşocaklarını, fosil yataklarını, sıcak kaynakları v.b. göstermektedir; o zaman dahi, bu harita çok moderndir.

XI. Mutlak Jeokronoloji

Mekân bilincine varılması, zaman bilincine varılmasıyla birlikte olur. Ortaçağ dünyasında, Kutsal Kitap'ın sorunu çözdüğü kabul edilmişti. Fakat 1749'da de Maillet ileri sürer ki, Oluş günleri belki gerçekte çağlardır. 1754'te Kant, o zamandan bu yana doğrulanmış olan, günün süresinin gelgitlerin sürtünmesinden dolayı arttığı hipotezini ortaya atar. 1727'de Celsius, İsveç'te ve Finlandiya'da karaların seviyesinin Baltık Denizi'nin seviyesine oranla yavaş yavaş yükseldiğini gözlemlemişti; öyle ki bazı limanların yerlerini değiştirmek gerekmiştir. Yükselmenin hızı ölçülmüştür; bu hız yüzyılda 1 metreye erişmektedir. 1758'de İsviçreli Jean Gesner gösterir ki, bu hızla, yükselmesi için Apeninlere 80.000 yıl gerekmiştir. Gesner böylece genel bir yöntemin ilk örneğini verir. Bir olayın güncel hızını bilerek, bu uzak geçmişe yansıtılır ve bundan süreler hakkında bir fikir çıkartılır. Gesner düşüncesini yükselmeye dayandırmıştı. Buffon ise, ince tortuların çökelme hızına dayandırır ve en az 75.000 yıl bulur.

1772'de, Giraud-Soulavie, Vivarais vâdilerinin erozyonunun hızını esas alır ve yüzlerce milyon yıl sonucuna varır. Bu değer, o çağda öylesine büyük görülür ki, yayınlamaya cüret edemez, fakat söyleşileri kulaktan kulağa yayılır. Giraud-Soulavie rahiptir, meslektaşları ona zulmederler. Bunlardan biri, ölüm döşeğinde onu sözünü geri almaya zorlayacaktır. 1793'te, tek bir lâv akıntısının erozyonunun 6 milyon yıl sürebileceğini yayınlamaya cesaret bulur. Oluş'un duvarı aşılmıştır, der şakayla Furon. 1794'te, Erasme Darwin de milyonlarca yıl düşünür.

XII. Jeolojik Tarih

Mekânın olduğu kadar, zamanın içerisine yerleştirilen jeolojik olaylar, gittikçe bir tarih gibi görülmeye başlanır. 1708'den itibaren, fosiller üzerine incelemeleriyle, Scheuchzer anlar ki katmanlar, güncel familyalardan ne kadar farklı familyalar kapsıyorlarsa o ölçüde eskidirler. Fakat Fontenelle bir yana, pek az insan bu gözlemin önemini kavrar. 1749'da ve 1778'de Buffon şunu duyurur: "Doğanın tarihi tüm ülkeleri ve tüm çağları içerir ve bu tarih onu meydana getiren sınırlardan başka sınır tanımaz." Buffon, ardışık 7 çağ ayırır; bunlardan altıncısı insan çağıdır, yedincisi uygarlık çağıdır: "İnsanın gücü, doğanın gücüne yardım etmiştir". 1765'te, Ohio kıyılarında bir fosil Mastodont bulunduğunda, Buffon, Atlantiğin bugün bulunduğu yerde, Eski Dünya ile Yeni Dünya arasında eski bir karasal birleşiklik tasarlar. Bu hipotez sık sık ele alınacaktır ve bugün de tartışmalıdır, zira Bering bölgesinden bir başka birleşiklik mümkündür. Buffon'un yapıtının diğer kısımları çok düşüncesizdir ve açık sözlü olan Guettard ona şöyle yazar: "Yine Buffonca düşünceler, azizim Kont. Ne zamana kadar Cyrano de Bergerac rolü oynayacaksınız?" Fakat Paris İlâhiyat Fakültesi'nden gelen tepki pek hoş değildir. 1751'de Buffon, birçok şey arasında şunları da yazmaktan mahkûm olur: "Denizin eserini yavaş yavaş tahrip eden, dağların yüksekliğini sürekli alçaltan gökten inen sulardır." Buffon, sözlerini geri alması için zorlanır. "Kutsal Kitap'ın yazdıklarına karşı çıkmak gibi hiçbir niyetim olmadığını beyan ederim. Gerek zamanların düzeni, gerekse olguların özü üzerine olsun, yaratılış üzerine anlatılan her şeye sıkı sıkıya inanıyorum ve kitabımdaki,

Yer'in oluşumu üzerine olan tüm bakış açılarını terkediyorum..."

1756'da, Alman Lehmann, kristalen, daima fosilsiz eski arazilerle, çoğu kez fosil içeren yeni arazileri ayırdeder. Saxe'ta, üst üste gelmiş ardışık 8 kat gözlemler. Damarlar kapsayan Primer; eski kırmızı greler; taşkömürü; üst kırmızı gre ve Permiyen'in diğer 4 katı. 1759'da, Arduino (1714-1795), Padova, Viyana ve Verona yakınlarında primitif katmanları (mikalı şistler), sekonder katmanları (fosilli kireçtaşları) ve tersiyer katmanları (yumuşak, balıklı) ayırır; tersiyerler sekonderler üzerine oturmaktadır. Fransa'da, modern kimyanın kurucusu olan Lavoisier, aynı zamanda bir jeologtur. Guettard'ın öğrencisi ve çalışma arkadaşı olmuştur. Onunla birlikte *Fransa'nın Mineralojik Atlası*'nın hazırlanmasına katılmıştır (1778). Villers-Cotterets'de, Saint-Gobain'de ve La Fère'de büyük bir doğrulukla katmanların dizilimini gözlemler ve üst kumları alt kumlardan ayırır. 1789'da Akademi'ye sunduğu bir memuarda, pelajiyen katmanları (açık denizde oluşmuş olanlar) ve litoral katmanları (kıyılarda oluşmuş olanlar) ayırır ve tasarlar ki deniz seviyesi yükseldiğinde, tabanda litoral seviye ve onun üzerinde pelajiyen seviye bulunur. Şu bir gerçek ki pelajiyen seviyelerin tanınması güçtür; Lavoisier de bu hususta yanılır. Fakat taban konglomeraları litoral seviyede bulunur. Maalesef "Cumhuriyet'in bilgine gereksinmesi yoktur" ve eski bir mültezim olan Lavoisier giyotine gönderilir.

Jeolojik tarih konusunda, büyük öncü Giraud-Sculavie'dir. 1780-1784'te yayınlanan *Güney Fransa'nın Doğa Tarihi* adlı yapıtında şöyle yazar: "En eski arduvazların içerdiği meçhul bitkiler ve primitif mermerlerin içerdiği denizel kavkılar, denizler

ve karalar imparatorluğunu ilk işgal edenlerdir...; kavkılar arasında, daha önce ve daha sonra varolmuş familyalar vardır...; eğer Vivarais'de yaptığım bu gözlemler, başka bölgelerde doğrulanmışsa, bundan, fosil ve canlı hayvanların kesin olgularla ortaya konmuş kronolojik bir tarihi olduğu sonucuna varılacaktır." Bundan aynı zamanda, bunları içeren katmanların görece bir tarihlenmesi sonucuna varılacaktır. Bu, jeolojinin açılan ya da açılabilecek olan yeni ve büyük bir sayfasıdır... Fakat Giraud-Soulavie'ye iyi bakılmaz ve yapıtının yankısı olmaz...

Bir kez daha, bulgunun yeniden yapılması gerekecektir. Bu, İngiliz William Smith'in (1769-1839) ortaya koyduğu sonuçtur. Yoksul ve yetim olan Smith'in, köy okulunda edindiği ön bilgileri, geniş bilgi dağarcığı vardır. Fakat inatçıdır. 18 yaşında, çırak yer ölçücüsü olarak işe başlar. Daha sonra kanal güzergâhlarıyla, taşocakları işletmesiyle meşgul olur. Sıcak kaynakları ortaya koyar, bataklıkları kurutur, heyelânları durdurur. Ona danışılır, İngiltere'nin her köşesine çağrılır. Yalnız bir yılda 16.000 kilometre kateder. Yolculuklar jeoloğun büyük okuludur. William Smith gözlem yapar, kayaçlar ve fosiller toplar. Fakat ayrıca, gözlemlerini sürekli not etmeye özen gösterir, bu notlar ona gözlemlerini unutmamayı ve karşılaştırma yapmayı sağlar. Böylece kayaçların belli bir düzende birbirlerini izlediklerini saptar; bu düzen İngiltere'nin birçok yerinde aynıdır ve her katman her yerde aynı olan belli fosillerle karakterize edilmiştir. 1799'da bu katmanların listesini yayınlar ve 1815'te İngiltere'nin ve Galler Ülkesi'nin jeoloji haritasını yayınlar; bulguları bu haritalarda gösterilmiştir. Katmanları *strat* diye adlandırır ve stratla-

rın betimine bir süre sonra *stratigrafi* adı verilir. William Smith'e hiçbir zaman bir kürsü verilmedi; ömrünü inşaat mühendisi olarak bitirir.

XIII. Prehistorya

Günümüzde bilinmektedir ki, jeolojik tarih içerisinde en yeni periyod olan Kuvaterner, mamut gibi yalnızca kendine özgü hayvanlarla değil, aynı zamanda tarih öncesi insanlar tarafından yontulmuş ya da cilâlanmış silekslerle de karakterize olmuştur. Eskiçağ ve kamu inanışı bu sileksleri kutsal *yıldırımtaşları* olarak görmüştü. Fakat Mercati 1717'de yayınladığı *Metallotheca* adlı yapıtında bunun hiçte böyle olmadığını ve yıldırımtaşlarının gerçekte "demir kullanıma girmeden önce kullanıldığını ve çok sert silekslerden şiddetli çarpmalarla kopmuş olduklarını" yazıyordu; bu o zamandan beri doğru olarak görülmüştür, bir süre sonra, A. de Jussieu, yıldırımtaşlarını Karayibler'in taş baltalarıyla karşılaştırır; bu karşılaştırmalı etnografinin başlangıcıdır. 1750'de Almanya'da Eccard, eski endüstrilerde alt bölümlemeler yapar ve Goguet (1716-1758) 1758'de, Lucrecius'un taş devri, bakır devri ve demir devrini yeniden ele alır, fakat bu kez bunları olgular üzerine oturtur.

1715'te, Londralı eczacı Conyers, çakıllar içerisinde bir fil iskeleti yanında yontulmuş bir balta bulmuştu. Arkadaşı Bagford, filin oraya imparator Claude tarafından konduğunu ve bir Britanyalı tarafından baltayla öldürüldüğünü varsayar. Seksen yıl sonra, John Frere'in Hoxne'de benzer bir bulgusu olur ve Frere şöyle yazar: "Muhakkak ki bu çok eskiye, günümüzden çok eski bir zamana aittir"; fakat o sırada, kimse onu dinlemez.

XIV. Pratik Uygulamalar

1715'te, Padonalı doğabilimci Vallisneri, bilginler arasında ilk olarak Alpler'in buzulkarlarına ve buzullarına tırmanır ve orada çok büyük bir doğal su haznesi görür. Bununla birlikte, Modéne'in yukarısında çok buzulkar fakat az su vardır. Çobanlar Vallisneri'ye erime sularının yeraltı boşluklarına dalıp gittiği huni gibi yerler gösterirler. Doğabilimcinin çoğu kez dağlılardan ve köylülerden öğreneceği çok şey vardır. Vallisneri düşey arazi kesitleri verir; bu kesitlerde katmanlar çizilmiş ve su dağılımı gösterilmiştir. Bunlar yayınlanmış ilk jeolojik kesitlerdir. Vallisneri'nin değeri, itirazcılarından birinin onu aykırı düşünceli olarak nitelemesine engel olamaz. Her yüzyılın, her sistemin bu tür insanları vardır; bilimler bunlardan hiçbir şey kazanmaz.

Bilimler, aksine, uygulayacıların buluşlarını kazanırlar. İsveçli Swedenborg (1688-1772) madenciler için bir emniyet lâmbası bulur. 1742'de, Fransız Tresaguet taşla döşenmiş ve üzerinden taşıtların geçtiği yolları tasarlar; aynı buluş daha sonra İskoçyalı Mac Adam tarafından yapılacaktır. 1750'de, Duhamel du Monceau (1700-1782) *Toprakların Tarımı İrdelemesi* adlı kitabını yayınlar. 1765'te, Freiberg'te ilk Maden Okulu açılır. 1792'de, İngiltere'de Murdock tarafından kömür gazıyla aydınlatma bulunur; aynı buluş bir süre sonra Fransa'da Lebon tarafından yapılır. 1796'da İngiliz Parker, kireçli kili yakarak ilk kez modern tipte bir çimento imâl eder. Aynı yıl, bir Alman dram sanatçısı olan Senefelder, kitabının bir yayımcı tarafından reddiyle karşılaşır. Bazı kötü şeyler iyi sonuç verir. Senefelder kitaplarını kendi yayınlamaya karar verir ve bunları ince taneli bir taş yardımıyla basmayı tasarlar; litografya (taşbaskı) böylece bulunmuştur.

SEKİZİNCİ BÖLÜM
19. VE 20. YÜZYILLAR

Bilimsel gelişme yoğunlaşır ve çeşitlenir ve sayıları gittikçe artan kavramlar ortaya atılır; bu kavramlar araştırmacıları şekillendirir ve güçlendirir.

I. Genel Çerçeve

Gezegenimizin tarihinde, önceki yüzyılların hepsinden daha çok, bilimler önemli ve baskın bir rol oynarlar. Birbirlerine destek olurlar. 1810'da, fizikçi Malus ve Arago ışığın polarizasyonunu bulurlar; bu daha sonra kayaçların incelemesinde kullanılacaktır. 1815'te, kimyacı Davy, madenciler için yeni bir emniyet lâmbası gerçekleştirir. 1834'de Tourneyron türbini bulur. 1853'te, Polonyalı eczacı Lukasiewicz petrolü arıtır. 1859'da, Amerikalı Drake ilk petrol kuyusunu açar. Süveyş Kanalı açılır. 1864'te, Pasteur mikrobiyolojiyi kurar; mikrobiyoloji toprakların incelemesinde büyük önem kazanır. 1873'te, ilk hidroelektrik türbin çalıştırılır; bu büyük barajların inşaatının başlangıcıdır. 1895'te, Roentgen X ışınlarını bulur; X ışınları kristallerin ve fosillerin incelemesine uygulanacaktır. 1896'da, Becquerel radyoaktiviteyi bulur. 1933'te, elektron mikroskobu bulunur; elektron mikroskobu minerallerin incelemesine de uygulanacaktır.

Birçok bilgin ve özellikle Humboldt, 1800 yıllarından itibaren, bilimlerin, doğanın incelemesinin

gittikçe artan önemini vurgularlar. Humboldt, Karl Marx'ı geride bırakarak, doğal olayların karşılıklı bağımlılığını gösterir. 1828'den 1842'ye kadar, Auguste Compte *Pozitif Felsefe Dersleri*'ni verir; bu derslerin Lâtin dünyasında büyük etkileri olmuştur. 1848'de, Marx ve Engels *Komünist Manifesto*'yu yayınlarlar; onların öğretisinde, bilimler, toplumsal ilerlemenin temeli olarak ilk yeri tutarlar.

II. Genel Eğilim

Kimya gibi jeoloji de 18. yüzyılın sonlarına doğru somutlaşmıştı; o zamandan bu yana büyük problemler ortaya koymuş ve yöntemlerini denemişti; hiç olmazsa önemli bir miktar. Jeoloji 1800'den günümüze iki tür çalışma yapar. Bir yandan, fosillerin ve kayaçların incelemesi ve jeoloji haritalarının yapımıyla yeni bölgelere ve zamanla tüm yeryüzüne işletmenin, yöntemlerin, araç gereçlerin, edinilmiş bilgilerin uygulaması, öte yandan bizzat yöntemlerin gelişmesi, görüş açılarının genişlemesi ve yeniliklerin artması. Bu iki tür çalışma birlikte yürür ve çoğu kez aynı adamların eseridirler.

Uygulamalar ve yenilikler sonucu bilgiler çoğalır. Jeolojinin dalları gittikçe farklılaşır. Petrografi ya da kayaçların incelemesi; paleontoloji ya da fosillerin incelemesi, hayvan paleontolojisi, bitki paleontolojisi ve ayrıca kendine özgü yöntemleri olan mikropaleontoloji ya da küçük fosillerin incelemesi; dinamik jeoloji, iç dinamik jeoloji ve dış dinamik jeoloji diye ayrılır, sırayla deniz ya da rüzgâr gibi dış kuvvetlerin ve volkanlar gibi iç kuvvetlerin etkisi sözkonusudur; stratigrafi ya da ardışık yerey katmanlarının incelemesi, karaların ve denizlerin da-

ğılımını, çeşitli dağların oluşumunu, eski iklimleri ve eski bitki örtülerini gözönüne alır.

Jeolojinin yanında, yeni bilim dalları ortaya çıkar, Fizik yöntemlerinin yeryuvarına uygulaması jeofiziği meydana getirir; kimya yöntemlerinin yeryuvarına uygulaması ise jeokimyayı oluşturur. Giraud-Soulavie ve Humboldt'un çalışmalarıyla ortaya çıkan fizikî coğrafya ise bunlara paralel olarak gelişir. Çakışan bilim dalları bağımsızlıklarını korurlar ya da bağımsızlıklarını kazanırlar; pratik önemleri nedeniyle zemin mekaniği ve pedoloji gibi ya da çekici oluşları nedeniyle prehistorya ve speleoloji gibi; fakat hepsi jeoloji ile sıkı bağlarını korurlar.

Esasa gelince, bu iki yüzyıl içerisinde, jeolojideki gelişmeler özellikle ölçmelerin bu alana girmesine dayanır. Örneğin fosillerin ve kayaçların incelemesinde ve mutlak jeokronolojide olduğu gibi. Paleontolojide, jeolojik tarihte v.b. olduğu gibi, oluş sıklıklarının ya da olayların gerçekleşmesinin olasılıklarının dikkatli incelemesinin de bunda payı vardır. Böylece tüm bilimler, yalnızca nitel bir evreden oldukça nicel bir evreye geçmişlerdir ya da geçmektedirler. Jeolojide şaşırtıcı olan, bazı çekingen zekâlar tarafından, 1960'lı yıllarda dahi bu geçişe karşı gösterilen dirençtir.

III. Jeolojik Çalışma Koşulları

1800 yıllarından itibaren denenmiştir ki, araziyi gözlemlemek için jeolog yürümelidir. Léopold de Buch, 78 yaşına kadar tüm seyahatlerini yürüyerek yapar. Aynı şekilde, Dumont (1809-1857) Paris'ten Belçika'ya yürüyerek gider; yolda gözlemler yapar. Durakları günde ortalama 45 kilometre kadardır; bazen 60 kilometreye erişir. 1929'da, Welsch, bütün

gün yürüdükten sonra, trene binmez, Châtellerault'dan Poitiers'ye yürüyerek döner (30 kilometreden fazla). 1935'e doğru, Goguel, tezini hazırlarken motosiklet kullandığı için bu skandal olur. Fakat uzak yerler için ya da güç koşullu ülkeler için, yavaş yavaş mekanik araçlardan yararlanılmaya başlanır. Orta Asya'da, Sovyet jeologlar paraşüt kullanırlar. Büyük Sahra'da, develer 1950'ye doğru yerlerini otomobillere bırakırlar; Antarktika'da köpeklerin çektiği arabaların yerini helikopterler alır.

Jeoloğun gereci ve hattâ amblemi her zaman çekiçtir. Jeoloğun arazide yürüyüşleri güvensizdir. 1822'de, Deshayes, "en kendi halinde seyyahları serseriler ve dilencilerle karıştıran köylülerden kurtarmak için" bir fosilini Valmondois belediye başkanına verir. Sorbonne'da profesör olan Haug, serseri, aylâk diye Alpler'de tutuklanır. Bir İspanyol papaz jeolog, papaz olduğunun anlaşılabilmesi için, meslektaşlarından biri önünde polis tarafından ayin yapmaya zorlanır. Dahası, insanlar jeologlara altın ya da petrol mü aradıklarını sorarlar. Jeolog genellikle şöyle yanıt verir: "Hayır". Ona acıyarak bakarlar. Bir gün, iki Katalonyalı jeolog dağda küçük bir çobana rastlarlar; çoban onların ne yaptıklarını öğrenmeye çalışır. Ona izah ederler. "Sen nasıl koyunlarına bakıyorsan, biz de bu dağın taşlarını inceliyoruz, bu bizim mesleğimiz.

- Ya öteki dağ, şu vâdinin öte yanında olan?

- Onu da. Bu akşam o dağa çıkacağız. Bu seni şaşırtıyor mu? Fakat bu böyle. Bir dağdan sonra diğerine tırmanıyoruz, daha sonra diğerine. Bu bizim mesleğimiz!

- Desenize, deli mesleği bu..."

Jeoloğun yaşamının en hoş yanlarından biri, kırların ve dağların insanlarıyla, çiftçilerle, taşoca-

ğı işçileriyle, bu yoğun ve düşünceli zihinlerle olan tatlı ilişkidir; onlardan çok şey öğrenirler.

IV. Jeolojik Çalışmanın Organizasyonu

Belirttiğimiz üzere, jeolojik çalışmaların çoğalması, çalışanların çoğalmasıyla çok daha hızlanmıştır. Çalışanlar, düşünce iletişiminde bulunmak için, bir araya gelmek gereksinmesini çok çabuk hissetmişlerdir. İlk jeoloji kurumu, 1807'de Londra'da kurulmuştur; bu kurumla birlikte, özellikle jeolojiye ayrılmış ilk periyodik ortaya çıkmıştır. 1831'de, İngiltere'de, bilimlerin ilerlemesi amacıyla ilk dernek kurulmuştur; 1859'da ise, Paris'te, birçok konudan başka prehistorya ile meşgul olacak ilk antropoloji kurumu kurulmuştur. 1878'de, ilk uluslararası jeoloji kongresi toplanır; bu kongre daha sonra her dört yılda bir değişik bir ülkede toplanır. Bu kongreler, araziyi görmek için mükemmel bir fırsattırlar. Uluslararası işbirliği gittikçe ortaya çıkar ve kendini belli eder. 1875'te, Ağırlık ve Ölçüler Uluslararası Bürosu kurulur. Jeoloji kongresi, *Dünya Jeoloji Haritası*'nın patronluğunu yapar; sonra kaçınılmaz bir gereç olan *Uluslararası Stratigrafi Leksiği*'nin hazırlanması Fransa tarafından üstlenilir.

Aslında iyi olan dokümanların çoğalması, önemli problemler ortaya koyar. 1960'lara doğru, her yıl 40.000 den fazla jeolojik çalışma yayınlanmıştır. Her ilgilenen bunların hepsini okuyamaz. Dokümantasyon dokümanı bastırmaktadır. Bunu aşmak için, ulusal araştırma merkezleri, büyük kamu kuruluşları ya da özel kuruluşlar, özellikle 1920'den beri, fiş takımları, bibliyografyalar, özet yayınlar, çeviri makinalarının kullanılması, 1960'larda inceleme aşamasındadır; delikli kartların kullanılması

gerçekleştirilmiştir. Diğer bilginler gibi, jeologlar da çalışmalarının ayrı çekimlerini birbirlerine göndermektedirler; araştırma merkezleri ve üniversiteler, ülkeler arasında araştırmacı değişimini kolaylaştırmaktadırlar. Jeoloji, hayranları arasında bağlar yaratır, öyle ki her jeolog dünyanın bütün ülkelerinin lâboratuvarlarına bir kardeş gibi kabul edilir; ona ilk önerilen şey araziyi göstermektir. Buna karşın, birçok maden ya da endüstri kuruluşları daha ketum kalırlar. Jeoloji öğretimi araştırmalardaki gelişmeleri izler, fakat resmî yönetimin onayı çok sonra gelir. 1859'da, Doğa Tarihi Müzesi'nde ilk kürsü kurulduğunda, paleontoloji yarım yüzyıl önce yerleşmişti.

V. Mineraloji

1800 yılından itibaren, Yerbilimleri'nin her kolunda büyümeler olur; bunlardan başlıcalarına değineceğiz. Mineralojide, kristal yüzeylerinin açılarını ölçmek için, Wollaston 1809'da yansımalı gonyometreyi bulur; bu Romé'ninkinden sonra büyük bir gelişmedir. Oysa Romé ve Haüy özellikle minerallerin şekillerini incelemişlerdi; İsveçli Berzelius bunların kimyasal bileşimlerini inceler ve bu incelemeden tutarlı bir sınıflamanın ilkelerini çıkarır. İsomorfizma onun lâboratuvarında bulunmuştur; yani aynı bir kristal şeklinin farklı kimyasal tabiatta atomlardan meydana gelmiş olabileceği.

1820'de, Mohs, bir sertlik cetveli ortaya koyar; bu cetvel öylesine iyi düşünülerek seçilmiştir ki günümüzde de halen kullanılmaktadır. Fransız Lévy, kristal yüzeylerinin bir notasyonunu tasarlar; fakat İsraillilere Fransa'da kürsü verilmediği gibi, Lévy İngiltere'ye sürülür. 1829'da, Nicol, ışığı bir düz-

lemde polarize edebilecek tarzda kesilmiş kalsit lâmları tasarlar; bu lâmlar o zamandan bu yana Nicol'ün adını taşır ve 1841'de polarizan mikroskobun ortaya konmasını sağlar.

1830'da, Hessel, kristallerin dış şekillerinin 32 simetri durumunu ortaya koyar. Haüy'nin öğrencisi olan Delafosse (1796-1878) "paralelyüz şeklinde düğümlü sürekli bir ağ" düşüncesini belirten ilk kimsedir. Deniz subayı olan Bravais (1811-1863), ağlar teorisini ve 1851'de bunların simetri sınıfları teorisini ortaya atar. Maalesef, açıklama öylesine karışıktır ki, nihayet kabul edilmesi için teori Almanya'da yeniden ortaya atılacaktır.

Aletsel ilerlemeler devam eder. 1858'de, çok alanın öncüsü olan İngiliz Sorby (1826-1908); kristalleri mikroskopta yansımayla gözlemler; bu metalografinin başlangıcıdır. 1889'da, Rus Fedorov (1853-1919), iki daireli bir gonyometreyi ortaya koyar; sonra kayaç minerallerinin incelemesi için, 2 eksen etrafında dönen bir mikroskop plâtini bulur. Yine Fedorov, 1889'da, ötelenmeleri hesaba katarak mekânsal simetri gruplarını önceden betimler; bu grupların gerçek olanı onlarca yıl sonra kurulacaktır. 1891'de, Alman Becke, farklı kırılma indisli iki kristalin sınırında görülebilen çok basit bir saçağa dikkati çeker ve bu saçağın yer değiştirmesi, iki kristalden hangisinin daha yüksek kırmalı olduğunu söylemeyi sağlar.

Biliniyor ki ışık dalgaları bir ağ tarafından kırılırlar, örneğin bir şemsiye kumaşı tarafından. X ışınları dalgaları çok daha kısadırlar; fakat eğer varsalar kristallerin düğümleri, bir kumaşınkinden çok daha küçük olmalıdırlar. Bunlar X ışınlarını kıramazlar mı? İşte 1912'de, genç fizikçi meslektaşı von Laue tarafından Roantgen'e sorulacak soru bu-

dur. Yaşlı hoca kuşkusunu gizlemez; bu bir şans nedeni olabilirdi. Fakat denemek gerekir. Bu işe bir ay ayırmaya karar verirler. Üç hafta geçer, transmisyon (ışını geçirme) denemeleri boşunadır. Sonra yansıtma ile bir deneme yapılır ve kırılma şekilleri ortaya çıkar. Yüz yirmi beş yıl önce Haüy tarafından öngörülmüş düğümler gerçeği kanıtlamıştır. Bunlarda doruklar bizzat atomlardır ya da daha çok bunların ortalama konumlarıdır. Bir kristal bir atomlar yapısıdır. Özellikle silikatlar (Silikat adı Berzelius'a aittir) böylece çok iyi açıklanırlar; bunun teorisi Rus Balov tarafından ortaya konur. X ışınlarında tayf (spektrum), minerallerin tayininde güçlü bir araç olur.

20. yüzyılda, fiziğin mineralojiye getirdikleri başka alanlarda da kendini gösterir. Diferansiyel termik analizde, bir mineralin ısınmaya tepkisinin tarzı kaydolunur; bunda eğrinin sivri çıkıntıları (kroşeler) mineralin yapısının değişimlerini gösterir ve böylece minerali tanımayı sağlar.

VI. Erüptif ve Metamorfik Petrografi

İskoçyalı James Hall (1762-1831), deneysel jeolojinin başlangıcını yapar. 1801 ve 1803'te, dövülmüş demirden tüpler içerisine kapatılmış kalkeri ısıtır. Kireç fırınlarında olduğu üzere ayrışmayan kalkar erir, sonra soğuyarak yeniden kristallenir ve mermeri verir; sıcaklığın ve basıncın etkisiyle bir metamorfik kayacın oluşumu böylece gösterilmiş olur. 1805'te, James Hall, Vezüv ve Etna'nın lâvlarını alır ve bunları eritir; eriyikleri aniden soğutarak volkanik cam elde eder. Bu erüptif (püskürük) kayaçların ilk sentezidir. 1825'te, Lyell, *metamorfizma* (başkalaşım) terimini ortaya atar.

Sorby, 1856'da, kayaçları ince kesitler halinde kesmeyi tasarlar; sonra bu ince kesitleri polarizan mikroskopta inceler; bu olağanüstü gelişmeler getiren bir yöntemdir.

Kayaçlar günden güne daha iyi betimlenir ve bunların sınıflamaları yapılır. Cotta, 1862'de, kayaçları net olarak üç büyük gruba ayırır: Erüptif kayaçlar (püskürük kayaçlar), metamorfik kayaçlar (başkalaşım kayaçları) ve sedimanter kayaçlar (tortul kayaçlar). 1887'de, Alman Rosenbusch, püskürük kayaçları şöyle ayırır: Akma ve atılma kayaçları, damar (filon) kayaçları ve derinlik kayaçları; bu yataklanmaya göre ilk sınıflamadır. Bileşime gelince, kimyasal bir sınıflama ve mineralojik bir sınıflama arasında tereddüt edilebilir. Mineralojik sınıflama doğabilimciye daha çok hitabedicidir; fakat kimyasal sınıflama camsı kayaçlar için kendini kabul ettirir, zira bu kayaçlarda mineraller ayırdedilemez. Reel (gerçek) kimyasal bileşimden hareket etmek ve makûl uzlaştırmalara göre virtüel (bilkuvve mevcut olan) mineralojik bileşime varmak düşüncesi buradan ortaya çıkmıştır. Bu birçokları arasında, Fransız Lacroix (1863-1948) tarafından kabul edilen ve 20. yüzyılın ilk yarısında üstün tutulan karma bir yöntemdir. Fakat bu yöntemin suni olmak, pahalı ve uzun analizleri gerektirmek sakıncası vardır. Dolayısiyle şimdi, bir integratris plâtin ya da bir nokta sayacı yardımıyla, ince kesitlerde farklı minerallerin sıklık durumunu değerlendirerek mineralojik sınıflamaya dönüyoruz.

Bazı kayaçların kristallenmesinde, bor ve flüorca zengin mineralizatör akışkanların etkisi, 19. yüzyılın sonunda gösterilmiştir. Gözlemimizden uzak olarak kristallenmiş olan granitin kökeni, büyük tartışmaların konusudur; bazen akışkan bir

hamurdan gelmiş gibidir, bazen ise arazide katı kayaçların metamorfizmasının son hali gibi görünür (Perrin ve Roubault). Bu konuda deneylere girişilmiştir; 1955'te Fransız Wyart tarafından, akışkanlardan itibaren bir mikrogranit elde edilmiştir. Peridotitlerin özgünlüğü Jackes de Lapparent (1883-1948) ve öğrencileri, bunlar arasında J. Jung tarafından belirtilmiştir. Magnezyumca zengin ve ağır oldukları halde, bunlar daha derin katmanların bir örneği gibidirler. Meteoritler incelenir; en irilerinin düşmesi, Arizona Meteor Crater'inde olduğu gibi kraterler meydana getirebilir, bu 1891'de yorumlanmıştır; 1 mm den küçük olan en küçükleri, 19. yüzyılın sonlarına doğru tortular içerisinde bulunmuşlardır. Tektitler, granit bileşiminde olan doğal camlardır; bunların meteoritik kökenli oldukları aynı çağa doğru gösterilmiştir.

VII. Sedimanter Petrografi ve Sedimantoloji

Burada, erüptif petrografide olduğu gibi, önce kayaçları betimlemek, sonra bunların oluşumunu ve sundukları bilgileri anlamak sözkonusudur. Etkiyen kuvvetler dış kuvvetler olduğu için, bunlar bizim için daha ulaşılabilirdirler: Denizde ya da akarsularda çökelme; derin ya da derin olmayan deniz; kuru ya da nemli, sıcak ya da soğuk iklim; bol ya da dağınık bitki örtüsü. Kayaçların öncel betimlemesi usanç verici görünebilir, fakat bu zorunlu bir aşamadır ve en ince ayrıntılar ilginç olabilir. Özellikle ince kesitte betimsel inceleme için *Sedimanter Petrografi* terimi kullanılır. Daha genel olan ve 1930'a doğru ortaya atılan *Sedimantoloji* sözcüğü ise, çok değişik teknikler kullanarak yapılan açıklayıcı bir incelemeyi içerir.

19. yüzyılın başlarında, James Hall deneyi başlatır. Kum üzerinden deniz suyu geçirerek bunu kumtaşı halinde pekiştirir. 1848'de, polarizan mikroskopta, kömür içerisinde bitkisel yapılar ortaya konur. Kömürün olduğu yerde mi oluştuğu, yoksa taşınarak mı oluştuğu uzun süre tartışılacaktır. Metalografik mikroskop, yansımayla inceleme, 19. yüzyılın başlarında sorunu kesin olarak çözecektir. Kömürün maddesi taşınmıştır. 1855'te, Fransız Daubrée, Rhin yatağındaki çakılların yönlenmesini inceler; böylece konum incelemelerini başlatır; bu inceleme sözkonusu etkenlerin tabiatı üzerine (akarsu, deniz, rüzgâr ...) bilgiler getirir ve bu etkenlerin hareketlerinin yönü üzerine bilgi verir. 1878'de, İngiliz Sorby, kum tanelerinin şekli üzerine incelemeleri başlatır, bu da çok hitabedicidir. Fransız Lucien Cayeux, 1900 ve 1940 arasında, özellikle mikroskopta çok sayıda kayaç betimler. Amerikalılar ve Fransızlar çakılların şekil indislerini tanımlarlar ve 1948'den beri Fransızlar bunlardan donmanın, buzulların, akarsuların ve denizin eyleminin ölçütlerini çıkarırlar. Ziraatçilerin ve petrolcülerin araştırmaları, özellikle 1930'dan sonra, gözeneklilik (porosité), geçirimlilik (perméabilité), granülometrik analiz (farklı boylarda parçacıkların sıklığı), hafif mineraller ve ağır mineraller ve killerin incelemelerinde büyük gelişme sağlar. Pedoloji ya da toprakbilim 1837'den beri vardır, fakat iklimin çok büyük etkisini göstererek, 1880'e doğru ona büyük gelişme hızı veren Rus Dokuçaiev'dir. 1935'e doğru, Amerikalı Krumbein gösterir ki tortuların nicel karakterlerinin çoğu logaritmik yasalara tâbidirler; bu jelojinin diğer kollarına da yayılacak olan çok verimli bir kavramdır.

Kısacası, tortuların kabalığını, kireçtaşlarının,

kumtaşlarının ve diğer kayaçların ayrışmasını düzenleyen nedir? Uzun süre sanılmıştır ki, bunları düzenleyen yalnızca ya da çoğu zaman tektoniktir, oluşmuş ya da oluşmakta olan sıradağlara göre konumdur. Fransız ekolünün çalışmaları, bunlar arasında Ehrart ve Tricart'ın 1945'ten beri olan çalışmaları, iklimin ve bitki örtüsünün çok önemli rolünü ortaya koymuştur. Tortulaşmadan önce aşınma gelir; tortul kayaçları iyi anlıyabilmek için, arazinin ayrışma ve aşınma koşullarını iyi bilmek gerekir.

VIII. Maden Yatakları, Kömürler, Hidrokarbürler

Ekonomik önemleri nedeniyle, yataklar çok sayıda incelemelerin konusudurlar. Öğretimin gerekliliği bunların sınıflamasını yetkinleştirmektedir. İç kökenli yataklar arasında, Sandberger 1871'de yanal ornatma kavramını belirtir; aynı tarihe doğru Amerikalılar, metamorfizmanınkinden daha kuvvetli olan ve yeraltı suyunun büyük payı olduğu buharların yükselmesine ve dolaşımına bağlı olan kimyasal dönüşümler için metasomatoz adını önerirler. 1890'da, Fransız de Launay, peridotitlerde ve çok bazik diğer kayaçlarla birlikte bulunan segregasyon yataklarını ayırdeder.

19. yüzyılın ikinci yarısında, Alman ve Rus yazarları, tortul yataklar arasında, ekonomik değerleri gittikçe artan tuz çökellerinin, bunlar arasında potas ve soda çökellerinin koşullarını tanımlarlar. Kömürlere gelince, aynı tarihe doğru, deniz kenarında oluşmuş *paralik havzalar* ve ayrıca *limnik* (gölgesel) *havzalar* ayırdedilir. 1859'da, ilk petrol kuyularının açılmasından itibaren anlaşılmıştır ki, kumtaşı petrol için uygun bir kayaçtır ve sıvı petro-

lün üzerinde çoğu kez gaz bulunmaktadır. 1883'te White belirtir ki, Pensilvanya ve Virjinya'da petrolün altında çoğu kez daha ağır olan tuzlu sulara rastlanılmaktadır ve yoğunluklarına göre sıralanmış olan suların, petrolün ve gazın tümü, çoğu kez, bunların yukarıya kaçmasına engel olan kubbe şeklindeki antiklinallerde yerleşmiştir. Bu, modern prospeksiyonun yönlendirici özelliklerinden biri olan çok önemli kapan kavramının başlangıcıdır. Petrolün ve gazların oluşumu konusunda, 19. yüzyılda, mineral bir köken ve organik bir köken yani canlı varlıkların fermantasyonu ile oluşum arasında tereddüt edilmiştir. 1920'den beri ortaya konan tüm olgular, organik bir kökeni göstermektedirler; yalnızca hayvanların ve bitkilerin oluşturduğu cisim olan sterol (ya da kolesterol)'ün varlığı; fermantasyonla hidrokarbürlerin oluşumunu sağlayabilen bakterilerin bulunması; güncel denizlerin tabanında petrol ürünlerinin izleri, özellikle 1945'ten sonra, petrolün mercan resifleriyle birlikte bulunduğuna çoğu kez işaret edilmiştir.

İç kökenli yataklar ve tortul yataklar arasında kesin bir ayırıma inanılmıştır. Gerçekte, 1945'ten beri yapılan birçok inceleme göstermektedir ki, örneğin demir gibi sözkonusu elementin ilk tortu içerisinde önceden konsantre olduğu, daha sonra sıcakta metamorfize olduğu, dönüştüğü kabullenilmezse, bazı iç kökenli yataklar içerisinde konsantrasyonlar açıklanamazlar. Bu durumda, son kristallenme pekâlâ iç kökenlidir, fakat önceden konsantrasyon tamamen ya da kısmen tortul olacaktır. Tortul aşırılık (persédimentaire) hipotezi (1950), bu yorumu genellemeye dayanır. Öyle görünüyor ki bu hususta aşırı gidilmiştir; tamamen iç kökenli konsantrasyonlar da mümkündürler.

IX. Paleontoloji

1800'den itibaren, araştırmalar başlıca üç yönde gelişir. Türlerin betimlemesi ve bunların kronolojik röper olarak kullanılması; bunların yaşam tarzının ve çökelme koşullarının incelemesi; evrim kavramı. Bu üç hususun belirgin nicel incelemesi.

Omurgasız fosiller çoğu kez bütün durumda görüldükleri halde, omurgalılar hemen daima tek, karışmış dişler ya da kemikler durumunda bulunurlar. Cuvier problem ile uğraşır. Güçlü ve yöntemli bir zekâsı olduğu halde, çalışmasını en fazla etkin olacak şekilde düzenler. Profesör olduğu Doğa Tarihi Müzesi'nde, birçok görevleri yanında, ayrı odalarda büyük bir düzen içerisinde, güncel ve fosil iskeletleri, belgeleri ve eski araştırmacıların levhalarını tasnif etmiştir. 1812'de gösterir ki, omurgalıların çeşitli organları farklı türlere göre rastlantısal olarak dağılmamışlardır: "Eğer bir hayvanın bağırsakları yalnızca eti sindirmek için düzenlenmişse, bu hayvanın çenelerinin avını parçalayıp yiyecek şekilde olması, tırnaklarının onu yakalayacak ve yırtacak şekilde olması, dişlerinin kesecek ve bölecek şekilde olması gerekir." İlk kez öne sürülmüş olan bu formları deneştirme ilkesi, yalnızca omurgalıların paleontolojisini değil, aynı zamanda tüm varlıkların anatomisini aydınlatmaktadır. Bir fosilin çenelerine bir bakışta, Cuvier bunun bir keseli (Marsupial) olduğunu söyler; kayaçlar kazılır ve gerçekten keseli kemikleri bulunur. 1818'de Oxford'u ziyaret ettiğinde, Cuvier vitrinlerde Jura'nın Keseliler'ini görür; belirtelim ki eğer Oxford'un koleksiyonu çağdaş birçok koleksiyonlar gibi çekmecelere gömülmüş olsaydı, bu keşif yapılamıyacaktı. Cuvier saptar ki fosil omurgalılar ardışık faunalar

halinde dağılmışlardır; Brongniart ile işbirliği yaparak, 1808'de, Paris yöresinin Üçüncü Zaman arazilerinde Omurgasızlar'ın da aynı şekilde olduğunu gösterir.

Fosillere olan ilgi giderek artar; 1841'de İngiltere'nin güneyinde, balık biçiminde deniz sürüngeni olan Ichthyosaur bulunur. 1834'te, paleontoloji sözcüğü ortaya atılır. Cuvier, ardışık dört fauna ayırdetmişti. Alcide d'Orbigny (1802-1857), araştırmasını eski ve yeni dünyaların Omurgasızlar'ına yayarak ardışık yirmi yedi fauna ayırır. Zamanını ve servetini, her iki dünyada bulunmuş fosillerin listesini ve bunların şekillerini hazırlamaya ve yayınlamaya hasreder; bu fosiller arazileri tarihlendirmeyi sağlarlar. Giraud-Soulavie ve William Smith tarafından ekilen tohumun bir büyük ağaç olmuştur. Paleontoloji coşku ortaya çıkarır. Uğrunda şehit olanları vardır. Alcide d'Orbigny'nin yeğenleri iki çocuk, falezleri istikşaf etmek üzere bir sabah La Rochelle'den yola çıkarlar. Akşam, geri dönmedikleri görülür. Ertesi gün, bir heyelânın altına gömülmüş olarak bulunurlar; ellerinde hâlâ küçük çekiçlerini ve fosil torbalarını tutmaktadırlar.

D'Orbigny ve öğrencileri sanmışlardı ki, pek az istisna ile, her fosil türü bir kat içerisinde sınırlı kalmıştır. Onlardan sonra gelenler, çoğu durumda durumun böyle olmadığını saptarlar. 19. yüzyılın ikinci yarısında, haklı olarak, stratigrafik ayırtman fosiller ve ayırtman olmayan fosiller ayırdedilir. Ayırtman fosillerin ömürleri kısa olmuştur; bir kat ya da katın bir bölümü süresince yaşamışlardır; Ammonitler buna bir örnektir. Sonra 20. yüzyılda, görülür ki bir grup ne kadar özenle incelenirse, bu grubun içerisinde beklenmedik değişimler bulunur, karakteristik kat türleri bulunur. Öyle ki tanınmış

ayırtman olmayan gruplarla ayırtman olanlar arasındaki ayırım hafifleşir. Hemen tüm gruplar, yeterince iyi incelenmiş olmaları koşuluyla iyi fosildirler. Örneğin Ostracodlar'ın, küçük Crustaseler'in petrol araştırma kuyularında bolluğu dikkate değerdir. Diğerleri mikroskopiktirler; gittikçe daha iyi çıkarılıp elde edilmekte ve gözlenmektedirler; hepsi Mikropaleontoloji'nin konusunu oluştururlar; bu hızla gelişmekte olan bir daldır. Tek hücreli küçük hayvanlar olan Foraminiferler'in kavkıları da petrol araştırmaları için esas alınırlar. Polen (çiçektozu) ve spor (çiçeksiz bitkilerde üreme organı) taneleri torbaların, çamurların ve kömürlerin incelemesine yenilik getirmektedir.

Doğal olarak, inceleme yöntemlerinin yetkinleştirilmesi gereklidir. X ışınları, flüoridrik asitle çıkarıp ayırma, boyamalar ortaya konmuştur. 1930'a doğru, Fransız Deflandre böylece göstermiştir ki, seksen milyon yıl öncesine ait tebeşirtaşları içerisinde bulunan çok küçük Flagellalar protoplazmalarını korumuşlardır; bunlar bugünkü hücrelerle aynı olarak ayıraçlarla boyanabilmektedirler. Polonyalı Kozlowski ince el işlemleriyle özellikle iyi korunmuş Graptolitleri ayırır ve 1935'te gösterir ki uzun süre problemli kalmış olan bu varlıklar Chordata (Kardalılar)nın üst koluna aittirler.

Formların incelemesi yaşam tarzının incelemesine eşlik eder. Bu şekilde, ilk kez d'Orbigny tarafından betimlenmiş olan Foraminiferler, 19. yüzyılın ikinci yarısında, yüzey türleri ve taban türleri, sıcak türler ve soğuk türler olarak sınıflanırlar. Bunlar, birçokları gibi petrolcülerin yararlanacakları değerli bilgilerdir. Mercan resiflerinin gelişip büyümesini sağlayan koşullar incelenir. 1935'e doğru Alman Rudolf Richter, *paleobiyoloji*'ye *paleopsi-*

koloji'yi de eklemeyi önerir; paleopsikoloji, fosil kurtlar ve dinazorlar gibi hayvanların, bunların yaşam alanı olan pistlerine göre gidiş gelişlerinin incelemesidir.

Fakat 19. yüzyılın büyük problemi, türlerin kökeni problemidir. 1800'de ve 1809'da Lamarck bir çözüm önerir; türler birbirlerinden türerler. Bu, evrim (évolution), dönüşümcülük (transformisme) hipotezidir. Maalesef Cuvier buna karşı çıkar; Cuvier türlerin sabit olduğuna inanır. Onun saptadığı fauna değişimleri, ona göre "Yeryuvarın revolüsyonlarının" sonucudur (1821). Lamarck'ın kanıtları gerçekte tartışma götürür kanıtlardır, açıklamaları azçok belirsizdir. Cuvier kazanır. Lamarck yalnız, kör, anlaşılamamış ölür. Mozart'ınki gibi, naaşı bir mezarlığa atılıverir.

Tartışma 1830'da yeniden başlar, bu kez Geoffrey Saint-Hilaire ve Cuvier arasında. Temmuz sonudur, Goethe'ye bir ziyaretçi gelir:

"- Paris'teki büyük haberi duydunuz mu?

- Evet, devrim, kral devrilmiş ...

- Hayır o değil! Bilimler Akademisi'nde Geoffrey ve Cuvier arasındaki kavga."

Goethe doğacak sonucu görür. Maalesef, Geoffrey'nin kanıtları iyi değildir; Cuvier bir kez daha kazanır. Evrimciliğin (évolutionnisme) yeniden doğrulanması ve nihayet kabul edilmesi için 1859'u, Darwin'i beklemek gerekecektir. Fakat bu kolay olmaz. Kiliseler öfkelenir: "Büyük babanız tarafından mı, büyük anneniz tarafından mı maymundan geliyorsunuz?" diye sorar Canterbury başbiskoposu, Huxley'e. Huxley öfkeli, yanıt verir: "Tanımadığı şeylerle karışan ve sonu geçerli hiçbir şeye varamayan belirsiz ve kararsız bir kimseden gelmektense maymundan gelmeyi yeğlerim." Jeolog Sadgwick

1865'te şöyle yazar: "Bunu istedikleri gibi süsleyebilirler, dönüşümcülük teorisi onda dokuz kaba bir maddecilikle sonuçlanır." Teilhard de Chardin 1920'den 1950'ye kadar gösterecektir ki bu teori aksine şiddetli bir tinselcilikle çok iyi uyuşmaktadır. Fakat maddecilik suçlaması, karşı düşüncede olanı gözden düşürmek için çok uygundur!

Paleontolojik olguları, çok çabuk olarak terazinin kefesini evrimciliğe doğru bastırır. 1860'ta, sürüngenlerle kuşlar arasında ortaç olan *Archaeopteryx* bulunur. 1875'te Neumayr Paludinalar arasında ve 1876'da Huxley atın cedleri arasında, gelişme halinde form dizileri betimlerler; bunlar rastgele ortaya çıkmış olsalardı, açıklanamıyacaklardı. Evrim olgusu kabul edildikten sonra, özellikle bunun tarzları incelenir. Amerikalı Cope (1840-1897), boyda bir artma eğilimini belirtir. Belçikalı Dollo, tersinirsizliği vurgular; kaybolan bir organ evrim sonunda yeniden ortaya çıkmaz. Örneğin Balıklar'ın yüzgeçleri vardır, fakat Memeliler'in genellikle yoktur; balinaların yüzgeçleri vardır, fakat bunlar balıkların yüzgeçleri gibi değil, memelilerin organları gibidir. 19. yüzyıl başında, Depéret, büyük gruplar içerisinde, belli organlarla belli bir yaşam tarzına doğru tedricî bir özelleşme eğilimi gösterir. Güncel Ongulalar buna iyi bir örnektir; bunların fosil cedleri pek az farklıydılar, üstelik hem etçil hem otçuldular. 1940'ta Goldschmidt, genetikçilerin lâboratuvarda inceledikleri küçük mütasyonlar olan mikroevrim ve fosil türlerinin birinden diğerine gösterdiği büyük değişimler olan makroevrim'i ayırır. Aynı mekanizmalar her iki durumda roloynar mı? Eğe öyleyse aynı tarzda mı roloynarlar? İşte bugün araştırmacıların ortaya koyduğu büyük problemlerden biri.

Bu çeşitli alanlarda, nicel incelemeler yani günler getirirler. Bu incelemeler eskiye giderler. 1814'te, İtalyan Brocchi belirtir ki katmanlar ne kadar eskiyse, güncel türlerden farklı olan türlerin yüzdesi o kadar büyüktür. 1830'a doğru Lyall bu verileri yaygınlaştırır. 20. yüzyılda, güncel türler üzerinde olduğu kadar, fosil türler üzerinde de bireyler ve organlar ölçülür; bunların değişimleri incelenir ve bu *biyometrik* incelemelerden, bir topluluğun homojen mi olduğu ya da aksine farklı tür ve çeşitlerin bir karışımından mı meydana geldiği çıkarılır. 1945'ten beri, mutlak yaşların bilinmesi, türlerin ömür uzunluğunu değerlendirmeyi sağlar; Amerikalı Simpson 2 milyon yıllık bir ortalama bulur; Fransız araştırmacılar daha geniş bir zaman olarak 4 ile 8 milyon yıl bulurlar. İrlandalı Small saptar ki, büyük Diatome Alg gruplarında, türlerin sayısı geometrik dizi halinde artmaya başlar. Fransa'da 1948'de aynı yasanın çok genel olduğu gösterilir ve deniz kabukluları ve böcekler ve aynı zamanda köklü bitkiler gibi büyük topluluklara uygulanır. Tür sayısının iki katına çıkma zamanı, her çağın en zengin yataklarında 80 ya da 100 milyon yıl kadardır.

X. Dış Jeodinamik

19. yüzyılın başlarında, Fransız Constant Prévost (1787-1856), Cuvier'nin varsayımsal yeryuvarı revolüsyonlarına inanmaz. Eski zamanların olaylarının, bugünkü aynı nedenlerle açıklanabileceği görüşünü tutar. İngiliz Lyell de bu güncel nedenler düşüncesini kabul eder. 1930'da, Lucien Cayeux, denizel tortul kayaçların bazı durumlarını açıklamak için, aksine günümüzde etkin olmayan eski ne-

denlerin olasılığını gözönüne alır. Her iki görüş tarzı, 1945'ten sonra, oluş sıklıkları düşüncesiyle uzlaşmışlardır. Aynı nedenler hem geçmişte etkili olmuşlardır, hem günümüzde etkili olmaktadırlar; fizik ve kimya değişmemiştir. Değişen hem de çok değişen bu nedenlerin oluş sıklığı ve oluş koşullarıdır.

Tatlı su ya da deniz suyu, buz, rüzgâr ve diğer dış etkenler boyutlar, hızlar, debiler gibi ölçümlere pek doğal olarak uygundurlar; aşınmış, taşınmış sonra tortulaşmış gereçlerin miktar ve büyüklüğü de ölçülebilir. Örneğin donma, rüzgâr, yağmurlar, büyük taşmalar durumunda olduğu gibi çok önemli olan olay sıklıkları da saptanabilir.

Doğal olarak, başlangıç olayı olan, kayaçların ayrışmasını ve dağılmasını derinliğine incelemekle işe başlamalıdır. Fakat yalnızca 1945'ten sonra bu konu ele alınmıştır, özellikle ziraatçilerin ve coğrafyacıların isteği ve özen göstermesiyle. Önceleri jeologlar akarsuların ve denizin etkilerine ilgi göstermişlerdir. Tüm yeni çalışmalar, özellikle Fransız ekolünün çalışmaları, bunda iklimin önemli rolünü göstermektedir. Soğuk ya da kurak iklim çatlamayı, mekanik dağılmayı kolaylaştırmaktadır; sıcak ve nemli iklim ve yoğun bitki örtüsü kimyasal ayrışmalara neden olmaktadır.

Rüzgârın etkisi incelenmiştir. Fransız Virlet d'Aoust, 1857'de, Meksika miltaşı çökellerini rüzgâra atfeder. Alman Richtofen ise, 1873'te, Çin lözlerini rüzgâra atfeder. Rüzgârın şekillendirdiği çakıllar, Almanya'da 1880'e doğru betimlenmiştir; kum taneleri ise 1929'da Lucien Cayeux tarafından ele alınmıştır. Johannes Walther'in çalışmalarını takiben, çölde ve açık havada gözlenen tüm şekilleri rüzgâra bağlamak eğilimi vardır; unutulmaktadır ki alveoller, taffonisler ve mantar-bloklar gibi bun-

lar arasında bazıları, donma ya da tuzların kristallenmesi gibi başka nedenlerle ayrışmanın sonucudurlar. Fakat irdeleme kitapları böyle doğru olmayan şeyleri yaymaktadırlar. Bilimlerin ilerlemesi, bazı yazarların eleştirel zekâları olmayışından zarar görmektedir.

Başka bilginler hareket ki sağlam ve yeni olan şeyler getirirler. İngiliz Bagnold, 1936'da, körüklenen kum tanelerini filme alarak, bunların oldukça kısa sıçramalarla ilerlediklerini saptar. İsviçreli Wagmann ve Hollandalı Edalman, soğuk iklimde, kar ve kum karışık çökellerinin önemini gösterirler; bunlara 1946'da *kar-rüzgâr çökelleri* (nivée-éocliens) adı verilir. Matschinski, 1951'de, çöl kumullarının periyodikliğinin (devirliliğinin), belki de hareket halindeki hava kütlelerinin durumundaki periyodikliğin bir yansıması olduğunu telkin eder. Bu hipotez elbette hava fotoğraflarındaki görünümleri gözönünde bulundurur. 1945'ten sonra, Avustralya çölleri, *lunette* diye adlandırılan kil kumulları ve ayrıca rüzgârla tuz taşınmaları betimlenir.

Yüzeye yakın yerlerde, kayaçların ve toprağın deformasyonlarında donmanın etkisine, 19. yüzyılda İngiliz yazarları tarafından işaret edilmiştir; fakat kimse onları dinlememiştir. 1922'de, Rhénanie'de, bulgunun yeniden yapılması gerekecektir. 1906'da, İsveçli Andersson, donmuş zemin üzerinde *solifluxion* akmalarını betimler. Edelman, 1932'de, donmaya bağlı karışmalar olan *cryoturbation*'ları betimler. Bunların öneminin büyük olduğu Avrupa Kuvarterneri'nde ve bugün Antika, Antartika ve yüksek dağlarda ortaya çıkmıştır. Donmuş zemin ve bunun çözülmesi, birçok büyük çalışmaların yapılmasına engel olur; 1945'ten bu yana, özellikle Sovyetler ve Amerikalılar tarafından bunun için

özel teknikler tasarlanmıştır.

19. yüzyılın başlarında, Polonyalı Lozinski, donmanın kuvvetle etkili olduğu, buzulların dışında bulunan bölgelere *periglasiyer* (buzul çevresi) adını verir. Buralarda rüzgâr da etkili olur. 1930'dan beri, bu etkinliklerin Kuvatarner'deki büyük önemi ortaya çıkar ve bunların yayılımı özellikle Avrupalı araştırmacılar tarafından incelenir.

Bizzat buzullar, Ortaçağ'dan bu yana, İzlandalılar tarafından incelenmiştir. 1802'de, İskoçyalı John Playfair (1748-1819) buzulların kaya kütlelerini taşımış olduklarını savunur. 1821'de, İsviçreli Vanatz ve Agassiz gösterirler ki, Alpler'in avare blokları durumunda böyle olmuştur. O zamandan bu yana, eski ve güncel buzulların incelemesi, büyük bir coşkuya yolaçmaktadır. 1911 yılından bu yana, Amundsen ve Scott sayesinde bilinmektedir ki, Antartika kıtası geniş bir buz kubbesi, bir inlandsis tarafından örtülmüştür. Groenland da bir inlandsisle örtülmüştür; Alman Wegner, 1931'de, yapay sismik dalgalar yayarak buradaki buzun kalınlığını ölçme girişiminde bulunur ve Wegner burada ölür. 1948'den 1952'ye kadar, Fransızların kutup seferlerinde ölçmelerden iyi sonuçlar alınır; buradaki buzun ortalama kalınlığı 1600 metreye yaklaşır. Antartika'da, 1958'de, 4000 metreden fazla kalınlık ölçülmüştür. Böylesine yığışımlar nasıl oluşabilmiştir? Wegmann 1938'de tasarlar ki, başlangıçta dağların eteğine sokulan etek buzulları vardı; sonra bunların yükseltisi daimi karlar sınırına erişince, kendiliğinden kubbeleşmek eğilimleri olmuştur. Yükselti otokatalizi adı verilen bu hipotez, 1949 yılından itibaren Fransızların yaptıkları ölçmelerle doğrulanmıştır.

Suya gelince, yağmurun zemin üzerinde etkile-

ri, 1930'dan beri özellikle ziraatçiler tarafından incelenmiş ve ölçülmüştür. Sızma yasaları 1857'de Fransız Darcy (1803-1858) tarafından ortaya konmuştur; bu yasalar, su ve petrol gibi yeraltı sıvılarının arama ve çıkarma çalışmalarında esaslardan biridir.

Kalkerli bölgelerde, yeraltı suları mağaralar açabilirler. 1823'ten itibaren, Kirkdale mağarası, İngiliz Buckland'a çok güzel bir Memeliler ve Kuşlar faunası sunar. 1880 yılından itibaren, mağaralar ve erimeye bağlı diğer arazi şekilleri ya da karstik rölyef, Avusturyalı Cvijic ve Fransız Martel tarafından incelenmiştir. 1930 yılından itibaren, speleoloji büyük bir hayranlık konusu olur ve bu konuda incelemeler çoğalır; bu incelemelerin çoğu henüz betimsel evrededir.

Aksine, akarsular, göller ve deniz daha önceden çeşitli ve ileri çalışmaların konusu olmuşlardır. Akarsuların eylemi, 1841 yılından itibaren Fransız Surral tarafından sallar üzerinde ve 20. yüzyılda Mississipi üzerinde incelenmiştir. Amerikalı Leopold, Miller, Wolman ve öğrencileri, temelli bir aşama gösteren çalışmalarla, eğim, debi, derinlik, hız ... gibi çeşitli değerler arasında deneştirmeler kurarlar. Göller özellikle 19. yüzyılda İsviçre'de, İskoçya'da ve 20. yüzyılda Sovyetler Birliği'nde incelenmişlerdir.

Okyanus çökelleri, *Challenger*'ın seferlerini takiben (1872-1876), İngiliz Murray (1841-1914) tarafından, sonra Almanlar tarafından incelenmiştir. İstikşaf yolları çoğalır. 1930'da, Amerikalı Barton ve Beeke'nin batisferi; 1941'den itibaren, Cousteau'nun özerk dalgıçı; 1946'da, İsveçli Kullenberg'in sondör karotiyesi; 1948'de Piccard'ın batiskafı. 1840 yıllarından itibaren, Darwin mercanları

incelemişti ve atolleri volkanik temelli adaların alçalmasıyla açıklıyordu. 1900 yılına doğru, Daly volkanik temeli kabul eder, fakat atolleri son buzul çağının sonunda okyanusların seviyesinin yükselmesiyle açıklar. Bu yükselme 100 metreyi geçmediği gibi, sondajlar sorunu çözebilirdi; 1945 yılından itibaren, Bikini'de ve başka yerlerde, yüzlerce metre resifal kalkeri katederler ve gösterirler ki Darwin'in açıklaması doğrudur (Daly'nin açıklaması da rol oynayabilir, fakat kısmen). 20. yüzyılda, kıyı şekilleri, Amerikalı Johnsson tarafından incelenmiş ve sınıflanmıştır. Danimarkalı Schou gösterir ki, büyük kum yığışımları, hâkim rüzgarın ve yakındaki karaya kadar en büyük mesafenin açı ortayına dik açıyla yönlenirler. Fransız Berthois ve Gilcher gösterirler ki, özellikle çakıllarda, yıpranma yüksek deniz seviyesinde en fazladır. Fransız Langevin'in ortaya koyduğu ultra-son'la sondajın bulunuşu deniz derinlikleri üzerine verileri artırır. Bu, denizaltı kanyonlarının beklenmedik yayılımını ortaya çıkarır; bu kanyonların ve 1945'ten beri, eski volkanlara benzeyen koni şeklinde denizaltı dağlarının kökenleri tartışmalıdır. *Guyot* diye adlandırılan bu denizaltı dağlarının bazılarının dorukları önceden deniz seviyesinde çakıllarla aşınarak düzleşmişlerdir. Şimdi bunlar neden 800 ile 1500 metre derinliktedirler? Sorun tartışılmaktadır.

XI. Volkanoloji

Léopold de Buch, 19. yüzyılın başlarında belirtir ki, volkanlar çoğu kez sıralanmışlardır. Fransız Fouqué (1825-1904), 1865 ve 1879 arasında fümerolleri ve bunların bileşimleri ile sıcaklık arasındaki bağıntıları inceler. 1877'de, Amerikalı Gilbert, iki

katman arasına sokulmuş volkanik cisimler olan lakolitleri betimler. 1925'ten itibaren, Danimarkalılar ve İzlandalılar, tefrokronoloji ya da volkanik kül ara katkılarıyla katmanlara yaş verilmesini geliştirirler. Matschinski istatistik olarak gösterir ki, bir volkanik yay ne kadar büyükse, burada volkanlar o kadar birbirlerine yakındırlar.

Volkanizma ile birlikte olan iç sıcaklık mekanik enerji verebilir. Bu düşünce ilk olarak Fransız Larderel'e gelir ve bunun gerçekleştirilmesi, 1904 yılında, Toskana doğal su buharı volkanlarında olur. Benzer yararlanmalar 1960'larda Yeni Zelanda'da ve Kamçatka'da olur.

XII. Jeokimya

İngiliz de La Beche, sonra 1847'de Fransız Elie de Beaumont, elementlerin doğadaki dağılımıyla meşgul olurlar. 1889'dan 1924'e kadar, Amerikalı Clarke ve Washington kayaç analizlerini toplarlar; bunların ortalaması onlara doğadaki başlıca elementlerin yüzdelerini verir; bu yüzdeler bugün *clarklar* diye adlandırılır. 1898'de, Alman Vogt, daha ender bulunan elementlerin yüzdelerini verir. 1937'de, İsrailli olduğu için Almanya'dan kovulmuş olan Goldschmidt, spektrografik analiz sonuçlarına göre düzeltilmiş yüzdeleri yayınlar. Bu arada, Avusturyalı Suess, Yer'in içerisinde varolduğu varsayılan ve meteoritlerde varolan hafif silisyumlu ve alüminyumlu kayaçlar, daha ağır olan silisyumlu ve magnezyumlu kayaçlar ve demir ve nikel topluluğu için sırayla *sial, sima* ve *nife* kavramlarını tasarlar. Meteoritler, Yer dışındaki cisimlere örnek olarak, dikkati üzerlerine çekmişlerdir. 1955 yılına doğru, İsveçli oseanograf Petterson tarafından orta-

ya konan derin deniz tabanlarındaki yüksek nikel tenörü, onun tarafından meteoritik ince tozlara atfedilmiştir. 1945'ten beri geliştirilmiş olan isotopik analiz, meteoritler içerisinde, Yer kayaçlarındakilerle aynı isotopları ve aynı oranlarda göstermektedir; bu durum, meteoritlerin güneş sisteminden geldiklerinin bir göstergesidir, fakat kanıtı değil. 1945'ten beri, nicel kimyasal analizdeki büyük gelişmelerle belirginlik milyonda bire erişmekte ve bu analizler topraklarda, sularda ve hattâ bitkilerdeki iz halindeki elementlerin istikşafını sağlamaktadır. Böylece, *jeokimyasal istikşafla* gitgide ilk yatağa varılmaktadır.

XIII. Jeofizik

Sismoloji ya da depremlerin incelemesi, önemli ilerlemeler yapar. 1841'den 1844'e kadar, Milne, sarsıntının küresel dalgalar halinde yayıldığını gösterir; episantrda (üst merkezde), hareket özellikle düşeydir. Yanlara doğru ne kadar uzaklaşılırsa, yatay bileşke o ölçüde önemli olur. 1848'de, İtalyan Cacciatore, depremlerin şiddetini değerlendirmek için ilk aygıtı yapar. 1879'da, Ewing Japonya'da ilk kayıt aygıtını yapar. 1890'da, Lippmann, ağır bir kütlenin hareketsizliği üzerine kurulmuş, modern sismograflar teorisini ortaya atar. 1888'den 1913'e kadar, Shaf, Omori, Milne, Wiechert ve Galitzin tarafından sismograflar gerçekleştirilir. Kaydedilen dalgalar arasında, Oldham 1897'de iki tür dalga ayırdeder. P dalgaları (Primer dalgalar) ve S dalgaları (sekonder dalgalar). S dalgalarının makaslama oldukları ortaya çıkar; bunlar gösterir ki Yer'in içi, kabuğun altı, sert ve katıdır. Fakat daha derinde akışkan bir çekirdek vardır; Oldham'ın 1906'da or-

taya çıkardığı bu kısım S dalgalarını geçirmez. Katı dış zarfta ya da mantoda, Yugoslav Mohorovicic 1909'da bir süreksizlik saptar; daha sonra bu süreksizliğin derinliğinin kıtaların altında daha fazla (30-35 km.), okyanusların altında daha az (15 km) olduğu ortaya çıkar. Birleşik Devletler'e göç etmiş bir Alman olan Gütenberg, 1913'te, mantoyu çekirdekten ayıran süreksizliği saptar; bu süreksizliğin derinliği 2900 km dir. Sarsıntıların merkezleri (hiposantrlar-alt merkezler) çoğunlukla 10-15 km derinliktedir; fakat 1935'te daha derinde canlar, 700 km'ye kadar derinde olanlar bulunur. Özellikle 1945'ten beri, depremlerin ortaya çıkardığı enerjiler ölçülmüştür; Amerikalı Don Tocher, bu enerjilerle meydana gelen fayların uzunluğu ya da atımı arasında bağıntı olduğunu gösterir. 1920'den beri, yapay sarsıntıların yayılımından istikşaf için yararlanılmıştır; dalgalar bir aynadan yansır gibi, katmanların yüzeylerinden yansırlar.

Jeofiziğin diğer dalları da gelişirler ve jeolojinin gelişmesine katkıda bulunurlar. 1849 yılına doğru, Alman Gauss, Yer manyetizmasının dağılımını açıklar ve gösterir ki bu manyetizma esas olarak iç kökenlidir. 1920'den itibaren, manyetik istikşaf gelişir; önce demir yataklarına uygulanır, daha sonra çok genel olarak yapıların saptanmasında yararlanılır ve petrol aramasında kullanılır. Seramik fırınlarında ve eski lâvlarda kaydedilen manyetik alanlar, Fransız Thellier tarafından incelenmiştir, sonra manyetik alanların ters çevrildiği, kuzeyin güneye, güneyin kuzeye döndüğü ortaya konur; bu durum henüz açıklanamamıştır.

Buna paralel olarak yerçekiminin şiddeti incelenmiştir. 1855'te, İngiliz Pratte ve Airy gösterirler ki, dağların kütlesinin fazlalığı, derine doğru bir ek-

siklikle dengelenirler; bu Airy'yi isostazi ya da yer kabuğunun farklı bölümlerinin denge durumu kavramına götürür. Airy bunu, bir açıklık ve özlülük örneği olan dört sayfalık kısa bir yazıyla açıklar. Fransızların kutup seferleri, 1951'de, çok büyük bir buz yükü altında Groenland'ın isostatik denge durumunda olduğunu gösterir ve 1959'da Antartika'nın da aynı durumda olduğu saptanır. Yerçekiminin küçük değişimlerinden, 1920'den beri istikşaf için yararlanılmıştır. Yapay elektrik akımlarından da 1906'dan itibaren Petterson ve sonra Schlumberger tarafından yararlanılmıştır. Kendiliğinden elektrik akımları ya da topraktan gelen elektrik akımları, İngiliz mühendis Barslow tarafından 1847'de bulunmuştu; bu akımlar, tüm telgraf hatlarını aynı zamanda etkileyen önemli karışıklıkların tek mümkün açıklamasıydı.

XIV. Tektonik

Problem, yereylerin mimarîsi problemidir. 1801-1803 yılları arasında, İskoçyalı James Hall kumaşları kuvvetli basınçlara tabi tutarak deneysel olarak kıvrımları gerçekleştirir. 1825'te, Steele, yatay itme kuvvetleri olanağını gözönünde bulundurur; bu hipotez o zamandan bu yana doğrulanmıştır. Fransız Elie de Beaumont, 1833'te, haksız olarak yalnızca yükselmeleri görmek ister; Yeryuvarın tüm kıvrımlarını tamamen teorik bir üçgenler sistemi içerisine almayı dener. Yanılır. Fakat otoritesi çok geniştir ve Fransa'da kimse ona karşı çıkmaya cüret edemez. 1858'de, Hollandalı Snider, kıtaların belki de daima aynı yerde olmadıklarını, kaymış olabileceklerini tasarlar; bu hipotez 1910 yılında Alman Wegener tarafından tekrar ele alınacaktır.

1859'da, bu kez Amerikalı olan bir başka James Hall (1811-1898), çok kalın tortu dizilerini, çökelmeleri sürerken kendi ağırlıkları altında alçalmalarıyla ya da sübsidansla açıklar. 1873'te, yine Amerikalı J. D. Dana (1813-1895), gösterir ki sıradağların gereçleri, *jeosenklinal* adını verdiği bir çukur ya da olukta önce kalın tortu katmanları halinde birikmişlerdir. 1879'da, Fransız Daubrée (1814-1896), deneysel olarak kıvrımları ve kırıkları gerçekleştirir. 1884'te, Fransız Marcel Bertrand (1847-1907), yerinden ayrılmış ve otokton denilen diğer yereyler üzerine taşınmış yereyleri yani *şeriyaj naplarını* ortaya koyar. 1890'da, Amerikalı Gilbert, orojenez (dağoluşumu, kıvrımlanma ile sıradağ meydana gelmesi) ve epirojenezi (karaoluşumu, yalnızca yükselme ve alçalma) birbirinden ayırır. 1892'de, yine Amerikalı Dutton gösterir ki isostazinin korunması, erozyon ve tortulaşmadan ileri gelen yüzeysel madde dolaşımına karşın, tortulaşma alanlarından (okyanuslar ve denizler) erozyon alanlarına (yükselmiş karalar) giden ters bir dengeleyici akımı gerektirir. Bu akım, üstündeki kabuğu kırıştıramaz, kıvrımları meydana getiremez mi? Bugün de sorun böylece durmaktadır. 1893'te (bu yıllar verimli yıllardır), İsviçreli Schardt, tuz ve jipsin kaymaları ve dolayısiyle şariyajları kolaylaştırdığını gösterir ve bunların yerçekimi ile maydana gelebileceğini tasarlar; alçalan naplar kendi ağırlıklarıyla kayarlar; bu teori günümüzde birçok Avrupalı Jeolog tarafından kabul edilmiştir. 1934'te, Perrin ve Roubault, metamorfizmanın bir hacim artışına neden olduğunu gözlemlerler ve bunu kıvrımlanmanın mümkün bir nedeni olarak görürler. 1939'da, Amerikalı Griggs, kıvrımları kabuğun altındaki varsayımsal konveksiyon akımlarıyla açıklar.

Bu tektonik teorilerin hiçbiri kabul edilme başa-

rısını gösterememiştir. Bu çıkmaz önünde, birçok araştırmacı araştırma yollarını yenilemeyi düşünmektedir. 1940 yılına doğru, Alman H. Cloos, kırık, yarık ve fayların yönlenmesini inceler. Fransız Goguel ise, kayaçların mekanik özelliklerini inceler. 1955 yılından beri, birçok Fransız, katmanların eğimlerinin istatistik dağılımını ve fayların ve damarların boyutlarını incelemektedirler. Arı, camı geçmenin yollarını aramaktadır...[5]

XV. Jeomorfoloji

Gözden geçirdiğimiz dış kuvvetler ve iç kuvvetler, karaların rölyefini şekillendirmeye katkıda bulunurlar. 1879'da Alman Peschel, sonra 1888'de Fransız de Margerie ve de La Noe, yerey şekillerini sınıflandırırlar. Amerikalı W. M. Davis, çok ilginç bir erozyon dönemi (cycle d'érosion) tasarlar: Bir dağın yükselmesi, sonra akarsularla erozyonu ve düzleşme; sonra yeni bir yükselme. Ve böylece devam eder. Fransızlar gösterirler ki durum böyle değildir. Erozyon yükselmeyle aynı zamanda olur; düzleşme akarsuların eyleminin sonucu olduğu kadar, dağınık akmalar ya da örtü halinde akmalar gibi diğer etkenlerin de sonucudur. Son durum ilk durumun aynı değildir. Bu arada flora ve fauna en azından değişmişlerdir ve bunlarla birlikte ayrışma koşulları değişmişlerdir. Jeolojik tarih, bir dönemler (cycles) dizisi değil, bir bölümler (actes) dizisidir; bu tarihin genel bir yönü vardır.[6] Nihayet, erozyon

(5) Günümüzde, plâka tektoniği ya da global tektonik birçok yenilikler getirmiştir. (ç.n.)

(6) Erozyon döneminin tortulaşmaya yansıması olarak da düşünülen tortul dizilerin dönemsel (cyclique) özelliği üzerinde son yıllarda durulmaktadır. (ç.n.)

ve daha sonra tortulaşma üzerinde kendini gösteren etkiler yalnızca yapısal (structurale) ve litolojik değil, fakat ayrıca biyoklimatiktirler (iklim, bitki örtüsü ve hayvanlar). Bu yeni görüşler Cholley, Ehrart, Tricart ve daha başkalarına aittir.

XVI. Jeoloji Haritaları

Bir büyük ülkenin ilk jeoloji haritası, 1815 yılında William Smith tarafından 316.800'lük olarak yapılan İngiltere'nin jeoloji haritasıdır. İlk Dünya jeoloji haritası, 1861 yılında, 8 pafta halinde Fransız Marcou tarafından yayınlanmıştır. Başlangıçta, jeoloji haritaları özellikle farklı kayaç türlerini gösterirler; daha sonra ise farklı yaşları gösterirler. Başlangıçta niteldirler, gittikçe nicel ve yapısal olurlar; doğrultusu ve eğimleri kapsarlar. Uzun süre topografik temel üzerine yapılan jeoloji haritası alma, özellikle 1945'ten beri büyütülmüş hava fotoğrafları üzerinde yapılmaktadır.

XVII. Jeokronoloji

Jeolojik zamanların uzun süresinin kanıtları, 18. yüzyıl sonuna getirilmişti; fakat Cuvier bunları tanımamazlıktan gelmekte dik kafalılıkla ayak direr. Protestan olduğu ve katolik olmayan inanışların yönetiminin restorasyonu ile görevli olduğu halde, Kutsal Kitap'ın kelimesi kelimesine yorumuyla yetinir. Daha bağımsız olan Lyell (1797-1875), 1833 yılına doğru, Tersiyer'in süresini 80 milyon yıl olarak değerlendirir (modern yöntemler 65 milyon yıl vermektedir) ve Kambriyen'in başlangıcını 240 milyon yıl olarak değerlendirir (modern yöntemlere göre 550-600 milyon yıl). Croll, 1875'te, Kuvaterner'a,

1 milyon yıl atfeder; günümüzde elde edilen değer de budur. 1893'te, Amerikalı H. S. Williams, jeokronoloji sözcüğünü ortaya atar. Fakat önemli olan yöntemlerdir. 1902'den itibaren, Pierre Curie, radyoaktivitenin bir zamanölçer olabileceği düşüncesini aşılar ve 1920'den itibaren gerçekten böyle olur; kurşun, helyum, argon yöntemleriyle ve 1945'ten beri karbon 14 yöntemi ve diğer yöntemlerle. 1900 ve 1910 yılları arasında, İsveçli Gérard de Geer, varvalar yöntemini tasarlar; varvalar, buzul killeri içerisinde yıllık ince katmanlardır; de Geer bunları İ.Ö. 13.000 yılına kadar indirir. Bu sonuçlar 1945 yılından itibaren karbon 14 ile doğrulanmıştır. Aynı tarihe doğru, kurşun ve helyum yöntemleri, en eski minerallerin yaşını üç buçuk milyar yıla kadar vardırır; Yer de en azından bu kadar eskidir ve belki de daha eskidir. Bazı meteoritler 6 milyar yıl yaşındadır. Bu değerler astronomların değerleriyle uyum halindedir. Böylesine değerler sağlam olmayan kafaları sersemletmektedir. Bazıları bunlarda eski tarihimizin hızını ölçme yolunu ve belki de kaderimizi görürler.

XVIII. Jeolojik Tarih ya da Stratigrafi

Bir tarihten sözetmek için, çağlara ad vermek gerekir. Jeolojik devirlerin adları yavaş yavaş ortaya çıkar. 1812, Conybeare tarafından karbonifer; 1822, Kretase; 1829, Jurasik; 1834, Triyas; 1835, bir kır soylusu olan İngiliz Murchison tarafından önerilen Kambriyen ve Silüriyen; 1839, yine Murchison tarafından Devoniyen; Lyell tarafından Pleyistosen; Miyosen ve Pliyosen; 1841, Amerikalı Logan tarafından Prekambriyen; Permiyen. İngiliz Philips Primer, Sekonder, Tersiyer yerine sırayla

Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik'i önerir. 1842, Nummulitik; 1892, Van Hise tarafından Algonkiyen ve Arkeen.

Devirler de kendi içlerinde bölümlenirler. Alcide d'Orbigny 1849'da katmanların ilk ayırımını yapar. Önce 25, sonra 28 kat ayırır. Alt bölümlemeler fazlalaşır; kısa süre sonra bu konuda bir düzenleme kabul edilir, bu düzenleme 1873-1874 yıllarında Fransız Mayer-Eymar ve Renevier tarafından yapılmıştır. 1893'te, Munier-Chalmas ve Albert de Lapparent bir yenisini önerirler; bu daha günceldir ve tüm dünyaya yayılmıştır.

Bölgesel çalışmalar çok sayıdadır ve bunlar diğer tüm çalışmaların zorunlu temelidir. Fakat ilginç olanı düşüncelerin evrimidir. Cuvier, ardışık faunaların tahribine neden olan, Yeryuvarın büyük katastroflarına, revolüsyonlarına inanır; bunları d'Orbigny de kabul eder. Lamarck, Constamt Prévost, Lyell aksine küçük ve sürekli ya da sürekli tekrarlanan kuvvetlerin eylemine inanırlar. Çoğu durumda, olgular onları haklı çıkarır. Bununla birlikte, krizler vardır. 1856'da, İngiliz Blanford, Hindistan'da Permiyen'de bir buzullaşmayı betimler; yani iki yüz milyon yıl önce. 1838'de, Gressly, fasiyes'i tanımlar, yani yaşından bağımsız olarak bir çökelin petrografik ve paleontolojik karakterlerinin tümü. 1872'de, Chunt gösterir ki coğrafya geçmişte günümüzdekinden farklı olabilmiştir; Chunt *paleocoğrafya*'yı ortaya atar. 1883 yılından 1909 yılına kadar, Avusturyalı Suess genel çizgileriyle büyük bir sentez yapar, *Yeryüzü*. Ateşli ve şiir dolu olan yapıtı büyük bir coşku yaratır. Aynı şekilde iki jeoloji şairi daha vardır, Fransız Pierre Termier ve Alman Hans Cloos. Çok gönül sesi onlarındır. Jeolojinin son büyük sentezi H. ve G. Termier'lerindir. Pa-

leoklimatolojide büyük hatlar çizilir. Üç büyük buzullanma çağı ortaya konur; Kambriyen'den hemen önce, Parmiyen'de ve Kuvaterner'de. Fakat aralarda sıcaklık ve nemlilik nasıl değişti? Sorun henüz ortadadır. Paleontolojide, Permiyen'de bir büyük kriz bilinmektedir. Kambriyen'den önce fosiller neden çok enderdirler? Metamorfizma bunu açıklamaya yetmez. Volkanizma tüm çağlarda olmuştur. Volkanizmanın Permiyen'e doğru şiddetlenmesi gerçek midir ya da bu ortaya koyuştaki eksiklikten dolayı mıdır? Kıvrımlara gelince, Yer'in her bölgesi, iki ya da üç çağda kıvrımlanmaya uğramıştır. Bir bölgeden diğerine çağlar değişirler. Karbonifer ve Tersiyer gibi, hemen tüm kıtaların yerinden oynadığı çağlarda dünya ölçeğinde şiddetlenmeler olmuş mudur? Kutuplar yer değiştirmiş midir? Kıtalar kaymış mıdır? Bu ve buna benzer sorunları ihtiyatla düşünmek gerekir. Yetişen kuşağın jeologlarına açık geniş bir alan vardır.

XIX. Kuvaterner ve Tarihöncesi

Jeolojik devirlerin en yenisi ve en kısası, en canlı tartışmaların konusudur. 1826'da, Fransız Tournal, mağaralarda büyük hayvanların kalıntılarını ve taştan yapılmış aygıtlar bulur. Cuvier, bu aygıtları insan yapıtı olarak görmeyi reddeder, zira bu durumda insan hayvanlarla aynı zamanda yaratılmış olacaktır, bu ise Kutsal Kitap'a aykırıdır. Fakat olgular konuşur. Birçok aygıtlar ve büyük hayvanlar, 1833'te, Schmerling tarafından Liyaj mağaralarında ve 1838'de Boucher de Perthes (1788-1868) tarafından d'Abbeville yakınında la Somme alüvyonlarında bir arada bulunur. Gümrük tahsildarı olan ve romantik bir insan olan Boucher de Pert-

hes, bulgusunun önemini görür ve bunu kamuya açıklar. Elie de Beaumont, tektonik sistemlerde olduğu gibi yanlış esinlenmiş olarak bunu yadsır; hatalı olan ve gelişmeleri frenleyen böyle büyük zekâlar vardır. Bununla birlikte, 1823'te Buckland, Paviland mağarasında bir fosil insan iskeleti bulur, fakat bu ancak 1913'te betimlenecektir. 1844'te, le Velay yöresinde La Denise'de, bir başka iskelet volkanik breşler içerisinde bulunur; fakat şüpheciler bunu yeni gömülmüş bir insan olarak görmek isterler. 1856'da, Néanderthal'de, bugünkünden tamamen farklı bir insan bulunur. 1859'da, Vibraye markisi, Arcy-sur-Cure mağaralarında bir başkasını bulur. Bu arada, Boucher de Perthes adım adım mücadele eder; 1859'da İngiliz bilginleri d'Abbeville'e gelirler ve onun dediklerinin doğruluğunu denetlerler; 1859, Darwin'in türlerin evrimi yılıdır. 1864'te, Fransız Lartet (1801-1871), La Vézère mağarasında mamut dişi üzerine çizilmiş bir mamut gravürü bulur. Bununla kanıtlanır ki insan, nesli sönmüş büyük hayvanların çağdaşıdır. Aynı yıl Lyell bir yapıt yayınlar: *İnsanın İlkçağı*. 1891'de, Hollandalı Dubois, Jawa'da Pithécanthrope'u çıkarır; bu maymunlara Néanderthal'den çok daha yakın bir insandır; fakat ketum ve şüpheci bir insan olan Dubois, az yayın yapar. 1912'de Piltdown'da bir insan kafatasının ve maymun dişlerinin inanılmaz birlikteliği görülür; Ancak 1953'te kanıtlanacaktır ki, maymun dişlerinin burada olması kurnaz bir sahteciliktir. Tarih öncesinin böyle hileleri vardır...

1925'te, Dr. Black ve Çinliler, Pekin yakınında bir mağaradan Sinanthrope'u çıkarırlar, bu Pithécantrope kadar eskidir. Dart, Güney Afrika'da Australopithéque'i bulur; bu da eskidir ve önce maymunlara atfedilir. Fakat 1959'da İngiliz Leakey

buna yakın bir form olan Zinjanthropus'u çıkarır; bunlar kabaca yontulmuş çakıllardan yapılmış en eski endüstri aygıtlarıyla bir arada bulunurlar.

Bu arada, çeşitli endüstrilerin ve tarihöncesi sanatın betimlemesi önemli ilerlemeler yapmıştır, özellikle rahip Breuil'in ve başkalarının esinlenmesiyle. Kuvaterner'in incelemesinde, Bavyeralı Penck, birçok buzul döneminin temel ayırımını ortaya koymuştur; nicel olduğu kadar nitel çok değişik yöntemlerin uygulaması, birçok bölgesel incelemelere ve karakterlerin en iyi şekilde kavranmasına yolaçar; baskın olgunun iklimsel değişimler olduğu gitgide ortaya çıkar. Yüksek ve orta anlamlarda buzul çağları ve buzullar arası çağlar; Tropikler yakınında yağışlı çağlar ve kurak çağlar. Denizlerin ve göllerin önemli seviye değişimleri bunların sonucudur. Tüm bu verileri düzenleştirmek yarının eseri olacaktır.

Mutlak kronolojinin ilerlemelerinin yardımıyla, nicel yöntemler tarih öncesine girmiştir. Bunlar Boucher de Perthes'in sezgisini doğrular: "İlk çağların günleri yüzyıllık günlerdi." 1947'de Fransız François Meyer işaret eder ki, teknik ilerlemeler zaman içerisinde hızlanarak artmışlardır; 1949'da yine bir Fransız nüfus artışlarının buna paralel olarak hızlandığını belirtir.

XX. Pratik Uygulamalar

19. ve 20. yüzyılda, uygulamalı jeoloji, pür jeoloji ve diğer bilimler ve tekniklerle bağıntılı olarak gelişir. Daha önce bunun birçok örneklerini gördük. Bütün alanlarda böyledir. 19. yüzyılın başlarında, hava kuvvetlerinin ilk subayı olan Fransız Conté, kille karıştırılmış öğütülmüş grafitten yapılmış, gü-

nümüzde kullanılan kurşun kalemini bulur. 1818'de, Fransız Vicat (1786-1861), hidrolik kirecin bileşimini bilimsel olarak ortaya koyar ve 1824'te, İskoçyalı Apsden çimentonun bileşimini verir. 1841'de Paris'te, derin yeraltı suyu aramak için Grenelle kuyusu açılır. 548 metre derinlikte suya erişilir; su fışkırır, şantiyeyi basar, barakaları yıkar. Herkes sevinç içerisindedir; bu aynı zamanda tüm kuyu açma rekorlarını kıran teknik bir başarıdır ve Paris bölgesi havzasında katmanların konumunun bilincine varma konusunda genç jeolojinin bir başarısıdır. Argonne'da yüzeylenen kayaçların Paris'in altında 500 ya da 600 metre derinlikte bulunabileceğini tasavvur etmek o tarihte bir iman sorunuydu. Ve iman doğrulanacaktı. Günümüzdeki sondaj rekoru, 1950 yılında Teksas'ta açılmış olan ve 7730 metreye inen sondajdır.

1842'de, zirai kimya ve bitkilerin fizyolojisindeki ilerlemeler, mineral gübrelerin yararını ortaya koyar (o zamana kadar yalnızca hayvan gübresi ve diğer organik gübreler kullanılıyordu). Alman kimyacı Liebig (1803-1873), bu geniş endüstriyi ilk ortaya koyan kimsedir; 1843'ten beri süperfosfatlar satılmaktadır. Yol tekniği ilerler; 1858'de, Amerikalı Whitny kompresörü bulur. 1859'da ise, Fransız Lamoine buharlı rule-kompresörü bulur. 20. yüzyılda, Terzaghi ve Atterberg zemin mekaniğini ortaya koyarlar; zemin mekaniği çabucak bina yapımlarına, yol, baraj inşaatlarına uygulanır. Metalürji ve maden tekniğinde ilerlemeler, yeni madenleri işletilebilir hale getirir. 1878'de, Londra Maden Endüstrisi Kurumu'nda, zabıt kâtibi olan cılız bir adam, tuğla fırınını dolomi ile takviye etmek koşuluyla, fosforlu demir cevherlerinin işlenmesinin mümkün olduğunu söyler; kimse buna dikkat etmez. Bunun-

la birlikte, Thomas işlemi bir süre sonra uygulanır ve bir takım yeni cevher kategorisinin işletilmesini mümkün kılar. 1905'te, Louisiana'da, 168° de basınç altında su şırınga ederek kükürtün işletilmesi tasarlanır; kükürt erir ve geriye onu pompalamak kalır. 1945 yılından itibaren, Paris bölgesinde kötüleşmekte olan taş yontma endüstrisi, yani kaldırma aygıtlarının ve tungstenli çelikten hızarların kullanılması sayesinde yeni bir atılım kazanır. Bilim, endüstri, teknik her şey tutunur. Büyük Sahra petrol yatakları, yüzeyde hiçbir belirti göstermeyen bir keşfe iyi bir örnektir. Burada, ancak bölgesel ve genel jeoloji verileri nedeniyle aramaya girişilmiştir. İstikşafın gidişi iyi bir örnektir. Yedi yıldan dördü, yalnızca en uygun gelecek tekniğin seçimine ayrılmıştır. Arazi nedeniyle, arazinin genişliği, güçlükleri, geneliyle jeolojik yapısı nedeniyle, tam iki yıl bu tekniğin kullanma koşullarını saptamaya ayrılmıştır. Daha sonra bir buçuk uygulama yılı ilk fışkırmayı elde etmek için yetmiştir.

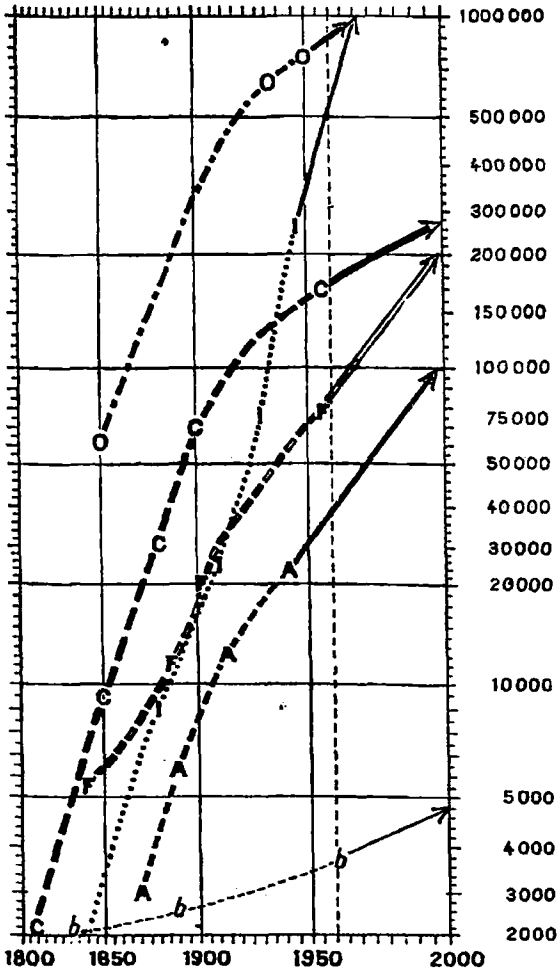
DOKUZUNCU BÖLÜM

NİCEL TARİH

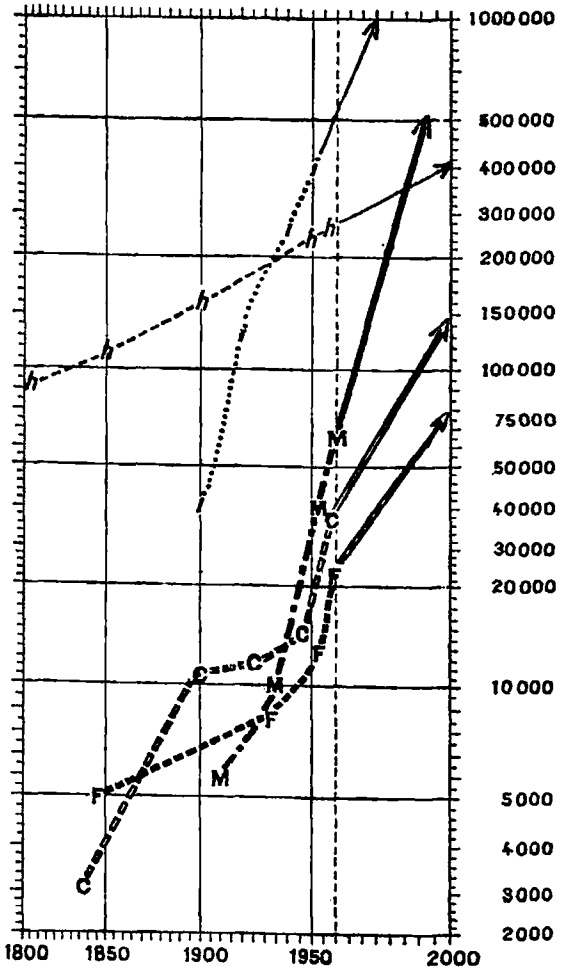
Günümüzde, jeolojiye değinen her yıl en az 40.000 makale ya da yapıt yayınlanmaktadır; bunlar toplam bir milyon sayfa tutarlar ve J. P. Michel'e göre hemen hemen şöyle dağılırlar: mineraloji yüzde 10; petrografi yüzde 19; paleontoloji yüzde 18; dinamik jeoloji yüzde 14; stratigrafi yüzde 16; bölgesel jeoloji yüzde 8; uygulamalı jeoloji yüzde 15. Jeolog sayısı belki 45.000-80.000 arasındadır. Buraya nasıl gelindi?

I. Hızlanma

Kendini Yer'in incelemesine veren insanların sayısı zamanla arttı. İ.Ö. 5. yüzyılda Yunanistan'da birkaç tane olan üniteler, Rönesans'ın başlarında on kadar, 1750'ye doğru elli kadar olmuş, 1810'a doğru ise yüzlerceye erişmiştir; bir aşamadan diğerine bu üniteler 5 kat artmıştır. Fakat zaman içerisinde de hızlanma kendini gösterir. İlk zaman aralığı 2.000 yıl olmuştur, ikincisi 250 yıl, üçüncüsü 60 yıl. Günümüzde çok duyarlı olan bu hızlanma olguları çok uzak bir geçmişe çıkarlar. Taş yontma tekniği bize yine geçmişi çok eski olan bir örnek vermektedir. Leroi-Gourhan'ın belirttiğine göre, 1 kilogram sileksle *Abbevilliyen* insanı 1 desimetre kesici aygıt yontabiliyordu. Sonra *Acheuleenler* 4, *Mousteriyenler* 20, *Magdaleniyenler* yüz kadar yon-



Şekil 1 - Zamanla artma: Yapıtlar
I, İzostazi üzerine yılda makale sayısı, 10.000'le çarpılmış; A, yılda Kuzey Amerika'nın jeolojisi üzerine makalelerin sayısı, 10'la çarpılmış; O, betimlenmiş fosil kuş türlerinin sayısı, 1000'le çarpılmış; F, desimetre olarak sondajların rekor derinliği; b, hektarda litre olarak Fransa'da ortalama buğday verimi; C, on bin ton olarak dünya kömür üretimi.



Şekil 2 - Zamanla artma: Çalışanlar
i, Birleşik Devletler'de mühendislerin sayısı; h, dünya insanlarının on bin olarak sayısı; M, dünya jeologlarının sayısı (geniş anlamda); C, uluslararası Jeoloji Kongresi'ne kaydolanların sayısı, 10'la çarpılmış; F, Fransa Jeoloji Kurumu'nun üyelerinin sayısı, 10'la çarpılmış.

tabiliyorlardı. Aşamaların uzunluğu birinden diğerine 4-5 kat artmıştır. Zaman aralıkları bu kez gitgide kısalır. Birinci için 260.000, ikinci için 180.000, üçüncü için 80.000 yıl yöresindedir. Buraya kadar incelenen tüm teknikler ve Yeryuvarın insanlarının toplam sayısı için aynı hızlanma yasası bulunmuştur.

II. İnceleme Yöntemi

Madem ki hızlanma öylesine genel ve uzak geçmişe uzanmaktadır, bunu jeolojinin yeni zamanlarında da gözönünde bulundurmamız gerekiyor. Bunun için en pratik ve en hitabedici yol, bilogaritmik koordinatlı grafiktir (şekil 1 ve 2); bu grafikler endüstride ve bilimsel araştırmada çok kullanılmaktadır.

Burada, düşey olarak, incelenecek büyüklük konur; örneğin her yıl yayınlanmış jeoloji makalelerinin sayısı. Logaritmik ölçek sayesinde, sabit oranlı, üslü bir artış bir doğruyla temsil edilecektir. Yatay olarak, yıllar konur; gelecekteki bir orijinle ölçek logaritmiktir; öyle ki hızlanma otomatik olarak gözönünde tutulacaktır. Deneyim göstermektedir ki, M.S. 2200 yılındaki bir orijinle, temsilî çizgiler en çok bir doğruya yaklaşmaktadır. Bu göstermenin derin anlamı ne olursa olsun, bunun pratik üstünlüğü, çizgiyi son tarihin ötesine uzatırsak (burada 1961), incelenen büyüklüğün hangi sürenin sonunda iki kat olacağı çabucak okunur.

Bu işlem belki de kullanılan bir işlem olarak görülmeyecektir. Fakat pratik yararı açıktır. Örneğin yeni kurulmuş bir enstitünün küçük bir enstitü olabilmesi için ne kadar zaman geçeceğini gösterir. Bilogaritmik grafik, tarihin derslerinden yararlanmak için modern bir tarzdır.

III. Sonuç ve Dersler

Jeolojinin gelişmelerini değerlendirmek için, bunları diğerleriyle karşılaştırmak gerekir. Gelişme daha hızlı mıdır, daha yavaş mıdır? Anımsatalım ki, alüminyum cevheri olan boksitin günümüzde üretimi 5 yılda iki katına çıkmaktadır. Petrol üretimi 11 yılda, Fransa'da makinaya bağımlı yaşayanların sayısı 17 yılda, biyoloji periyodiklerinin sayısı 18 yılda, ticarî iletişim araçlarının hızı 20 yılda, Paris'te her yıl savunulan bilim tezlerinin sayısı 25-30 yılda, Fransa'da hektar başına buğday verimi 60 yılda, yıllık dünya kömür üretimi 35 yılda iki katına çıkmaktadır. Karşılaştırırsak, jeolojideki gelişmeler daha hızlıdır. Sondajların rekor derinliği 23 yılda iki katına çıkmaktadır. Kuzey Amerika ile ilgili makalelerin sayısı 21 yılda, betimlenen fosil türlerinin sayısı 20-22 yılda, yerkabuğunun dengesine (isostaziye) ayrılan makalelerin sayısı 14 yılda iki katına çıkmaktadır.

Fakat diğer bilim ve teknikler de gelişir. Bu durumda, büyük icat ve keşifler arasında, jeolojidekilerin payını değerlendirmek akla gelir. Önyargılardan kaçınmak için, 1960 yılında yayınlanmış iyi bir ansiklopedinin verdiği listeye başvurursak, 336 bulguyu sıralayan bu listede, yerbilimleri için şu yüzdeler görülür: Yüzde 45 Tarihöncesi'nde, yüzde 34 İlkçağ'da, yüzde 25 Ortaçağ'da ve Rönesans'ta, yüzde 12 17. ve 18. yüzyılda, yüzde 7 19. yüzyılda, yalnızca yüzde 3 20. yüzyılda. Azalma nettir; fakat bilimlerin tedricî bir çeşitlenmesi görülür; jeoloji diğerleri arasında ancak küçük bir daldır. Öte yandan fizik ve kimya ve bunlardan türeyen teknikler, gittikçe yapay oldukları halde, gittikçe artan göreceli bir önem kazanmaktadırlar.

Jeolojideki ilerlemeler, mutlak olarak, yapıtlar ve çalışanlar için daha az net ve daha az hızlı değildir. Anımsatalım ki bu son yarım yüzyılda yeryüzünde yaşayan insanların ve 65 yaşına varanların sayısı iki katına çıkmıştır. Birleşik Devletler'deki mühendislerin sayısı 16 yılda iki katına çıkmıştır; Fransa Jeoloji Kurumu'nun üye sayısı 24 yılda iki kat artmıştır. Uluslararası Jeoloji Kongresi'ne kaydolanların sayısı 22 yılda, Dünya jeologlarının sayısı 15 yılda iki katına çıkmıştır. Öncekiler gibi tüm bu değerler eğrileri 1961'in ötesine, geleceğe doğru uzatarak elde edilmiştir.

Aynı şekilde, jeologlar ve onların çalışmaları için iki kat olma zamanı ortalama 15-20 yıldır. Çalışanların sayısı ortaya konan işlerle orantılıdır. Herkesin görevi, yarın dünkünden daha fazla olmayacaktır. Hızlar ve hızlanmalar tablosundan ürkebilecek olanlar için bu emin bir saptamadır. Amerikalı Emery tarafından ortaya konmuş olan bir başka saptama, jeoloji makaleleri ve yapıtlarının ortalama uzunluğudur. 1900'den önce 28 sayfa, 1922'de 27 sayfa, 1948'de yine 27 sayfa. İnsan beyinleri aynı ritmle çalışmaya devam ediyor. Öte yandan, 60.000 jeolog için yılda 40.000 yayın yapılıyorsa, bu her jeolog için her bir buçuk yılda bir yayın demektir. Düşünülebilir ki bu azdır; fakat özellikle maden aramalarında yayınlanmıyan çok sayıda çalışmayı da gözönünde bulundurmak gerekir. J. Roger'ye göre bu tür yayınların sayısı, yayınlanmış yayınların sayısına eşittir. Yeryüzünde bir jeoloğa 2.000 km^2 düşmektedir (bir ilin üçte biri) ve 40.000 nüfus düşmektedir. Maden ve petrol bölgelerinde yoğunlaşmalar daha fazladır. Jeologların sayısı, yeryüzünde yaşayan insanların sayısından 3-4 kat fazla arttığı halde, bu oran gittikçe fazlalaşacaktır. Dola-

yısiyle öğretim ve araştırma kurumları önceden düşünülmelidir.

Yayınların çokluğu, bunların hepsinin okunmasını olanaksız kılar. Dolayısiyle yapıtların özetinin, bilgi fişlerinin dokümantasyon merkezlerinin önemi artmaktadır. Yapılanmanın yenilenmesi kendini hissettirir. Fakat herkes için, diğer bilim dallarında olduğu gibi, jeolojide de bir paylaşım problemi ortaya çıkmaktadır. Eğer özelleşmede çok ileri gidersek, komşu alanları fazla unutursak, iyi şeylere varamayız. Eğer aksine, çok konuyla meşgul olursak, kendimizi dağıtırsak, boş yere çabalarımızı da dağıtmış oluruz. Bir çözüm örneği bize doğa tarafından verilmiştir. Doğada, maddelerin çoğu az tür mineralden, maddelerin azı çok tür mineralden meydana gelmiştir. Dikkatimizi çeken şey için aynı şekilde yapalım. Az sayıda şeye çok zaman ayıralım ve çok sayıda şeye az zaman ayıralım.

SONUÇ

Diğer bilimlerde olduğu gibi, jeolojinin gelişmesi kesin, matematik, kaçınılmaz bir seyir gösterir. Bazıları bunda üstün bir iradenin etkisini göreceklerdir; bazıları ise determinizmi göreceklerdir. Kadere böylesine kendini terketmek gerekir mi? Hayır. Herkes, genel çizgi çevresinde, çalkanmaların yelpazesinde yerini, rolünü seçmelidir.

Bu çizgi üzerinde, tarih bize ne öğretiyor? Öncelikle, Fransa Jeoloji Kurumu'nun ilk üyelerini kendisine takdim ettiğinde, Ami Boué'nin kral Louis-Philippe'e söylediklerini: "Haşmetmeap, gelişmek için bilimlerin özgürlüğe gereksinmesi vardır." Dinin çok dar bir anlayışı ya da aşırı bir siyasi otoritarizm bilimlere ancak gem vurur; bunun çok örneklerini gördük. Büyük bilginler sezgisel olarak büyük özgürlükçülerdir. Nazizmin muhalifleri arasında mineralojist Von Laue ve jeolog Gripp de vardır. Buna karşı, bilginler toplum tarafından anlaşıldıklarını ne kadar hissederlerse, ulus kütlesi tarafından ne kadar tutulurlarsa, etkililikleri o ölçüde büyük olur. Ayrıca yönetim görevleriyle boğulmamaları gerekir; gittikçe yönetim görevleriyle yüklenmeleri, çağdaş bilimsel araştırmacılar için en büyük tehlikedir.

Diğer iyi çalışma koşulları bizzat araştırmacılara bağlıdır. Sözcüklerle yetinmemek gerekir, ne de bunları aşırı olarak genelleştirmemek gerekir. Konformizmden kaçınmalıdır, eleştirmelidir, düşüncele-

ri olduğu gibi kabul etmemelidir, bunlar içerisinde en az önermeyi yalnızca sağlam olanı tutmalıdır. Aksine, istisnaî olanın, çelişkili olanın çekiciliğine direnmelidir (örneğin, buzullanmaların iklimin ısınmasına bağlı olduğu düşüncesi gibi). Sağduyuyu korumalı, oluş sıklıklarını gözönünde bulundurmalıdır.

Tüm bilimlerde olduğu gibi, jeoloji de zaman içerisinde çeşitlenerek oluştu; dalları özelleşti; jeolojinin gittikçe nicel ve istatistiksel olmaya eğilimi vardır, jeoloji, komşu bilim dallarının, özellikle fiziğin ve kimyanın gelişmelerinden çok yararlanmıştır. Fakat gerçekte, fizik bilimlerin alt üst edici büyük gelişmeleriyle karşılaştırılırsa, jeolojininkiler daha ılımlı kalır.

Jeolojinin büyük özgünlüğü, tarihsel anlayışıdır. Oysa fizikte bir olay, meydana geldiği yer ve çağdan ayrı olarak düşünülür; jeolojide yer ve çağ esastır. Jeoloji fiziği tarihe bağlar; esas konusu Yer'in tarihidir. Buna karşı, belki de bir gün fiziği ve tarihi etkileyecektir. Şimdiden, yeni zamanların, tarih öncesinin incelenmesinde bir hızlanma göstermekte, her yeni gün insan tarihinin büyük çizgilerini aydınlatmaktadır ve bunlardan dersler çıkarmaktadır.

EP ÜNİVERSİTESİ

- P. BURNEY ***Aşk***
- G. BETTON ***Sinema Tarihi***
- H.MICHEL ***Faşizmler***
- M. SÖNMEZ ***Türkiye'de Gelir Eşitsizliği***
- J. MOURGEON ***İnsan Hakları***
- D. SIMONNET ***Çevrecilik***
- M. TUBIANA ***Kanser***
- N. BENSADON ***Kadın Hakları***
- J.F. DRUESNE ***Ortak Pazar***
- T. TIMUR ***Türkiye'de Çok Partili Hayata Geçiş***
- B. ROSIER ***İktisadi Kriz Kuramları***
- R. PERNOUD ***Burjuvazi***
- H. ARVON ***Özyönetim***
- C. DAVID ***Hitler ve Nazizm***
- P. GAILLARD ***Gazetecilik***
- P. BENETON ***Muhafazakârlık***
- H. ARVON ***Anarşizm***
- T. PARLA ***Türkiye'de Anayasalar***
- D. BUICAN ***Darwin ve Darwinizm***
- J.M. COTTERET/C. EMERI ***Seçim Sistemleri***
- A.C. DECOUFLE ***Devrimler Sosyolojisi***
- M. REUCHLIN ***Psikoloji Tarihi***
- A. MATTELART ***Reklamcılık***
- L. GALLIEN ***Cinsiyet***
- J.P. HATON ***Yapay Zekâ***
- K. DİNÇMEN ***Psikiyatri***
- P. LOROT ***Baltık Ülkeleri***
- P. FOULQUIE ***Varoluşçuluk***
- R. PIGNARRE ***Tiyatro Tarihi***
- J. CORRAZE ***Eşcinsellik***
- L. DOLLOT ***Kitle Kültürü ve Bireysel Kültür***
- Y. DUPLESSIS ***Gerçeküstücülük***
- F. BALLE /G. EYMERY ***Yeni Medyalar***
- J. RUDEL ***Resim Teknikleri***
- T. ÇAVDAR ***İttihat ve Terakki***
- H. LEVY-BRUHL ***Hukuk Sosyolojisi***
- J. FOURASTIE ***2001 Uygarlığı***
- A. MORALI-DANINOS ***Cinsel İlişkiler Tarihi***
- S. SEZGIN ***Yönetimde Pazarlama***
- S. FUZEAU-BRAESCH ***Astroloji***
- B. GUERRIEN ***Neo-Klasik İktisat***
- J. FRECHES ***Kablolu TV***
- S. ERDINE ***Ağrılar***
- R. BOUDON ***Sosyoloji Yöntemleri***
- M. BOLL ***Matematik Tarihi***
- ÖZKALE/SEZGIN/URAY/ULENGIN ***Pazarlama Stratejileri***

- ✓ L.-V. THOMAS ***Ölüm***
- ✓ F.de FONTETTE ***Irkçılık***
- ✓ R. LANQUAR ***Turizm-Seyahat Sosyolojisi***
- ✓ N. SAKAOĞLU ***Osmanlı Eğitim Tarihi***
- ✓ A. MUCCHIELLI ***Zihniyetler***
- ✓ R. FRYDMAN/S. TAYLOR ***Hamilelik***
- ✓ P. BENETON ***Toplumsal Sınıflar***
- ✓ M. BONGRAND ***Politikada Pazarlama***
- ✓ P. GEORGE ***Nüfus Coğrafyası***
- ✓ Y. MICHAUD ***Şiddet***
- ✓ Ü. ALSAÇ ***Türk Mimarlığı***
- ✓ O. REBOUL ***Eğitim Felsefesi***
- ✓ C. COMELIAU ***Kuzey - Güney İlişkileri***
- ✓ S. SEZGIN ***Global Pazarlama - I***
- ✓ İ. METIN/F. ERASLAN ***Türkiye'de Polis ve Kişi Hakları***
- ✓ M.-L. ROUQUETTE ***Yaratıcılık***
- ✓ M. SEVILLA-SHARON ***Türkiye Yahudileri***
- ✓ J. VERCOUTTER ***Eski Mısır***
- ✓ E. ÇIZGEN ***Türkiye'de Fotoğraf***
- ✓ J.B. STORA ***Stres***
- ✓ SELİME SEZGIN ***Global Pazarlama - II***
- ✓ D. SOURDEL ***İslâm***
- ✓ Y. ÇAĞLAR ***Türkiye Ormanları ve Ormancılık***
- ✓ GUILLAUME/ DE TYMOWSKI/FIEVET-IZARD ***Akupunktur***
- ✓ N. SAKAOĞLU ***Cumhuriyet Eğitim Tarihi***
- ✓ C. ZORGBIBE ***Körfez'in Tarihi ve Jeopolitiği***
- ✓ M. ARSLANTUNALI/İ. SAVAŞIR ***Kişisel Bilgisayarlar***
- ✓ G. PICCA ***Kriminoloji***
- ✓ P. ARNAUD ***3. Dünya'nın Borçlanması***
- ✓ A. CAILLEUX ***Jeoloji Tarihi***

T. ACAROĞLU ***Türk Atasözleri***
J.L. HAROUEL ***Şehircilik Tarihi***
İ. ORTAYLI ***Osmanlı İdare Tarihi***
J.F. LYOTARD ***Fenomenoloji***
R. BLANCHE ***Epistemoloji***
P. MANNONI ***Korku***
F. BAUD ***İnsan İlişkileri***
P. MORON ***İntihar***
R. PERRON ***Uyumsuz Çocuklar***
C. KAYSER ***Uyku ve Rüya***
M. BEYAZYUREK ***Türkiye'de Uyuşturucu Bağımlılığı***
A. BOYER ***Siyonizmin Kökenleri***
R.J. DUPUY ***Uluslararası Hukuk***
DAVID ***Elektronik***

IS 15000 36-5